TenneT
Taking power further

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Gemeente Kaag en Braassem
T.a.v. M. Radema
Westeinde 1
2371 AS ROELOFARENDSVEEN

DATUM	1 mei 2014
ONZE REFERENTIE	000.007.40.0226065
BEHANDELD DOOR	David Klein Lenderink
TELEFOON DIRECT	026 373 12 52
E-MAIL	david.kleinlenderink@tennet.eu
AANTAL BIJLAGEN	12

BETREFT Aanvraag omgevingsvergunning Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen)

Geachte mevrouw Radema,

Hierbij ontvangt u een aanvraag voor omgevingsvergunning in het kader van artikel 2.1 en 2.2 van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht ten behoeve van de realisatie van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen). Om de hoogspanningsverbinding mogelijk te maken, is het noodzakelijk om de volgende activiteiten uit te voeren:

- **Bouwen** –380 kV masten 162-148
- **Bouwen** - 380 kV/150 kV opstijgpunten:
  - Opstijgpunt (OSP) mast 154 380 kV Dwarsweg en
  - Opstijgpunt (OSP) mast 153 380 kV Zuidweg en
  - Opstijgpunt (OSP) mast 74 150 kV Hoogmade
- **Bouwen** – de tijdelijke 150 kV mast 74
- **Kappen** - diverse bomen worden gekapt
- **Uitritten Gemeente** - De tijdelijke uitritten betreffende de volgende gemeentelijke wegen: Bovenweg, Dwarsweg, Korte Dwarsweg, Ripselaan, Blauwemolenweg, Zuidweg en de Zuidzijderweg
- **Uitritten Provincie** - de tijdelijke uitritten betreffende de volgende provinciale weg: Provinciale weg N445
- **Tijdelijk strijdig gebruik** – aanleggen tijdelijke werkwegen en werkterreinen alsmede de tijdelijke 150 kV verbinding in strijd met de vigerende bestemmingsplannen: Buitengebied West, Rijpwetering & Buitengebied Jacobswoude
- **Gebruik gesloten stortplaatsen** – ten behoeve van de mastfundaties van mast 161 en 162 wordt een gesloten stortplaats, Bovenweg ten zuide van de Hanepoel, gekruist

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag ingevolge artikel 2.1 en 2.2 de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht is op grond van artikel 20c 2 Elektriciteitswet door de minister bepaald dat omwille van stroomlijning en versnelling de rijkscoördinatieregeling uit de Wet ruimtelijke ordening van toepassing is (artikel 3.35). Hierbij is de minister van Economische Zaken de aangewezen minister voor de coördinatie.

GE10/1DD UN1008

In verband daarmee heeft de minister van Economische Zaken mij gevraagd het volgende op te nemen in deze aanvraag:

1. Ingevolge de rijkscoördinatieregeling dient u een kopie van onderhavige aanvraag te verzenden aan de minister van Economische Zaken.
2. TenneT zal er echter voor zorgen dat de minister van Economische Zaken een exemplaar van deze aanvraag ontvangt. U hoeft dus geen exemplaar door te sturen.
3. U wordt verzocht het ontwerpbesluit en later ook het besluit aan de minister van Economische Zaken te verzenden. Deze zal het besluit doorzenden naar TenneT.

De volgende bijlagen maken onderdeel uit van deze aanvraag:

0. Aanvraagformulier omgevingsvergunning
1. Tracékaart Randstad 380 kV Noordring – Zuidelijke Ringvaart-Bleiswijk
2. Situatietekening met kadastrale aanduiding
3. Lengteprofiel Randstad 380 kV Noordring
4. Gegevens strijdig gebruik
5. Constructietekening en berekening masten Randstad 380 kV
6. Constructietekening en berekening mastfundaties Randstad 380 kV
7. Constructietekening en berekening Opstijgpunten
8. Gegevens tijdelijke lijnen
9. Werkterreintekeningen 380 kV
10. Bomeninventarisatie
11. Bodemonderzoek gesloten stortplaats

Een volledig overzicht van de vergunningsgegevens vindt u ook op het bijgevoegde bijlagenoverzicht.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben. In geval van inhoudelijke vragen of onduidelijkheden verzoeken wij u op korte termijn contact met ons op te nemen (zie aanhef brief voor contactgegevens). Voor procedurele vragen verzoeken wij u contact op te nemen met dhr. M.C. Bernardina van Bureau Energieprojecten, telefoon 070 379 6530.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.

J. (Jaap) ter Haar

GE1001DD_UN1008

Overzicht bijlagen

#	Bijlage	kenmerk
0	Aanvraagformulier omgevingsvergunning	-
1	Tracékaart Randstad 380 kV Noordring -Zuidelijke Ringvaart-Bleiswijk	VKT 5.0 12-02-2014
2	Situatietekening met kadastrale aanduiding	VKT 5.0 11-02-2014
3	Lengteprofiel Randstad 380 kV Noordring (Vijfhuizen-Bleiswijk)	30813059-50-13 – blad 5-6-7 VKT 5.0 (03-02-2014)
4	Gegevens strijdig gebruik *Ruimtelijke onderbouwing strijdig gebruik* – *Tijdelijke lijnen* – *Tijdelijke werkwegen en werkterreinen* *Overzicht bestemmingsplannen* *Situatietekeningen tijdelijke werkwegen en werkterreinen in relatie tot bestemmingsplannen*	 Overzicht BP GKB VKT 5.0 29-04-2014
5A 5B	Constructietekening en berekening masttypes Randstad 380 kV Mastenlijst gemeente Kaag en Braassem *W2S400 + 24* *W2H400 + 15* *W2S350+5* *W2S400 + 5* *W2E350* *W2E400* *W2H400 + 5*	 Mastenlijst GKB MS-0004/13 MS-0004/10 MS-20120025/12 MS-20120025/10 MS-20120025/02 MS-20120025/03 MS-20120025/06
6	Constructietekening en berekening mastfundatie Randstad 380 kV *Tekeningen mastfundaties* *Constructieberekening mastfundatie* *Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties* *Bepaling belastingen op mastfundaties* *Situatie Mast 161 (oude mast 53)*	 R3N-TEK-0019 - 0023 R3N-OWR-0003 – 0007 R3N-OWR-0008 R3N-OWR-0033 R3N-TEK-0024
7	Constructietekening en berekening Opstijgpunten Randstad 380 kV *Ontwerprapport zettingen OSP's* *Constructieberekening fundaties OSPs* *Ontwerpberekening mast 74, 150 kV-lijn Zoetermeer-Leiden* *Aansluiting bouwweg op bestaande weg* *Aansluiting bouwweg op bestaande weg met fietspad* *Inrichting OSP bij mast 153* *Inrichting OSP bij mast 154* *Inrichting OSP bij mast YMM74* *Definitief ontwerp Opstijgpunten veldhuis OSP 4 en OSP 5.*	 R3N-OWR-0011 R3N-OWR-0034 R3N-OWR-0036 R3N-TEK-0033 R3N-TEK-0034 R3N-TEK-0040 R3N-TEK-0039 R3N-TEK-0083 R3N-TEK-0084

	Aanzichten opstijgpunten	R3N-TEK-0136
8	Gegevens tijdelijke 150 kV verbinding	
	Ontwerp omleiding M74	R3N-OWR-0051
	Overzichtstekening blad 7 van 20 mast 147-143	R3N-TEK-0006
	Overzichtstekening blad 6 van 20 mast 75-74	R3N-TEK-0123
	Tijdelijke mast YMM74	R3N-TEK-0182
	VNB Plan	R3N-PLA-0005
	Planning Omleiding mast 74	R3N-PLN-0009
	Controle berekeningen M73 en M75	R3N-OWR-0055
	Planning tijdelijke hoogspanningsverbinding	20140428
9	Werkwegen en werkterreintekeningen (mast 162-148)	
	Overzichtstekening	R3N-TEK-0001 t/m 0006
	Bouwplaatsinrichting mastlocaties type A, B en C	R3N-TEK-0026
	Opbouw bouwwegen	R3N-TEK-0029
	Permanente toegangsweg (H61) naar opstijgpunt 4	R3N-TEK-0094
	Permanente toegangsweg (I31) naar opstijgpunt 5.	R3N-TEK-0095
	Toegangsweg K11 naar OSP YMM74	R3N-TEK-0096
	Overzichtstekening blad 6 van 20 (mast 75 en 74)	R3N-TEK-0123
10	Bomeninventarisatie	
	Inventarisatielijst	R3N-LST-0013
	Onderbouwing bomenkap	R3N-MEM-0002
11	Bodemonderzoek gesloten stortplaats (mast 161-162)	Het document is nog niet beschikbaar. Het zal op korte termijn worden nagezonden

QE1001QD UN1008

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Gemeente Kaag en Braassem
T.a.v. dhr. L.C. Boogaard
Westeinde 1
2371 AS / ROELOFARENDSVEEN

DATUM	29 juli 2014
ONZE REFERENTIE	000.007.40.0263071
BEHANDELD DOOR	David Klein Lenderink
TELEFOON DIRECT	026 373 12 52
E-MAIL	david.kleinlenderink@tennet.eu
AANTAL BIJLAGEN	7

BETREFT Beantwoording verzoek aanvullende gegevens aanvraag omgevingsvergunning gemeente Kaag en Braassem

Geachte heer Boogaard,

Op 20 juni 2014 heeft u per brief (kenmerk: W20140088) verzocht verschillende aanvullende gegevens te verkrijgen in verband met de aanvraag voor een omgevingsvergunning voor de gemeente Kaag en Braassem. De beantwoording vindt u hieronder en indien verwezen wordt naar documenten zijn deze bijgevoegd.

a. *Een onderbouwing op basis waarvan medewerking kan worden gegeven voor het bouwen binnen een aantal molenbiotopen en als zodanig wordt aangetoond dat de belangen in verband met de werkzaamheden anders onevenredig zouden worden geschaad (artikel 42.1, lid d, sub b bestemmingsplan):*
Voor de beantwoording van deze vraag wordt verwezen naar het Rijksinpassingsplan. In bijlage 10 *Advies Molenbiotopen*, behorend bij het Rijksinpassingsplan, wordt geconcludeerd dat de inpassing van het tracé binnen het molenbiotoop mogelijk is.

b. *Een rapportage waaruit blijkt dat de gevoelige bestemmingen aan de Zuidweg in Rijpwetering na ingebruikname van de hoogspanningsverbinding niet binnen de specifieke magneetveldzone zijn gelegen (artikel 42.5 bestemmingsplan)*:
Voor de beantwoording van deze vraag wordt verwezen naar het Rijksinpassingsplan. In bijlage 2 *Analyse gevoelige objecten magneetveldzone*, behorend bij het Rijksinpassingsplan, wordt geconcludeerd dat de gevoelige objecten niet binnen de specifieke magneetveldzone vallen (pagina 16 en 17).

c. *Een schriftelijk advies van het Hoogheemraadschap van Rijnland waaruit blijkt dat de waterkeringsbelang door de activiteiten niet onevenredig wordt geschaad (artikel 38.2, sub b en artikel 38.4.3 bestemmingsplan):*
De door u verzochte informatie is reeds bijgevoegd in de aanvraag voor de watervergunning aan het Hoogheemraadschap van Rijnland. In bijlage 2e, *Gegevens werkzaamheden in waterkeringen*, eerste tekening van de bijlage, van de aanvraag wordt uw vraag behandeld. Uit het document blijkt dat het waterkeringsbelang niet wordt geschaad door de activiteiten.

d. *Een schriftelijk advies van het Hoogheemraadschap van Rijnland waaruit blijkt dat het belang van de leiding door de activiteiten niet onevenredig wordt geschaad (artikel 32.3 bestemmingsplan):*
Het antwoord op deze vraag is identiek aan het antwoord op de voorgaande vraag.

e. *Een schriftelijk advies van Oasen waaruit blijkt dat het belang van de leiding door de activiteiten niet onevenredig wordt geschaad (artikel 33.2.3 bestemmingsplan):*
Ter beantwoording van deze vraag heb ik een verbeelding bijgevoegd waarop is aangegeven waar de leidingen binnen de gemeente Kaag en Braassem zijn gelegen. Op basis hiervan blijkt dat het belang van de leidingen door de activiteiten niet onevenredig wordt geschaad. Over deze leidingen heeft tevens overleg plaatsgevonden met leidingbeheerder Oasen. Daarbij is gebleken dat de betreffende leidingen op voldoende diepte wordt gekruist zodat er geen sprake is van belemmeringen.

f. *Een onderbouwing dat de activiteiten de natuur- en landschapswaarden niet onevenredig zullen of kunnen aantasten (artikel 14.4.3 bestemmingsplan):*
Ten tijde van de vaststelling van het Rijksinpassingsplan zijn ontheffingen verleend voor een Natuurbeschermingswet vergunning en een Flora en Faunawet vergunning. In de vergunningverlening ligt besloten dat de activiteiten de te beschermen natuurwaarden niet onevenredig zullen of kunnen aantasten. Anders gezegd: de gewenste onderbouwing ligt in de vergunningverlening besloten. Beide vergunningen zijn thans onherroepelijk. Met betrekking tot de landschapswaarden verwijs ik naar het Rijksinpassingsplan, bijlage 3 *Landschapsplan*. Hierin wordt beschreven dat de activiteiten de te beschermen landschapswaarden niet onevenredig zullen of kunnen aantasten. De Afdeling bestuursrechtspraak Raad van State heeft zich hier positief over uitgesproken.

g. *Een archeologisch onderzoek waaruit blijkt dat archeologische waarden niet worden geschaad of mogelijke schade kan worden voorkomen door het verbinden van voorwaarden of beperkingen aan de vergunning (artikel 34.2 en artikel 35.2 bestemmingsplan):*
Ten behoeve van de realisatie van het Randstad 380 kV Noordring project zijn verschillende archeologische onderzoeken uitgevoerd. In het meest recente onderzoek – een zogenaamde Quickscan uitgevoerd door de firma Hazenberg Archeologie – wordt opgetekend dat geen archeologische waarden worden geschaad noch dat mogelijke schade kan worden voorkomen door het verbinden van voorwaarden of beperkingen aan de vergunning.

h. *Een aanvraagformulier voor de activiteit 'uitvoeren werk of werkzaamheden' voor het kappen van de bomen binnen de bestemming Natuur:*
Het aanvraagformulier 'uitvoeren werk of werkzaamheden' is toegevoegd aan de aanvraag in het Omgevingsloket. Het formulier is als bijlage toegevoegd.

i. *Een bouwtekening (incl. maatvoering etc.) van de te bouwen mast 74:*
De aannemer (BAM) heeft nog geen bouwtekening van de nieuwe mast gemaakt. De tekening zal gemaakt worden in de volgende fase van het project. In het ontwerprapport staan wel tekeningen van de mast met afmetingen (pagina 1-3) en aanzichten in bijlage 3. De nieuwe mast is qua afmetingen (hoogte, breedte) gelijk gehouden aan de bestaande mast.

j. *Een bouwtekening (incl. maatvoering etc.) van het te bouwen tijdelijke portaal in de 150 kV hoogspanningslijn in het Ghoybos:*
De verzochte gegevens hebt u op 21 juli jongstleden per e-mail ontvangen via mijn collega Wenda van Dijk.

k. *Een bouwtekening (onderbouwing of gelijkwaardig) van de bestaande mast op de locatie 74 om te kunnen beoordelen of de nieuwe mast 74 qua afmetingen etc. hiermee overeen komt:*
Het antwoord op deze vraag is gelijk aan het antwoord op vraag (i).

l. *Een juiste opgave van de projectkosten. Gelet op het totaal van de opgave van de bouwkosten van de diverse onderdelen kunnen deze niet kloppen:*
De opgegeven kosten moeten inderdaad anders worden vermeld. In casu zijn drie type kosten te onderscheiden. Te weten: bouwen overig bouwwerk bouwen (mast nrs. 162-148) € 8.035.642; bouwen overig bouwwerk bouwen 2 (OSP's 154, 153 en 74) € 4.133.171; bouwen overig bouwwerk bouwen 3

(tijdelijke lijnen 150 kV hoogspanningsverbinding 74) € 2.789.00. Tezamen is het bedrag dan € 12.447.713.

Ook zijn nog een drietal vragen gesteld met betrekking tot het aangevraagde strijdig gebruik. In relatie hiertoe vraagt Kaag en Braassem om ook de volgende gegevens als aanvulling te overleggen (pagina 4 van de brief):

a. *Een onderbouwing waarom het noodzakelijk is om mast 162 hoger te bouwen dan is toegestaan en waarom een binnenplanse afwijking daarvoor gevoerd zal moeten worden:*
Mast 162 wordt 0,2 meter hoger gebouwd in verband met de vereiste doorvaarhoogte en veiligheidsmarge bij de ringvaart.

b. *Een onderbouwing wat betreft nut en noodzaak voor de aanleg van de permanente toegangsweg in het Ghoybos:*
De permanente weg zal niet langer worden aangelegd De aanvraag wordt op dit specifieke punt ingetrokken.

c. *Een onderbouwing wat betreft de noodzaak van het uitvoeren van de tijdelijke activiteiten en werkzaamheden:*
De verzochte gegevens hebt u op 16 juli jongstleden per e-mail ontvangen via mijn collega Wenda van Dijk.

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Indien u nog aanvullende informatie behoeft kunt u contact met mij opnemen.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.

mr. D.A.B. (David) Klein Lenderink
Adviseur vergunningen

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

Gemeente Kaag en Braassem
T.a.v. L.C. Boogaard
Westeinde 1
2371 AS / ROELOFARENDSVEEN

DATUM 31 juli 2014
UW REFERENTIE 000.007.40.0263784
BEHANDELD DOOR David Klein Lenderink
TELEFOON DIRECT 026 373 12 52
E-MAIL david.kleinlenderink@tennet.eu

BETREFT Overzicht aanvullingen aanvraag omgevingsvergunning Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen)

Geachte heer Boogaard,

Op 5 mei 2014 heeft u een aanvraag omgevingsvergunning ontvangen voor de realisatie van een 380 kV hoogspanningsverbinding.

Ten aanzien van de ingediende omgevingsvergunning zijn verschillende wijzigingen doorgevoerd. Het betreffen de volgende wijzigingen:

- De activiteit '*gesloten stortplaats*' maakt niet langer deel uit van de aanvraag. De bijlage *'Bodemonderzoek gesloten stortplaats'* is om deze reden geschrapt uit de aanvraag
- Het document '*Notitie bomen kappen gemeente Kaag en Braassem'* (R3N-MEM-0002) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 10 van de aanvraag
- Het document '*Inventarisatie bomen omgevingsvergunning kappen*' (R3N-LST-0013) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 10 van de aanvraag
- De activiteit '*werk of werkzaamheden uitvoeren*' is toegevoegd aan de aanvraag
- Het document '*Ruimtelijke onderbouwing tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding 150 kV*' (RO-ROB-870.008.01.O01 Kaag en Braassem) is toegevoegd aan bijlage 4 van de aanvraag
- Het document '*Bodemonderzoek project Randstad 380 Traject Noordring Vijfhuizen Bleiswijk*' is toegevoegd aan de aanvraag. Het document is geplaatst in bijlage 11 dat vrijgekomen is nu de activiteit 'gesloten stortplaats' niet langer deel uitmaakt van de aanvraag
- Ten behoeve van het document '*Bodemonderzoek project Randstad 380 Traject Noordring Vijfhuizen Bleiswijk*' is het document '*omnummertabel vkt 4.0 naar vkt 5.0*' toegevoegd aan bijlage 11 van de aanvraag. In het eerstgenoemde document wordt namelijk nog gebruikgemaakt van de oude (niet langer geldende) mastnummering
- Het document '*Aanvullend bodemonderzoek mast 161 en 162 ter hoogte van de Hanepoel*' is

toegevoegd aan de aanvraag. Het document is geplaatst in bijlage 11 dat vrijgekomen is nu de activiteit 'gesloten stortplaats' niet langer deel uitmaakt van de aanvraag

Wij verwachten u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Indien u een nadere toelichting, verzoeken wij u contact met ons op te nemen.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.

J. (Jaap) ter Haar
Clustermanager Randstad 380 kV

GE1001DD.UN1008

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Gemeente Kaag en Braassem
T.a.v. L.C. Boogaard
Westeinde 1
2371 AS / ROELOFARENDSVEEN

DATUM 4 augustus 2014
ONZE REFERENTIE 000.007.40.0264503
BEHANDELD DOOR David Klein Lenderink
FAX DIRECT 026 373 12 52
E-MAIL david.kleinlenderink@tennet.eu

BETREFT Overzicht aanvulling aanvraag omgevingsvergunning Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen)

Geachte heer Boogaard,

Op 5 mei 2014 heeft u een aanvraag omgevingsvergunning ontvangen voor de realisatie van een 380 kV hoogspanningsverbinding.

Ten aanzien van de ingediende aanvraag omgevingsvergunning zijn verschillende wijzigingen doorgevoerd. Hiervan heb ik u in mijn schrijven van 31 juli jongstleden (kenmerk: 000.007.40.0263784) op de hoogte gesteld. Middels dit schrijven wil ik u op de hoogte stellen van nog een wijziging:

- Het document '*Archeologisch advies Randstad 380 kV-verbinding Beverwijk – Zoetermeer/ Bleiswijk (R380kV Noordring) en 150 kV-leiding Oude Rijn-zone, Zuid Holland*' (Tennet_R380kV-N_DEF_20100511_LB) is toegevoegd aan de aanvraag. Het document is geplaatst in bijlage 11

Wij verwachten u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Indien u een nadere toelichting wenst, verzoeken wij u contact met ons op te nemen.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.

J. (Jaap) ter Haar
Clustermanager Randstad 380 kV

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Gemeente Kaag en Braassem
T.a.v. L.C. Boogaard
Westeinde 1
2371 AS / ROELOFARENDSVEEN

DATUM	5 september 2014
ONZE REFERENTIE	000.007.40.0272341
BEHANDELD DOOR	David Klein Lenderink
TELEFOON DIRECT	026 373 12 52
E-MAIL	david.kleinlenderink@tennet.eu

BETREFT Overzicht aanvullingen aanvraag omgevingsvergunning Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen)

Geachte heer Boogaard,

Op 5 mei 2014 heeft u een aanvraag omgevingsvergunning ontvangen voor de realisatie van een 380 kV hoogspanningsverbinding.

Ten aanzien van de ingediende aanvraag zijn verschillende wijzigingen doorgevoerd. De wijzigingen zijn doorgevoerd naar aanleiding van overleg met het Hoogheemraadschap van Rijnland. De hieronder genoemde documenten zijn gewijzigd. Wij verzoeken u om deze documenten te vervangen. Het betreffen alleen wijzigingen die van belang zijn voor het Hoogheemraadschap van Rijnland. Deze wijzigingen betreffen dus geen vergunningplichtige activiteiten voor de gemeente Kaag en Braassem. We verzoeken u wel om de nieuwe versie van deze documenten mee te nemen in het ontwerpbesluit omwille van de eenheid van alle samenhangende besluiten in het kader van de rijkscoördinatieregeling. Het betreffen de volgende wijzigingen:

- Het document *'Overzichtstekening, blad 1 van 20 (mast 161-158)'* (R3N-TEK-0001) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 9 van de aanvraag
- Het document *'Overzichtstekening, blad 2 van 20 (mast 157-154)'* (R3N-TEK-0002) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 9 van de aanvraag
- Het document *'Overzichtstekening, blad 3 van 20 (mast 154)'* (R3N-TEK-0003) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 9 van de aanvraag
- Het document *'Overzichtstekening, blad 4 van 20 (mast 153-150)'* (R3N-TEK-0004) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 9 van de aanvraag
- Het document *'Overzichtstekening, blad 5 van 20 (mast 149-147)'* (R3N-TEK-0005) is aangepast ten

opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 9 van de aanvraag

- Het document *'Overzichtstekening, blad 7 van 20 (mast 147-143)'* (R3N-TEK-0006) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 9 van de aanvraag
- Het document 'Inrichting OSP 4 bij mast 154' (R3N-TEK-0039) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 7 van de aanvraag
- Het document *'Inrichting OSP 5 bij mast 153'* (R3N-TEK-0040) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 7 van de aanvraag
- Het document '*Inrichting OSP bij YMM74*' (R3N-TEK-0083) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 7 van de aanvraag
- Het document '*Overzichtstekening, blad 6 van 20 (mast 75-74)*' (R3N-TEK-00123) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 9 van de aanvraag
- Het document '*Logistiek plan*' (R3N-PLA-004) is toegevoegd aan de aanvraag. Het document is toegevoegd aan bijlage 12 van de aanvraag

Wij verwachten u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Indien u een nadere toelichting wenst, verzoeken wij u contact met ons op te nemen.

Hoogachtend,

TenneT TSO B.V.

J. (Jaap) ter Haar
Clustermanager Randstad 380 kV

Overzicht bijlagen

#	**Bijlage**	**kenmerk**
0	Aanvraagformulier omgevingsvergunning	-
1	Tracékaart Randstad 380 kV Noordring -Zuidelijke Ringvaart-Bleiswijk	VKT 5.0 12-02-2014
2	Situatietekening met kadastrale aanduiding	VKT 5.0 11-02-2014
3	Lengteprofiel Randstad 380 kV Noordring (Vijfhuizen-Bleiswijk)	30813059-50-13 – blad 5-6-7 VKT 5.0 (03-02-2014)
4	Gegevens strijdig gebruik *Ruimtelijke onderbouwing strijdig gebruik* – *Tijdelijke lijnen* – *Tijdelijke werkwegen en werkterreinen* *Overzicht bestemmingsplannen* *Situatietekeningen tijdelijke werkwegen en werkterreinen in relatie tot bestemmingsplannen* *Ruimtelijke onderbouwing tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding 150 kV*	 Overzicht BP GKB VKT 5.0 29-04-2014 RO-ROB-870.008.01.O01
5A 5B	Constructietekening en berekening masttypes Randstad 380 kV Mastenlijst gemeente Kaag en Braassem *W2S400 + 24* *W2H400 + 15* *W2S350+5* *W2S400 + 5* *W2E350* *W2E400* *W2H400 + 5*	 Mastenlijst GKB MS-0004/13 MS-0004/10 MS-20120025/12 MS-20120025/10 MS-20120025/02 MS-20120025/03 MS-20120025/06
6	Constructietekening en berekening mastfundatie Randstad 380 kV *Tekeningen mastfundaties* *Constructieberekening mastfundatie* *Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties* *Bepaling belastingen op mastfundaties* *Situatie Mast 161 (oude mast 53)*	 R3N-TEK-0019 - 0023 R3N-OWR-0003 – 0007 R3N-OWR-0008 R3N-OWR-0033 R3N-TEK-0024
7	Constructietekening en berekening Opstijgpunten Randstad 380 kV *Ontwerprapport zettingen OSP's* *Constructieberekening fundaties OSPs* *Ontwerpberekening mast 74, 150 kV-lijn Zoetermeer-Leiden* *Aansluiting bouwweg op bestaande weg* *Aansluiting bouwweg op bestaande weg met fietspad* *Inrichting OSP bij mast 153* *Inrichting OSP bij mast 154* *Inrichting OSP bij mast YMM74* *Definitief ontwerp Opstijgpunten veldhuis OSP 4 en OSP 5.* *Aanzichten opstijgpunten*	 R3N-OWR-0011 R3N-OWR-0034 R3N-OWR-0036 R3N-TEK-0033 R3N-TEK-0034 R3N-TEK-0040 R3N-TEK-0039 R3N-TEK-0083 R3N-TEK-0084 R3N-TEK-0136
8	Gegevens tijdelijke 150 kV verbinding *Ontwerp omleiding M74* *Overzichtstekening blad 7 van 20 mast 147-143* *Overzichtstekening blad 6 van 20 mast 75-74* *Tijdelijke mast YMM74*	 R3N-OWR-0051 R3N-TEK-0006 R3N-TEK-0123 R3N-TEK-0182

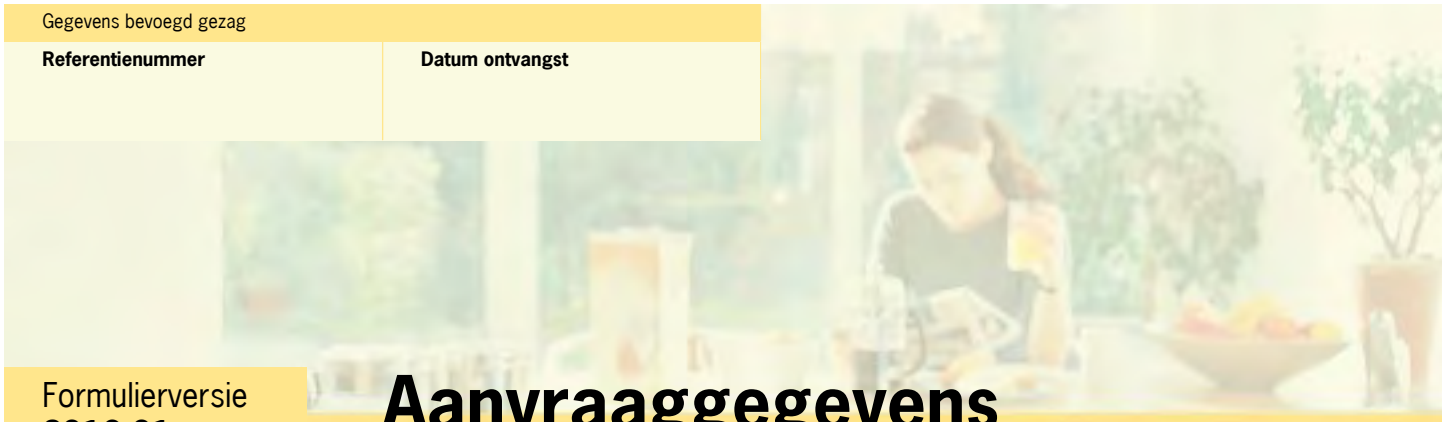
	VNB Plan *Planning Omleiding mast 74* *Controle berekeningen M73 en M75* Planning tijdelijke hoogspanningsverbinding	R3N-PLA-0005 R3N-PLN-0009 R3N-OWR-0055 20140428
9	Werkwegen en werkterreintekeningen (mast 162-148) *Overzichtstekening* *Bouwplaatsinrichting mastlocaties type A, B en C* *Opbouw bouwwegen* *Permanente toegangsweg (H61) naar opstijgpunt 4* *Permanente toegangsweg (I31) naar opstijgpunt 5.* *Toegangsweg K11 naar OSP YMM74* *Overzichtstekening blad 6 van 20 (mast 75 en 74)*	 R3N-TEK-0001 t/m 0006 R3N-TEK-0026 R3N-TEK-0029 R3N-TEK-0094 R3N-TEK-0095 R3N-TEK-0096 R3N-TEK-0123
10	Bomeninventarisatie *Inventarisatielijst* *Onderbouwing bomenkap*	 R3N-LST-0013 R3N-MEM-0002
11	Bodemonderzoek *Bodemonderzoek project Randstad 380 kV Traject Noordring Vijfhuizen Bleiswijk* *Omnummertabel vkt. 4.0. naar vkt 5.0.* *Aanvullend bodemonderzoek mast 161 en 162 ter hoogte van de Hanepoel* *Archeologisch advies Randstad 380 kV-verbinding Beverwijk – Zoetermeer/ Bleiswijk (R380kV Noordring) en 150 kV-leiding Oude Rijn-zone, Zuid Holland*	 R001-1206786MBG-agv-V01-NL R001-1222212HLM-agv-V01-NL Tennet_R380kV-N_DEF_20100511_LB
12	Logistiek plan	R3N-PLA-0004

Inhoudsopgave

0	Aanvraagformulier vergunning Provinciale Wegenverordening 2012
Bijlage 1	Tracékaart Randstad 380 kV (Zuidelijke Ringvaart-Vijfhuizen) VKT 5.0 12-02-2014
Bijlage 2	Situatietekeningen met kadastrale aanduiding VKT 5.0 11-02-2014
Bijlage 3	Lengteprofielen Randstad 380kV 30813059-50-13 VKT 5.0 -10-11 blad 5-6-7, VKT 5.0 (03-02-2014)
Bijlage 4	Gegevens strijdig gebruik Ruimtelijke onderbouwing strijdig gebruik - Tijdelijke lijnen - Tijdelijke werkwegen en werkterreinen Overzicht bestemmingsplannen, Overzicht BP GKB Situatietekeningen tijdelijke werkwegen en werkterreinen in relatie tot bestemmingsplannen, VKT 5.0 29-04-2014
Bijlage 5	Constructietekening en berekening masttypes Randstad 380 kV 5A Mastenlijst gemeente Kaag en Braassem, Mastenlijst GKB 5B W2S400 + 24 (MS-0004/13) W2H400 + 15 (MS-0004/10) W2S350+5 (MS-2012002S/12) W2S400 + 5 (MS-2012002S/1 0) W2E350 (MS-2012002S/02) W2E400 (MS-2012002S/03) W2H400 + 5 (MS-20120025/06) W2H400+10 (MS0004/08) W2H400+5 (MS20120025/06) W2S400+5 (MS20120025/10) W4H400ZA+10 (MS004/15) W4S400Z+5 (MS0004/05)
Bijlage 6	Constructietekening en berekening mastfundatie Randstad 380 kV Tekeningen mastfundaties, R3N-TEK-0019- 0023 Constructieberekening mastfundatie, R3N-OWR-0003- 0007 Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties, R3N-OWR-0008 Bepaling belastingen op mastfundaties, R3N-OWR-0033 Situatie Mast 161 (oude mast 53), R3N-TEK-0024

Gegevens bevoegd gezag

Referentienummer	**Datum ontvangst**



Formulierversie
2013.01

Aanvraaggegevens

Ingediende aanvraag/melding

Aanvraagnummer	1176277
Aanvraagnaam	R380 NR Omgevingsvergunning Kaag en Braassem
Uw referentiecode	4e UM 16 GKB-OMGV lijn
Ingediend op	05-05-2014
Soort procedure	Onbekend
Projectomschrijving	In de Randstad wordt een nieuwe 380 kVhoogspanningsverbinding gerealiseerd om in de toekomst voldoende capaciteit te kunnen bieden voor elektriciteitstransport in de regio. De hoogspanningsverbinding bestaat uit twee van elkaar te onderscheiden verbindingen. Het betreft de verbinding tussen Wateringen en Zoetermeer (Bleiswijk), de 'Zuidring', en de verbinding tussen Beverwijk en Zoetermeer, de 'Noordring'. Deze aanvraag ziet op een onderdeel van het tracé Noordring.
Opmerking	-
Gefaseerd	Nee
Blokkerende onderdelen weglaten	Ja
Persoonsgegevens openbaar maken	Ja
Kosten openbaar maken	Nee
Bijlagen die later komen	Niet van toepassing.
Bijlagen n.v.t. of al bekend	Niet van toepassing.

Bevoegd gezag

Naam:	Provincie Zuid-Holland
Bezoekadres:	Zuid-Hollandplein 1 2596 AW Den Haag
Postadres:	Postbus 90602 2501 LP Den Haag
E-mailadres algemeen:	aam.vos@pzh.nl
Website:	http://www.zuid-holland.nl
Contactpersoon:	A.A.M. Vos

Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Aanvragergegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

- Overig bouwwerk bouwen
  - Bouwen
- Kappen
  - Kappen
- Uitrit aanleggen of veranderen
  - Uitrit aanleggen of veranderen
- Werk of werkzaamheden uitvoeren
  - Werk of werkzaamheden uitvoeren
- Gebruik gesloten stortplaats
  - Gebruik gesloten stortplaatsen
- Overig bouwwerk bouwen 2
  - Bouwen
- Uitrit aanleggen of veranderen 2
  - Uitrit aanleggen of veranderen
- Overig bouwwerk bouwen 3
  - Bouwen
- Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening
  - Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening
- Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening 2
  - Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening

Bijlagen

Kosten

Formulierversie
2013.01

Aanvrager bedrijf

1 Bedrijf

KvK-nummer	09155985
Vestigingsnummer	000020300360
Statutaire naam	TenneT TSO B.V.
Handelsnaam	TenneT TSO

2 Contactpersoon

Geslacht	☑ Man ☐ Vrouw
Voorletters	J
Voorvoegsels	ter
Achternaam	Haar
Functie	Clustermanager Randstad 380 kV

3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode	6812AR
Huisnummer	310
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Utrechtseweg
Woonplaats	ARNHEM

4 Correspondentieadres

Adres	Utrechtseweg 310 6812AR ARNHEM

5 Contactgegevens

Telefoonnummer	026-373 12 52
Faxnummer	026-373 16 42
E-mailadres	david.kleinlenderink@tennet.eu

Formulierversie
2013.01

Locatie

1 Kadastraal perceelnummer

Burgerlijke gemeente	Kaag en Braassem
Kadastrale gemeente	☑ Alkemade
Kadastrale sectie	D
Kadastraal perceelnummer	2049
Bouwplannaam	-
Bouwnummer	-
Gelden de werkzaamheden in deze aanvraag/melding voor meerdere adressen of percelen?	☑ Ja ☐ Nee
Specificatie locatie	Zie bijlage 2.

2 Eigendomssituatie

Eigendomssituatie van het perceel	☐ U bent eigenaar van het perceel ☐ U bent erfpachter van het perceel ☐ U bent huurder van het perceel ☑ Anders
Uw belang bij deze aanvraag	TenneT is de initatiefnemer van het project Randstad 380 kV Noordring. Gesprekken om zakelijk recht te verstigen worden momenteel gevoerd en zullen voor start uitvoering worden afgerond.

Formulierversie
2013.01

Bouwen

Overig bouwwerk bouwen

1 De bouwwerkzaamheden

Wat is er op het bouwwerk van toepassing?	☐ Het wordt geheel vervangen ☐ Het wordt gedeeltelijk vervangen ☑ Het wordt nieuw geplaatst
Eventuele toelichting	Bouwen 380 kV hoogspanningsmasten nrs. 162-148.
Hebt u voor deze bouwwerkzaamheden al eerder een vergunning aangevraagd?	☐ Ja ☑ Nee

2 Plaats van het bouwwerk

Waar gaat u bouwen?	Terrein

3 Bruto vloeroppervlakte bouwwerk

Verandert de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee
Wat is de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk in m2 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk in m2 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	40

4 Bruto inhoud bouwwerk

Verandert de bruto inhoud van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee
Wat is de bruto inhoud van het bouwwerk in m3 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bruto inhoud van het bouwwerk in m3 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	74

5 Oppervlakte bebouwd terrein

Verandert de bebouwde oppervlakte van het terrein na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee

Wat is de bebouwde oppervlakte van het terrein in m2 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bebouwde oppervlakte van het terrein in m2 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	40

6 Seizoensgebonden en tijdelijke bouwwerken

Gaat het om een seizoensgebonden bouwwerk?	☐ Ja ☑ Nee
Gaat het om een tijdelijk bouwwerk?	☐ Ja ☑ Nee

7 Gebruik

Waar gebruikt u het bouwwerk en/ of terrein momenteel voor?	☐ Wonen ☑ Overige gebruiksfuncties
Geef aan waar u het bouwwerk en/ of terrein momenteel voor gebruikt.	De gronden worden momenteel conform vigerende bestemming gebruikt door derden.
Waar gaat u het bouwwerk voor gebruiken?	☐ Wonen ☑ Overige gebruiksfuncties
Geef aan waar u het bouwwerk voor gaat gebruiken.	Nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding.

8 Gebruiksfuncties

In onderstaande tabel staan in de eerste kolom mogelijke gebruiksfuncties die in een bouwwerk kunnen voorkomen. Vul voor alle gebruiksfuncties die voor u van toepassing zijn het aantal personen, de totale gebruiksoppervlakte en de totale vloeroppervlakte van het verblijfsgebied in m2 in hele getallen in.

Gebruiksfunctie	Aantal personen	Gebruiksoppervlakte (m2)	Verblijfsoppervlakte (m2)
Bijeenkomst			
Cel			
Gezondheidszorg			
Industrie			
Kantoor			
Logies			
Onderwijs			
Sport			
Winkel			
Overige gebruiksfuncties			

9 Uiterlijk bouwwerk/welstand

Beschrijf van de onderstaande onderdelen de materialen en kleuren die u voor het bouwwerk gebruikt. U mag het veld leeg laten als u materialen en kleuren in de bijlagen vermeldt

Onderdelen	Materiaal	Kleur
Gevels		
- Plint gebouw		
- Gevelbekleding		
- Borstweringen		
- Voegwerk		
Kozijnen		
- Ramen		
- Deuren		
- Luiken		
Dakgoten en boeidelen		
Dakbedekking		

Vul hier overige onderdelen en bijbehorende materialen en kleuren in.

Zie bijlage 5.

10 Mondeling toelichten

Ik wil mijn bouwplan mondeling toelichten voor de welstandscommissie/ stadsbouwmeester.

- ☐ Ja
- ☑ Nee

Formulierversie
2013.01

Kappen

1 Kappen

Wat wilt u gaan doen?	☑ Kappen ☐ Anders
Om hoeveel houtopstanden gaat het?	105
Beschrijf per houtopstand om welk soort houtopstand het gaat.	Zie bijlage 10.
Beschrijf per houtopstand de locatie op het voor-, zij-, of achtererf.	Zie bijlage 10.
Geef per houtopstand de diameter van de stam in centimeter, gemeten op 1,30 m boven het maaiveld.	Zie bijlage 10.
Beschrijf per houtopstand of er een mogelijkheid is tot herbeplanten en, zo ja, of u dat van plan bent. Geef in het geval van herbeplanten aan op welke locatie en met welke soorten u dat wilt gaan doen.	Zie bijlage 10.
Geef eventueel een toelichting op wat u gaat doen.	Zie bijlage 10.

Formulierversie
2013.01

Uitrit aanleggen of veranderen

1 Uitrit op provinciale weg

Betreft het een in- of uitrit op een provinciale weg?	☐ Ja ☑ Nee

2 Uitrit aanleggen of veranderen

Wat wilt u precies gaan doen?	☑ Een nieuwe in- of uitrit aanleggen ☐ Een bestaande in- of uitrit veranderen ☐ Anders
Geef eventueel een toelichting op wat u gaat doen.	De aanleg van tijdelijke uitritten ten behoeve van het bouwverkeer van de aanleg van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV.
Aan welk erf ligt de in- of uitrit?	☑ Voorerf ☐ Zijerf ☐ Achtererf
Vul de straatnaam in waar de in- of uitrit op uitkomt.	Bovenweg, Dwarsweg, Korte Dwarsweg, Ripselaan, Blauwemoleneweg, Zuidweg, Zuidzijderweg.

3 Details uitrit

Wat zijn de afmetingen van de nieuwe in- of uitrit?	Zie bijlage 9.
Welk materiaal wordt gebruikt?	Zie bijlage 9.
Zijn er obstakels aanwezig die het aanleggen of het gebruiken van de in- of uitrit in de weg staan?	☐ Ja ☑ Nee

Werk of werkzaamheden uitvoeren

Formulierversie
2013.01

1 Werk of werkzaamheden uitvoeren

Binnen welk bestemmingsplan zullen de werken, geen bouwwerk zijnde, of werkzaamheden worden uitgevoerd?	Bestemmingsplan Kaag en Braassem Buitengebied West.
Welke werken, geen bouwwerken zijnde, of welke werkzaamheden zullen worden uitgevoerd?	Aanleg tijdelijke werkwegen en werkterreinen.
Wordt grond afgevoerd naar een andere locatie?	☐ Ja ☑ Nee
Zijn er obstakels aanwezig die in de weg staan voor het uitvoeren van het werk of de werkzaamheid?	☐ Ja ☑ Nee
Staat in het bestemmingsplan dat een rapport moet worden overlegd waarin de archeologische waarde is vastgelegd van het terrein dat zal worden verstoord?	☐ Ja ☑ Nee

Formulierversie
2013.01

Gebruik gesloten stortplaatsen

Gebruik gesloten stortplaats

1 Gebruik gesloten stortplaatsen

Wat is de naam van de gesloten stortplaats?	locatie Bovenweg ten zuiden van de Hanepoel
Wat is het huidige gebruik van de gesloten stortplaats?	Bestemming Natuur
Beschrijf waarvoor de gesloten stortplaats gebruikt zal worden.	De gesloten stortplaats zal deels gebruikt worden ten behoeve van de aanleg trace Randstad 380 kv (mast 161-162).
Beschrijf waarvoor het gebied waarin de nazorgvoorzieningen liggen gebruikt zal worden.	Het gebied zal deels gebruikt gaan worden voor de mastfundatie van 2 nieuwe 380 kV hoogspanningsmasten
Zijn er andere personen of rechtspersonen die een zakelijk recht hebben op het grondgebied?	☑ Ja ☐ Nee
Geef (per zakelijk recht) de namen en adressen van alle (rechts)personen met een zakelijk recht op het grondgebied.	Eigendom => VERGUNST, MEVR. L.B. => mast 162 Eigendom => STICHTING JACOBUS NATUURGEBIED HANEPOEL => mast 161
Zijn er andere personen die een persoonlijk recht hebben op het grondgebied?	☑ Ja ☐ Nee
Geef (per persoonlijk recht) de namen en adressen van alle personen met een persoonlijk recht op het grondgebied.	Eigendom => VERGUNST, MEVR. L.B. => mast 162 Eigendom => STICHTING JACOBUS NATUURGEBIED HANEPOEL => mast 161

Formulierversie
2013.01

Bouwen

Overig bouwwerk bouwen 2

1 De bouwwerkzaamheden

Wat is er op het bouwwerk van toepassing?	☐ Het wordt geheel vervangen ☐ Het wordt gedeeltelijk vervangen ☑ Het wordt nieuw geplaatst
Eventuele toelichting	Bouwen opstijgpunt 154 380 kV Dwarsweg. Bouwen opstijgpunt 153 380 kV Zuidweg. Bouwen opstijgpunt 74 150 kV.
Hebt u voor deze bouwwerkzaamheden al eerder een vergunning aangevraagd?	☐ Ja ☑ Nee

2 Plaats van het bouwwerk

Waar gaat u bouwen?	Terrein

3 Bruto vloeroppervlakte bouwwerk

Verandert de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee
Wat is de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk in m2 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk in m2 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	4500

4 Bruto inhoud bouwwerk

Verandert de bruto inhoud van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee
Wat is de bruto inhoud van het bouwwerk in m3 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bruto inhoud van het bouwwerk in m3 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0

5 Oppervlakte bebouwd terrein

Verandert de bebouwde oppervlakte van het terrein na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee

Wat is de bebouwde oppervlakte van het terrein in m2 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bebouwde oppervlakte van het terrein in m2 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	4500

6 Seizoensgebonden en tijdelijke bouwwerken

Gaat het om een seizoensgebonden bouwwerk?	☐ Ja ☑ Nee
Gaat het om een tijdelijk bouwwerk?	☐ Ja ☑ Nee

7 Gebruik

Waar gebruikt u het bouwwerk en/ of terrein momenteel voor?	☐ Wonen ☑ Overige gebruiksfuncties
Geef aan waar u het bouwwerk en/ of terrein momenteel voor gebruikt.	De gronden worden momenteel conform vigerende bestemming gebruikt door derden.
Waar gaat u het bouwwerk voor gebruiken?	☐ Wonen ☑ Overige gebruiksfuncties
Geef aan waar u het bouwwerk voor gaat gebruiken.	Nieuwe opstijgpunten project Randstad 380 kV, waarvan 153 en 154 zijn 380 kV en 74 is een 150 kV opstijgpunt.

8 Gebruiksfuncties

In onderstaande tabel staan in de eerste kolom mogelijke gebruiksfuncties die in een bouwwerk kunnen voorkomen. Vul voor alle gebruiksfuncties die voor u van toepassing zijn het aantal personen, de totale gebruiksoppervlakte en de totale vloeroppervlakte van het verblijfsgebied in m2 in hele getallen in.

Gebruiksfunctie	Aantal personen	Gebruiksoppervlakte (m2)	Verblijfsoppervlakte (m2)
Bijeenkomst			
Cel			
Gezondheidszorg			
Industrie			
Kantoor			
Logies			
Onderwijs			
Sport			
Winkel			
Overige gebruiksfuncties			

9 Uiterlijk bouwwerk/welstand

Beschrijf van de onderstaande onderdelen de materialen en kleuren die u voor het bouwwerk gebruikt. U mag het veld leeg laten als u materialen en kleuren in de bijlagen vermeldt

Onderdelen	Materiaal	Kleur
Gevels		
- Plint gebouw		
- Gevelbekleding		
- Borstweringen		
- Voegwerk		
Kozijnen		
- Ramen		
- Deuren		
- Luiken		
Dakgoten en boeidelen		
Dakbedekking		

Vul hier overige onderdelen en bijbehorende materialen en kleuren in.

Zie bijlage 7.

10 Mondeling toelichten

Ik wil mijn bouwplan mondeling toelichten voor de welstandscommissie/ stadsbouwmeester.

- ☐ Ja
- ☑ Nee

Formulierversie
2013.01

Uitrit aanleggen of veranderen

Uitrit aanleggen of veranderen 2

1 Uitrit op provinciale weg

Betreft het een in- of uitrit op een provinciale weg?	☑ Ja ☐ Nee

2 Uitrit aanleggen of veranderen

Wat wilt u precies gaan doen?	☑ Een nieuwe in- of uitrit aanleggen ☐ Een bestaande in- of uitrit veranderen ☐ Anders
Geef eventueel een toelichting op wat u gaat doen.	De aanleg van tijdelijke uitritten ten behoeve van het bouwverkeer van de aanleg van de hoogspanningsmasten Randstad 380 kV.
Aan welk erf ligt de in- of uitrit?	☑ Voorerf ☐ Zijerf ☐ Achtererf
Vul de straatnaam in waar de in- of uitrit op uitkomt.	Provinciale weg N445.

3 Details uitrit

Wat zijn de afmetingen van de nieuwe in- of uitrit?	Zie bijlage 9.
Welk materiaal wordt gebruikt?	Zie bijlage 9.
Zijn er obstakels aanwezig die het aanleggen of het gebruiken van de in- of uitrit in de weg staan?	☐ Ja ☑ Nee

10 Provinciespecifieke vragen

Wat is de bestemming van de in/ uitrit?	Tijdelijke uitrit bouwverkeer.
Geef aan of u vanaf uw perceel al toegang tot een andere weg heeft en beschrijf die in/uitrit.	Zie bijlage 9.
Wat is het totale aantal te verwachten in- en uitritbewegingen per dag?	Bijlage 8
Is er sprake van een uitrit op een provinciale weg?	☑ Ja ☐ Nee
Bij een provinciale weg: Wat is het wegnummer en het kilometerpunt (zie kilometerpaal langs de weg)?	Bijlage 9

Wordt het uitzicht op de rijbaan bezien vanaf de beoogde uitrit geheel of gedeeltelijk belemmerd?	☐ Ja ☑ Nee
Wat is de gewenste breedte van de in/uitrit op de erfgrens en op de aansluiting van de weg?	Zie bijlage 9.
Welk type voertuig maakt gebruik van de uitweg?	Zie bijlage 9.

Formulierversie
2013.01

Bouwen

Overig bouwwerk bouwen 3

1 De bouwwerkzaamheden

Wat is er op het bouwwerk van toepassing?	☐ Het wordt geheel vervangen ☐ Het wordt gedeeltelijk vervangen ☑ Het wordt nieuw geplaatst
Eventuele toelichting	Bouwen aanleg tijdelijke lijn 150 kV hoogspanningsverbinding 74.
Hebt u voor deze bouwwerkzaamheden al eerder een vergunning aangevraagd?	☐ Ja ☑ Nee

2 Plaats van het bouwwerk

Waar gaat u bouwen?	Terrein

3 Bruto vloeroppervlakte bouwwerk

Verandert de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee
Wat is de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk in m2 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk in m2 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	40

4 Bruto inhoud bouwwerk

Verandert de bruto inhoud van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee
Wat is de bruto inhoud van het bouwwerk in m3 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bruto inhoud van het bouwwerk in m3 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0

5 Oppervlakte bebouwd terrein

Verandert de bebouwde oppervlakte van het terrein na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee

Wat is de bebouwde oppervlakte van het terrein in m2 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bebouwde oppervlakte van het terrein in m2 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	40

6 Seizoensgebonden en tijdelijke bouwwerken

Gaat het om een seizoensgebonden bouwwerk?	☐ Ja ☑ Nee
Gaat het om een tijdelijk bouwwerk?	☑ Ja ☐ Nee
Hoeveel hele jaren blijft het bouwwerk op de locatie bestaan?	2
Hoeveel maanden?	0

7 Gebruik

Waar gebruikt u het bouwwerk en/ of terrein momenteel voor?	☐ Wonen ☑ Overige gebruiksfuncties
Geef aan waar u het bouwwerk en/ of terrein momenteel voor gebruikt.	De gronden worden momenteel conform vigerende bestemming gebruikt door derden.
Waar gaat u het bouwwerk voor gebruiken?	☐ Wonen ☑ Overige gebruiksfuncties
Geef aan waar u het bouwwerk voor gaat gebruiken.	Tijdelijke hoogspanningsverbinding ter realisatie van het Randstad 380 kV-project.

8 Gebruiksfuncties

In onderstaande tabel staan in de eerste kolom mogelijke gebruiksfuncties die in een bouwwerk kunnen voorkomen. Vul voor alle gebruiksfuncties die voor u van toepassing zijn het aantal personen, de totale gebruiksoppervlakte en de totale vloeroppervlakte van het verblijfsgebied in m2 in hele getallen in.

Gebruiksfunctie	Aantal personen	Gebruiksoppervlakte (m2)	Verblijfsoppervlakte (m2)
Bijeenkomst			
Cel			
Gezondheidszorg			
Industrie			
Kantoor			
Logies			
Onderwijs			
Sport			
Winkel			
Overige gebruiksfuncties			

9 Uiterlijk bouwwerk/welstand

Beschrijf van de onderstaande onderdelen de materialen en kleuren die u voor het bouwwerk gebruikt. U mag het veld leeg laten als u materialen en kleuren in de bijlagen vermeldt

Onderdelen	Materiaal	Kleur
Gevels		
- Plint gebouw		
- Gevelbekleding		
- Borstweringen		
- Voegwerk		
Kozijnen		
- Ramen		
- Deuren		
- Luiken		
Dakgoten en boeidelen		
Dakbedekking		

Vul hier overige onderdelen en bijbehorende materialen en kleuren in.

Bijlage 10.

10 Mondeling toelichten

Ik wil mijn bouwplan mondeling toelichten voor de welstandscommissie/ stadsbouwmeester.

- ☐ Ja
- ☑ Nee

Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening

Formulierversie
2013.01

1 Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening

Met welke regels voor ruimtelijke ordening zijn de voorgenomen werkzaamheden in strijd?	☑ Bestemmingsplan ☐ Beheersverordening ☐ Exploitatieplan ☐ Regels op grond van de provinciale verordening ☐ Regels op grond van een AMvB ☐ Regels van het voorbereidingsbesluit
Beschrijf hoe en in welke mate de voorgenomen werkzaamheden in strijd zijn met de regels voor ruimtelijke ordening.	De tijdelijke werkwegen en werkterreinen zijn ten behoeve van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk - Vijfhuizen) en derhalve in strijdt met het vigerende bestemmingsplan.
Beschrijf het huidige gebruik van de gronden of het bouwwerk.	Zie bestemmingsplan.
Beschrijf het beoogde gebruik van de gronden of het bouwwerk.	De tijdelijke werkwegen en werkterreinen zijn ten behoeve van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk - Vijfhuizen).
Beschrijf de gevolgen van het beoogde gebruik voor de ruimtelijke ordening.	Zie de ruimtelijke onderbouwing, bijlage 4.
Is het beoogde gebruik tijdelijk van aard?	☑ Ja ☐ Nee
Hoeveel hele jaren duurt het gebruik?	3
Hoeveel maanden duurt het gebruik?	0
Hebt u een rapport nodig waarin de archeologische waarde van het terrein dat zal worden verstoord in voldoende mate is vastgelegd?	☐ Ja ☑ Nee
Wordt er afgeweken van het exploitatieplan?	☐ Ja ☑ Nee

Formulierversie
2013.01

Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening

Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening 2

1 Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening

Met welke regels voor ruimtelijke ordening zijn de voorgenomen werkzaamheden in strijd?	☑ Bestemmingsplan ☐ Beheersverordening ☐ Exploitatieplan ☐ Regels op grond van de provinciale verordening ☐ Regels op grond van een AMvB ☐ Regels van het voorbereidingsbesluit
Beschrijf hoe en in welke mate de voorgenomen werkzaamheden in strijd zijn met de regels voor ruimtelijke ordening.	De tijdelijke lijn is ten behoeve van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk - Vijfhuizen) en derhalve in strijdt met het vigerende bestemmingsplan.
Beschrijf het huidige gebruik van de gronden of het bouwwerk.	Zie bestemmingsplan.
Beschrijf het beoogde gebruik van de gronden of het bouwwerk.	Tijdelijke lijn ten behoeve van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk - Vijfhuizen).
Beschrijf de gevolgen van het beoogde gebruik voor de ruimtelijke ordening.	Zie ruimtelijke ordening, bijlage 4.
Is het beoogde gebruik tijdelijk van aard?	☑ Ja ☐ Nee
Hoeveel hele jaren duurt het gebruik?	1
Hoeveel maanden duurt het gebruik?	6
Hebt u een rapport nodig waarin de archeologische waarde van het terrein dat zal worden verstoord in voldoende mate is vastgelegd?	☐ Ja ☑ Nee
Wordt er afgeweken van het exploitatieplan?	☐ Ja ☑ Nee

Formulierversie
2013.01

Bijlagen

Formele bijlagen

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
Bijlage 1 Tracekaart Randstad 380 kV_pdf	Bijlage 1 Tracekaart Randstad 380 kV.pdf	Anders	05-05-2014	In behandeling
Bijlage 2 Kadstrale kaarten	Bijlage 2 Situatietekening met kadastrale aanduiding.pdf	Anders	05-05-2014	In behandeling
Bijlage 3 Lengteprofiel_-pdf	Bijlage 3 Lengteprofiel.pdf	Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	05-05-2014	In behandeling
Bijlage 4 Gegevens strijdig gebruik_pdf	Bijlage 4 Gegevens strijdig gebruik.pdf	Gegevens Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening	05-05-2014	In behandeling
Bijlage 5 Constructietek & ber masten	Bijlage 5 Constructietek-ening en berekening masttypes Randstad 380 kV.pdf	Overige gegevens veiligheid Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken Welstand Installaties complexere bouwwerken Bruikbaarheid bouwwerk Anders	05-05-2014	In behandeling
Bijlage 6 Constructietek & ber masten	Bijlage 6 Constructietek-ening en berekening mastfundatie Randstad 380 kV.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken Welstand Installaties complexere bouwwerken Brandveiligheid Bruikbaarheid bouwwerk Anders	05-05-2014	In behandeling
Bijlage 7 Constructietek & ber OSP	Bijlage 7 Constructietek-ening en berekening opstijgpunten Randstad 380 kV.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Installaties complexere bouwwerken	05-05-2014	In behandeling
Bijlage 9 Werkwegen_terreintek	Bijlage 9 Werkwegen en werkterreintek-eningen.pdf	Situatietekening uitrit Gegevens werk of werkzaamheden uitvoeren	05-05-2014	In behandeling
Bijlage 10 Bomeninventarisatie_pdf	Bijlage 10 Bomeninventari-satie-.pdf	Situatietekening kappen Gegevens houtopstanden	05-05-2014	In behandeling

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
Bijlage 11 Bodemondzk gslt stortplaats	Bijlage 11 Bodemonderzoek gesloten stortplaats.pdf	Situatietekening Gebruik gesloten stortplaatsen	05-05-2014	In behandeling
Aanvraagbrief	16 GKB totaal 2.pdf	Anders	05-05-2014	In behandeling
Bijlage 8 Gegevens tijdelijke lijnen_pdf	Bijlage 8 Gegevens tijdelijke lijnen.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken	05-05-2014	In behandeling

Formulierversie
2013.01

Kosten

Bouwen

Overig bouwwerk bouwen

Wat zijn de geschatte kosten in euro's (exclusief BTW)?	8035642

Bouwen

Overig bouwwerk bouwen 2

Wat zijn de geschatte kosten in euro's (exclusief BTW)?	4133171

Bouwen

Overig bouwwerk bouwen 3

Wat zijn de geschatte kosten in euro's (exclusief BTW)?	278900

Projectkosten

Wat zijn de geschatte kosten voor het totale project in euro's (exclusief BTW)?	3707477

Formulierversie
2013.01

Werk of werkzaamheden uitvoeren

1 Werk of werkzaamheden uitvoeren

ⓘ Binnen welk bestemmingsplan zullen de werken, geen bouwwerk zijnde, of werkzaamheden worden uitgevoerd?	Bestemmingsplan Kaag en Braassem Buitengebied West.
Welke werken, geen bouwwerken zijnde, of welke werkzaamheden zullen worden uitgevoerd?	Ten behoeve van de activiteit kappen van de bomen binnen de bestemming Natuur vragen wij de activiteit werk of werkzaamheden uitvoeren aan.
Wordt grond afgevoerd naar een andere locatie?	☐ Ja ☑ Nee
Zijn er obstakels aanwezig die in de weg staan voor het uitvoeren van het werk of de werkzaamheid?	☐ Ja ☑ Nee
ⓘ Staat in het bestemmingsplan dat een rapport moet worden overlegd waarin de archeologische waarde is vastgelegd van het terrein dat zal worden verstoord?	☐ Ja ☑ Nee

Bijlage 1

Tracékaart Randstad 380 kV Noordring – Zuidelijke Ringvaart-Bleiswijk

Randstad 380 kV

Noordring VKT 5.0 Bleiswijk - Zuidelijke ringvaart

Randstad 380 kV — Noordring VKT 5.0 Bleiswijk - Zuidelijke ringvaart

Legenda

- Mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- Opstijgpunt
- PKB corridor

Bestaande verbindingen

- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- ×××× 150kV te amoveren

Project	Randstad 380 kV Noordring		
Aanmaakdatum	25-06-2013	Formaat	A0
Revisiedatum	12-02-2014	Schaal	1:20.000
Kenmerk	VKT5.0	Blad	1 van 1

A:\p_r380\producten\overzicht\trace\noordring\130619_vkt50\
p_r380_overz_vkt50_Bleiswijk_zuidelijke_ringvaart_a0s.mxd

0 500 1.000 1.500 2.000 meter

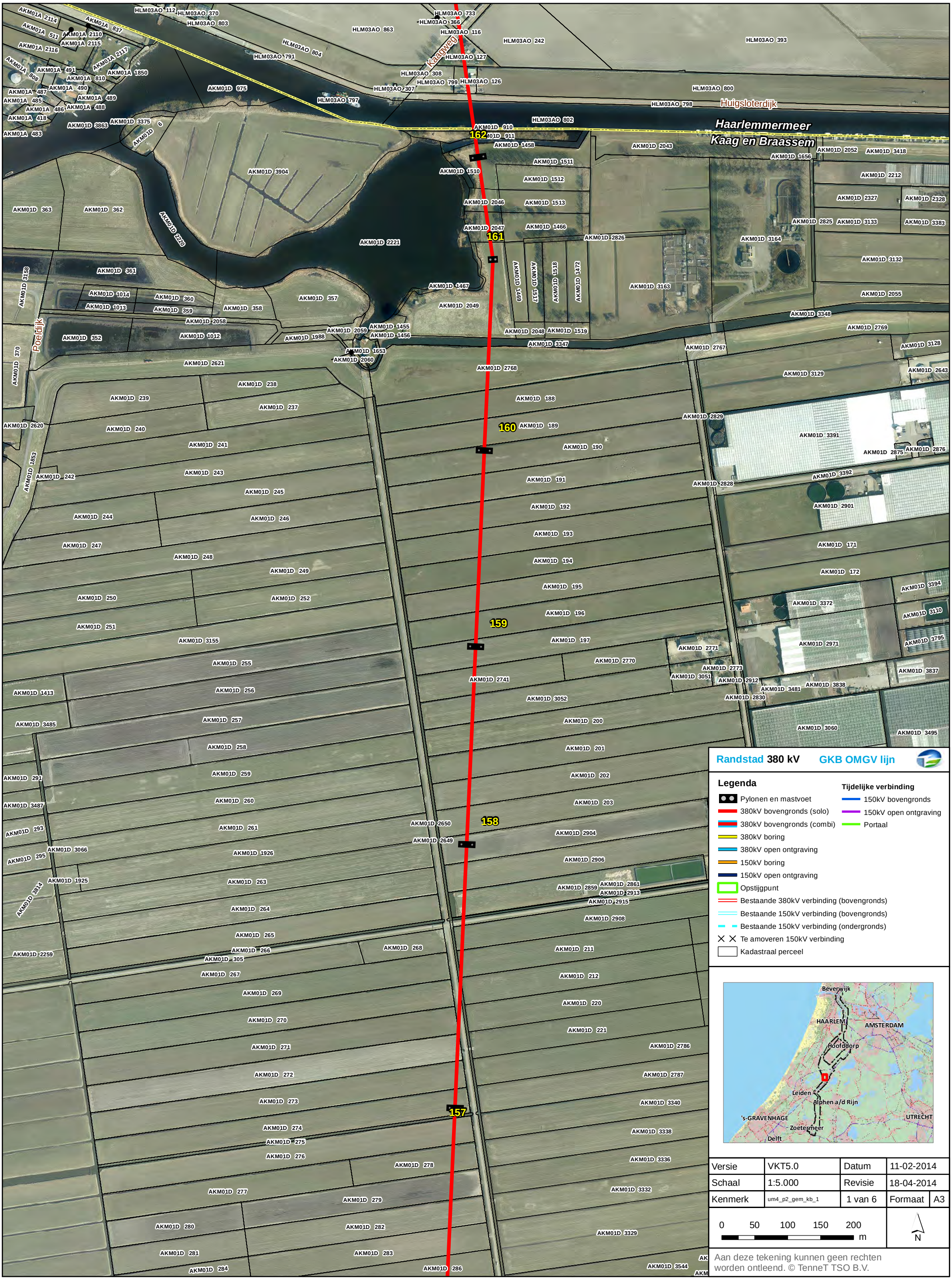
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Bijlage 2

Situatietekening met kadastrale aanduiding

Randstad 380 kV GKB OMGV lijn



Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- Opstijgpunt
- Bestaande 380kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (ondergronds)
- Te amoveren 150kV verbinding
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

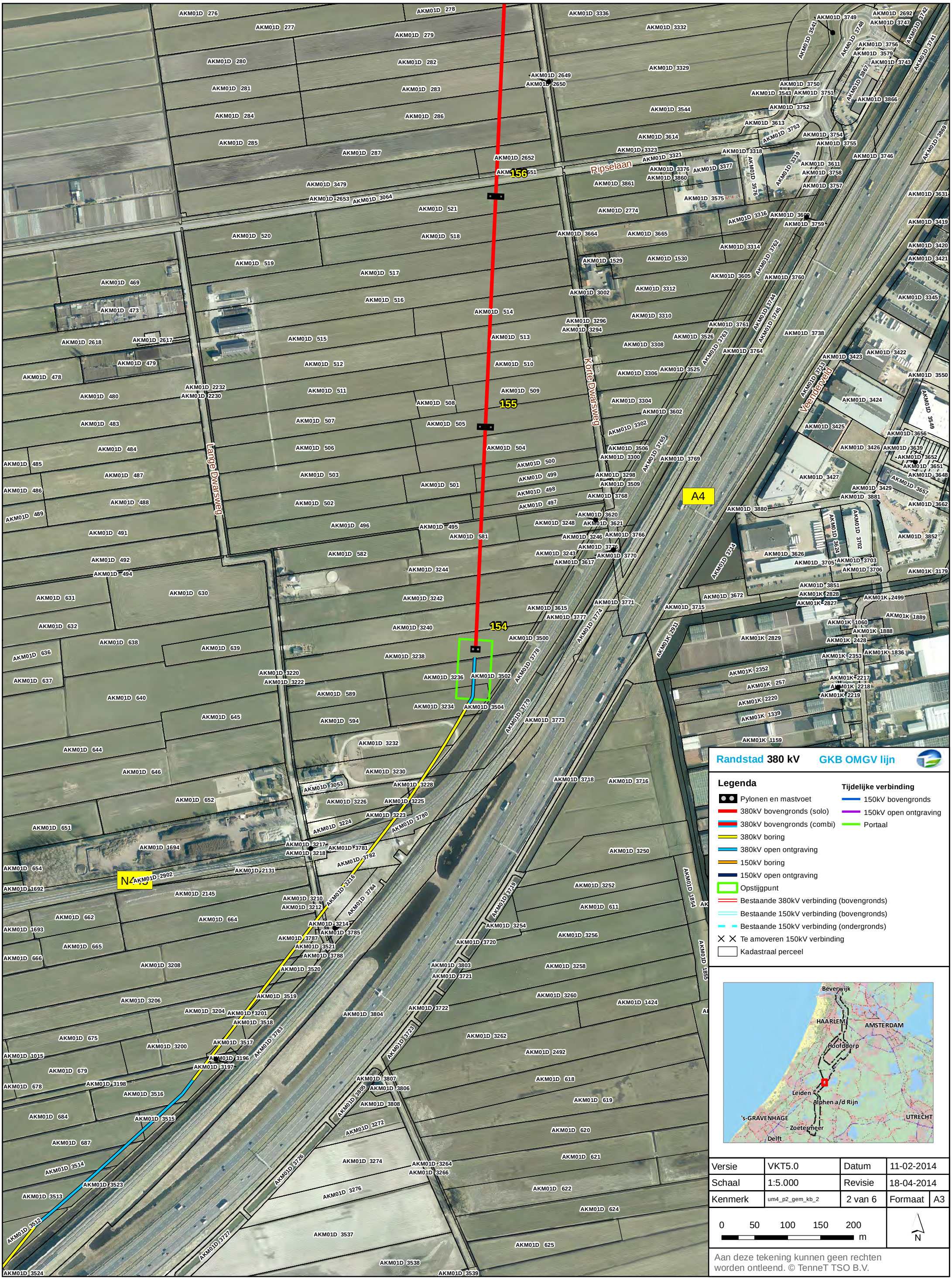
Versie	VKT5.0	Datum	11-02-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	18-04-2014
Kenmerk	um4_p2_gem_kb_1	1 van 6	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV GKB OMGV lijn



Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- Opstijgpunt
- Bestaande 380kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (ondergronds)
- Te amoveren 150kV verbinding
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

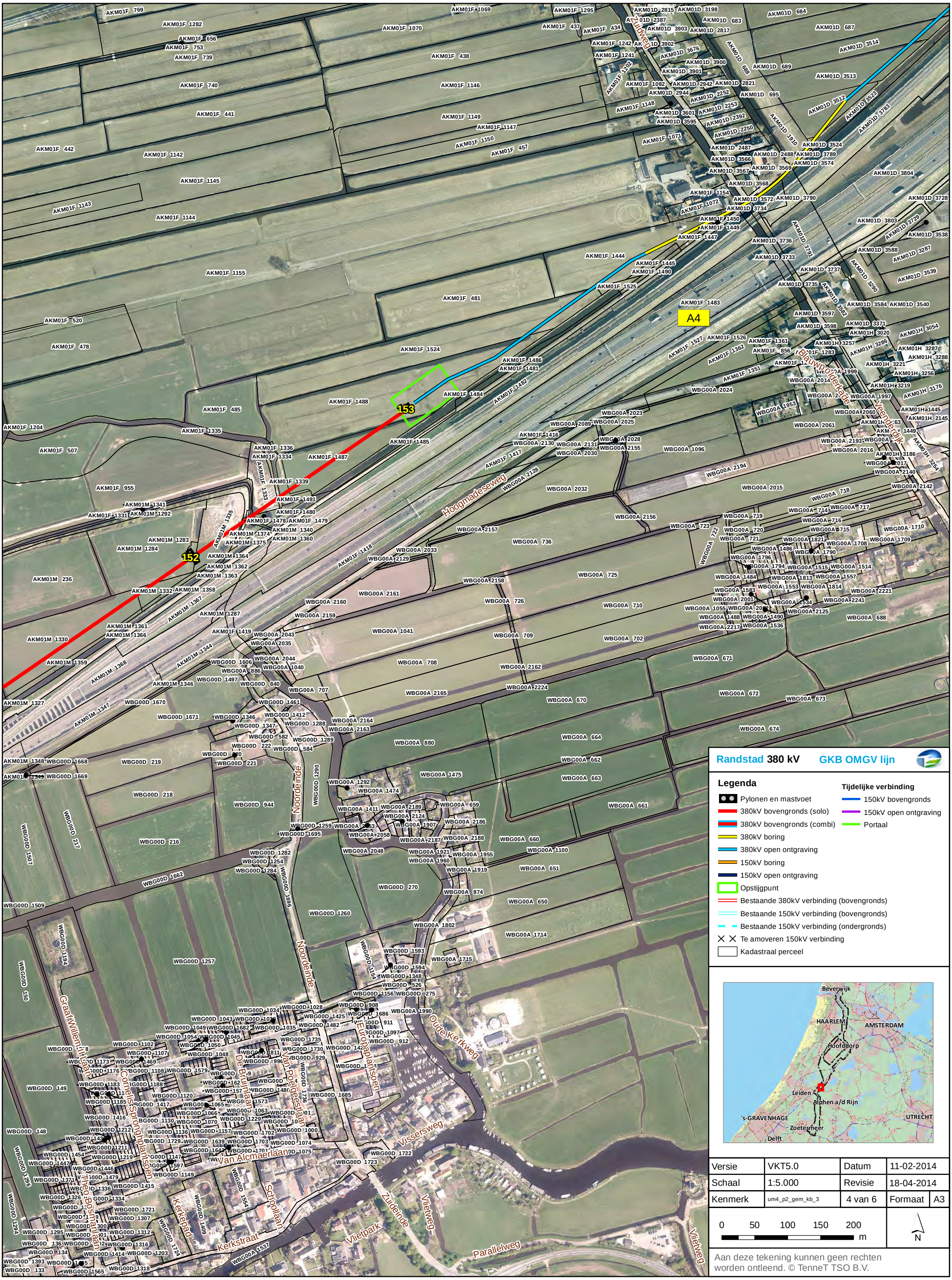
Versie	VKT5.0	Datum	11-02-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	18-04-2014
Kenmerk	um4_p2_gem_kb_2	2 van 6	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV GKB OMGV lijn



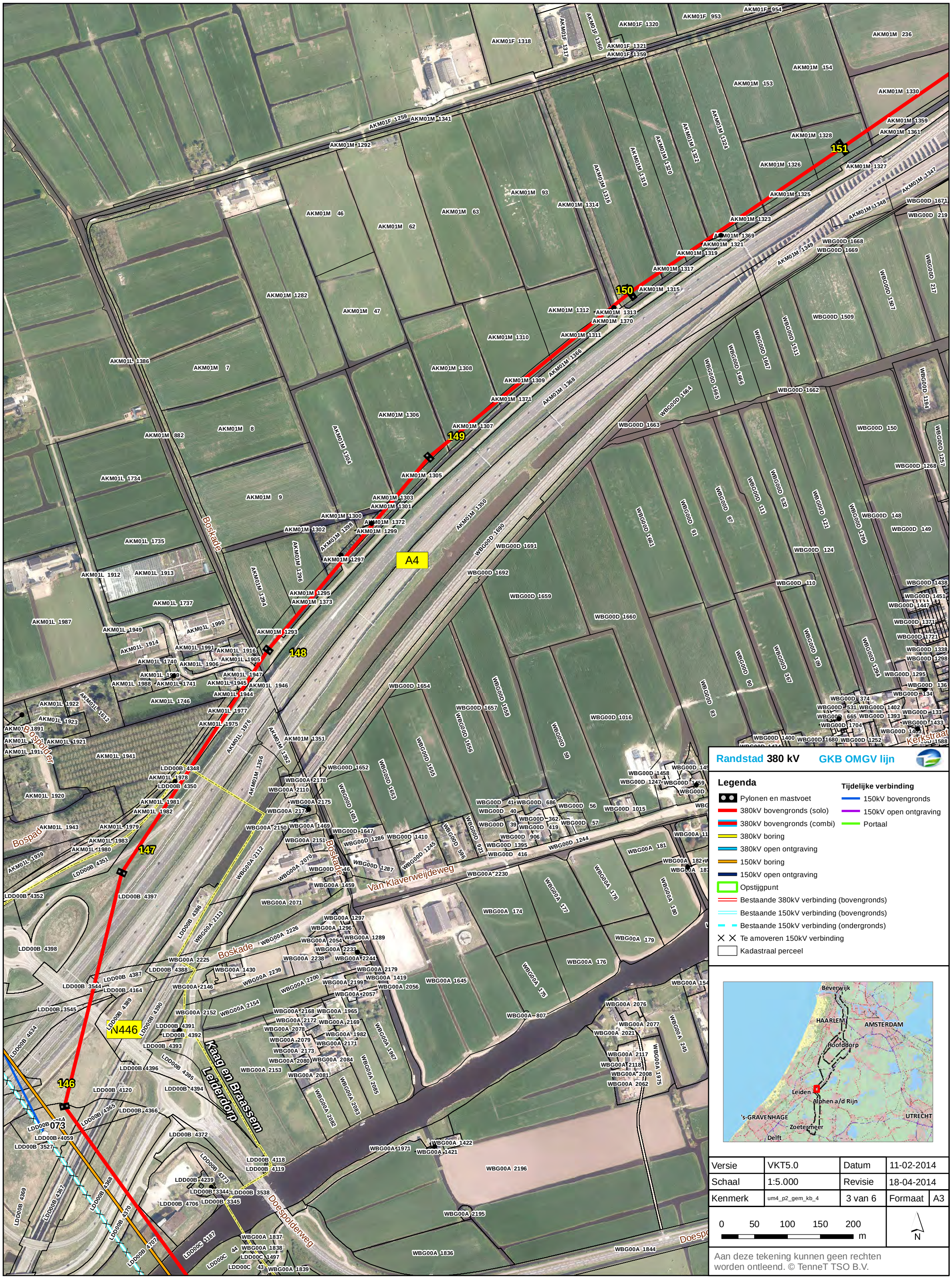
Versie	VKT5.0	Datum	11-02-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	18-04-2014
Kenmerk	um4_p2_gem_kb_3	4 van 6	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV GKB OMGV lijn



Randstad 380 kV **GKB OMGV lijn**

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- Opstijgpunt
- Bestaande 380kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (ondergronds)
- Te amoveren 150kV verbinding
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

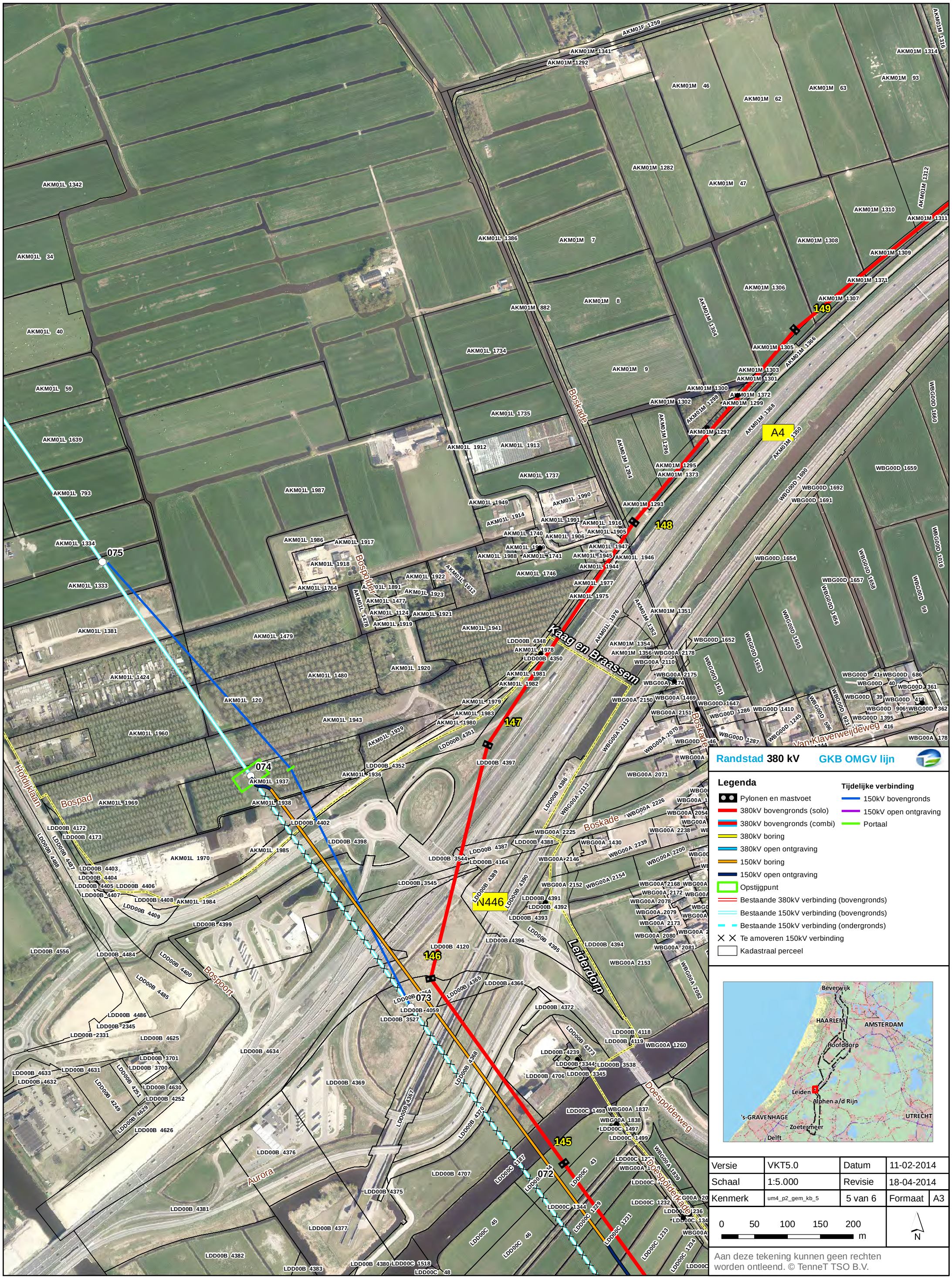
Versie	VKT5.0	Datum	11-02-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	18-04-2014
Kenmerk	um4_p2_gem_kb_4	3 van 6	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV GKB OMGV lijn



Randstad 380 kV GKB OMGV lijn

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- Opstijgpunt
- Bestaande 380kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (ondergronds)
- Te amoveren 150kV verbinding
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

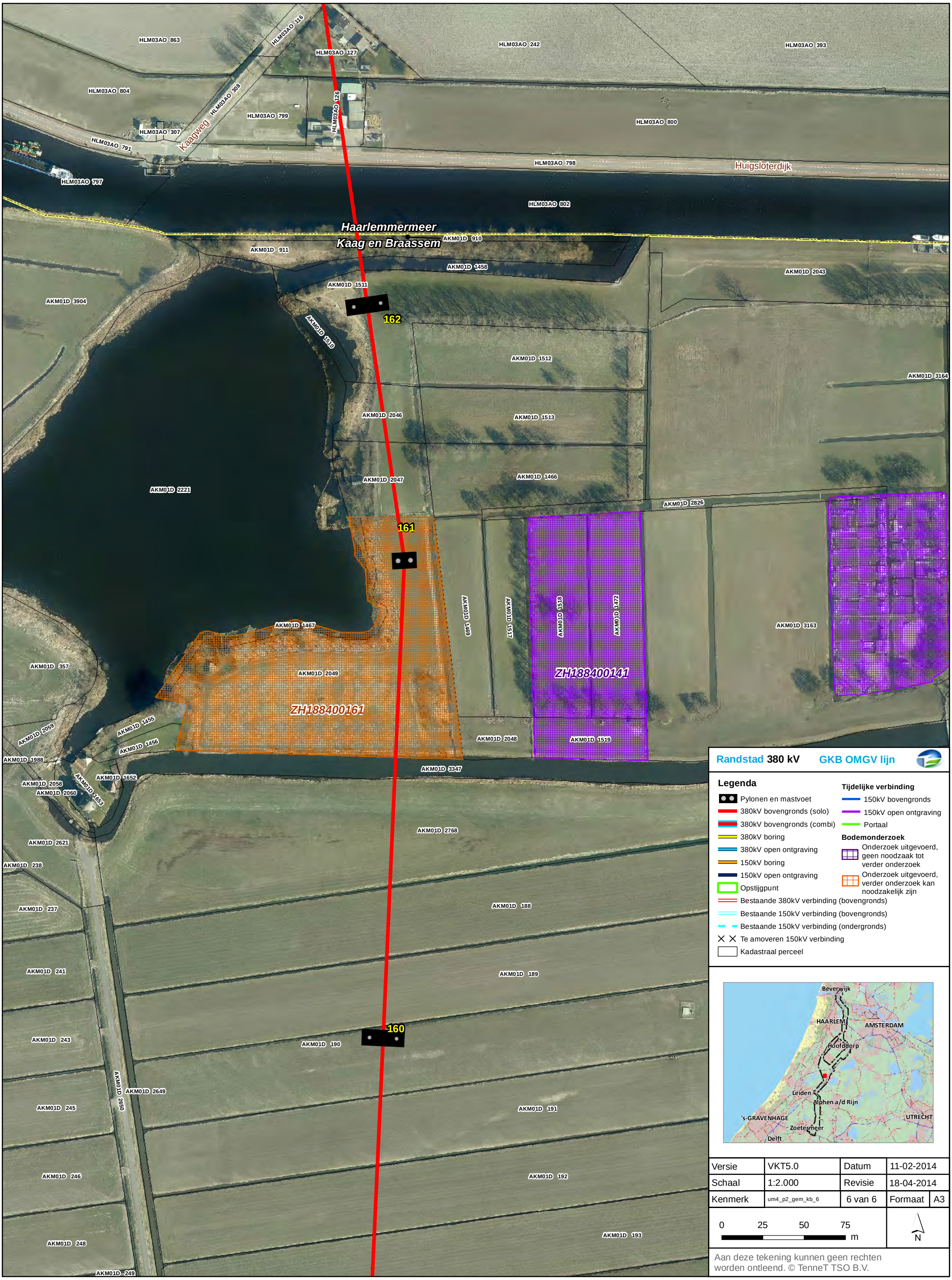
Versie	VKT5.0	Datum	11-02-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	18-04-2014
Kenmerk	um4_p2_gem_kb_5	5 van 6	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV GKB OMGV lijn



Randstad 380 kV GKB OMGV lijn

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- Opstijgpunt
- Bestaande 380kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (bovengronds)
- Bestaande 150kV verbinding (ondergronds)
- Te amoveren 150kV verbinding
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

Bodemonderzoek

- Onderzoek uitgevoerd, geen noodzaak tot verder onderzoek
- Onderzoek uitgevoerd, verder onderzoek kan noodzakelijk zijn

Versie	VKT5.0	Datum	11-02-2014
Schaal	1:2.000	Revisie	18-04-2014
Kenmerk	um4_p2_gem_kb_6	6 van 6	Formaat A3

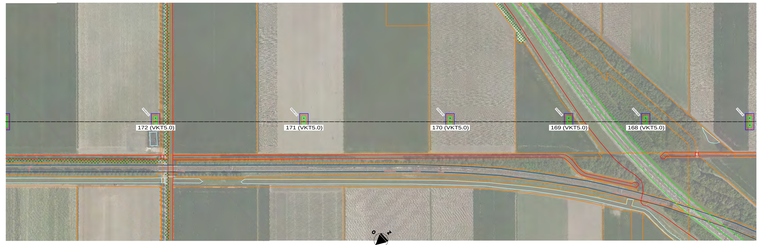
0 25 50 75 m

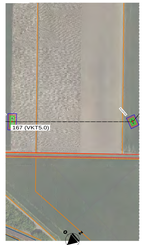
N

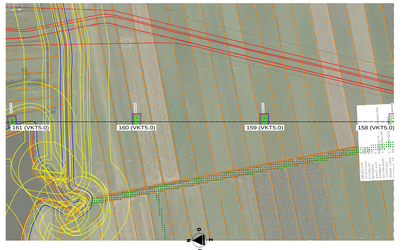
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Bijlage 3

Lengteprofiel Randstad 380 kV Noordring







Legenda

Feature Code	Feature code - Description	Symbol	Ref	0.70	0.75	1.1	1.2	1.22	1.52				
			Ice thickness	in mm	in mm	in mm	in mm	in mm	in mm				
			Standard	Max. Conn. Wind (m/s)	Max. Conn. Wind (m/s)	Max. Conn. Wind (m/s)	Max. Conn. Wind (m/s)	Max. Conn. Wind (m/s)	Max. Conn. Wind (m/s)	Broken Wire (daN)	Broken Wire (daN)	Broken Wire (daN)	Broken Wire (daN)
	1	Ontwerpcriterium profielcoördinaten		7.96	7.96	8.2	8.1	10.85	5.96	3.50		0.00	0.00
	2	Ontwerpwind gebied		8.56	8.56	8.8	8.8	10.85	5.96			7.50	3.50
	3	Ongeval		0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	3.50		0.00	0.00
	4	Cluster (hoofding > 1 Pipe)		8.56	8.56	8.8	8.8	10.85	5.96			0.00	0.00
	5	Cluster (hoofding < 1 Pipe)		8.56	8.56	8.8	9.0	7.00	5.96			0.00	0.00
	6	Ringen		8.56	8.56	8.8	9.0	7.00	5.96			0.00	0.00
	7	Cluster UV-signaleerboeggen		8.56	8.56	10.2	9.1	11.45	5.96	3.50	3.50	0.00	0.00
	8	Bollingen in of aanhangen		8.56	8.56	10.2	9.1	11.45	5.96			0.00	0.00
	9	Meerdelen zonder hoede		8.56	8.56	8.8	8.8	10.85	5.96			7.50	3.50
	10	Meerdelen met hoede		11.60	8.56	10.6	9.8	14.15	5.96			10.30	5.96
	11	Meerdelen 300+ m meter		8.56	8.56	10.6	9.8	14.15	5.96			14.15	5.96
	12	Meerdelen 400+ m meter		11.60	8.56	10.6	9.8	14.85	5.96	10.00		0.00	0.00
	13	Meerdelen 500+ m meter		14.15	8.56	10.6	9.8	14.85	5.96	10.00		0.00	0.00
	14	Meerdelen 600+ m meter		16.30	8.56	10.6	9.8	14.85	5.96	10.00		0.00	0.00
	15	Meer		8.56	8.56	8.8	8.8	9.45	5.96			0.00	0.00
	16	Turmoil - Hoppenmaten, Sentinel A.S.		8.56	8.56	8.8	8.8	9.45	5.96			0.00	0.00

- = Compensatie geleider
- = Blikvormkraal
- = OPGW
- = 150kV
- = 380kV
- = 13,8 meter t.o.m. SKVN W3, 300m insteken
- = 14,2 meter t.o.m. SKVN W2, 350m insteken
- = 14,4 meter t.o.m. SKVN W4, 400m insteken
- = 14,6 meter t.o.m. SKVN W4, 450m insteken
- = Minimale vrije ruimte voor 45kV (ontwikkeld)
- = Verschrijven waar extra ruimte nodig is bovenop de minimale vrije ruimte

Project: Randstad 380kv Noord Engineering

Hoogspanningslijn:150-380kv Bleiswijk - Vijfhuizen

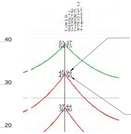
Calculaties volgens:
- NEN - EN 50341-3 en NEN - EN 50341-1-3 (NNA)
- TenneT specificaties

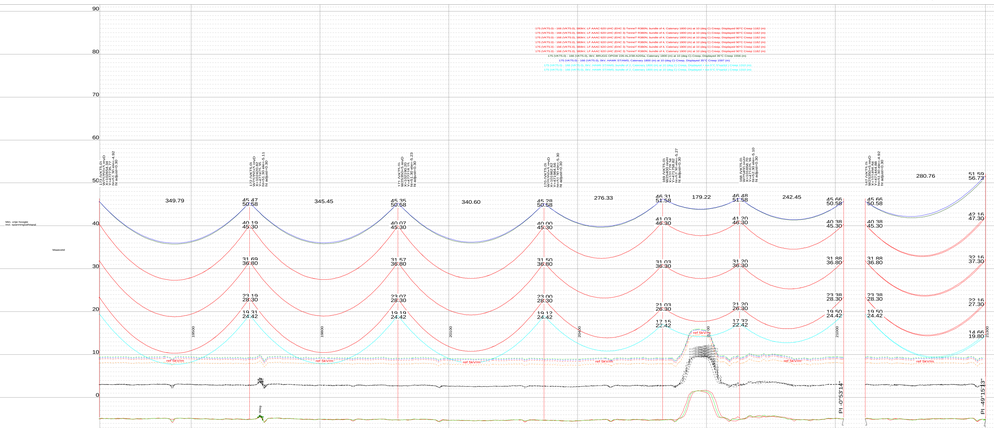
Wind zone: Zone 2
Zone1 = 0.5*v(d)
Zone2 = 0.625*v(d)
Ct bij beside geleider = 1.2
ts regio = 8

Voor fasen geldt: 1.8*v(d)
Voor overige geleiders geldt 5*v(d)

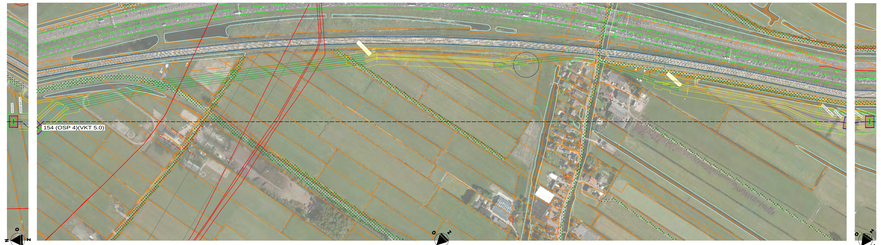
LEGENDA onderleggers

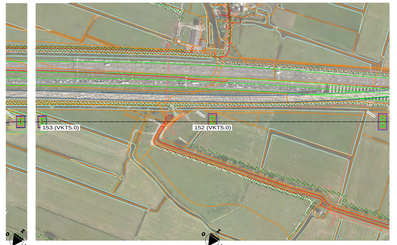
Bestaande leidingen en bestaande HS-lijnen
Waterleidingen
Kabels en leidingen
Perceelgrenzen
Waterkeringen en beschermzones

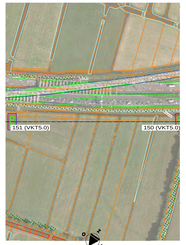




| | | | |







Legenda

Feature Code	Feature code - Description	Symbol	Ref	0.70	0.75	1.1	1.2	1.22	1.12					
			Ice Events	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
			Description	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)	Max. Conn. Shear (lb/in²)
1	Ankerbouwstuk-profielvoegstaal		7.95	7.95	8.2	8.1	10.85	9.95	9.95	10.85	9.95			
2	Dubbelstaal gelast		8.56	8.56	8.9	8.8	10.85	9.95			7.95	8.56	8.56	8.56
3	Hoekstaal		8.56	8.56	8.9	8.8	10.85	9.95	9.95	10.85	9.95			
4	Trekker (Trekking + Pilar)		8.56	8.56	8.9	8.8	10.85	9.95				8.56	8.56	8.56
5	Trekker (Trekking + Pilar)		8.56	8.56	8.9	8.8	7.95	9.95				8.56	8.56	8.56
6	Wieger		8.56	8.56	8.9	8.8	7.95	9.95				8.56	8.56	8.56
7	Zwak- en signaleringswagen		8.56	8.56	10.2	9.1	11.45	9.95	9.95	10.85				
8	Zwaarwagen en aanhangwagen		8.56	8.56	8.9	8.8	10.85	9.95				8.56	8.56	8.56
9	Aanleghaven zonder hoeken		8.56	8.56	8.9	8.8	10.85	9.95			7.95	8.56	8.56	8.56
10	Aanleghaven met hoeken		11.66	8.56	8.9	8.8	10.85	9.95			10.85	11.66	11.66	11.66
11	Aanleegwagen 100% en meer		10.70	8.56	10.2	9.1	10.85	9.95	9.95	10.85	9.95	10.70	10.70	10.70
12	Aanleegwagen 100% en meer		11.66	8.56	10.9	9.8	10.85	9.95	10.85	10.85		11.66	11.66	11.66
13	Aanleegwagen 100% en meer		9.56	8.56	8.9	8.8	10.85	9.95	9.95	10.85		9.56	9.56	9.56
14	Aanleegwagen 100% en meer		10.70	8.56	8.9	8.8	10.85	9.95	10.85	10.85		10.70	10.70	10.70
15	Wieger		8.56	8.56	8.9	8.8	8.45	9.95			8.56	8.56	8.56	8.56
16	Zwaarwagen - Wagenmassen, kunststof A.S.		8.56	8.56	8.9	8.8	9.95	9.95			8.56	8.56	8.56	8.56

- = Compensatie geleider
- = Blikvormkast
- = OPGW
- = 150kV
- = 380kV
- = 13,8 meter t.o.m. 9m'n WO, 300m maaien
- = 14,2 meter t.o.m. 9m'n WO, 300m maaien
- = 14,4 meter t.o.m. 9m'n WO, 400m maaien
- = 14,4 meter t.o.m. 9m'n WA, 400m maaien
- = Minimale vrije ruimte voor 49kV (strikbeugel)
- = Verschrijving voor extra ruimte nodig is bezwaar de minimale vrije ruimte

Project: Randstad 380kv Noord Engineering

Hoogspanningslijn:150-380kv Bleiswijk - Vijfhuizen

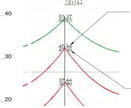
Calculatie volgens:
- NEN - EN 50341-3 en NEN - EN 50341-1-3 (NNA)
- Tennet TSO specificaties

Wind zone: Zone 2
Zone 1 = 0.625
Zone2 = 0.9
Ct bij beside geleider = 1.2
ijs regio = III

Voor fasen geldt: 1.8*v(d)
Voor overige geleiders geldt 5*v(d)

LEGENDA onderleggers

Bestaanden en bestaande HS-lijnen
Waterlijnen
Kabels en leidingen
Perceelgrenzen
Waterkeringen en beschermzones



0.2	Update VKT 5.0 mastlocatie 143, 157 en check Ankerpalen 146 - 147 conform RPO '20	29/10/2021	MLC	EKA	JJM
0.1	Verwerken Bestek Ankerpalen	08/10/2021	MLC	EKA	JJM
0.1	Verwerk Bestek Ankerpalen	29/09/2021	MLC	EKA	JJM
0.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 116 conform RPO '19	28/09/2021	MLC	EKA	JJM
0.0	Initial submittal	01/10	26/2020	EKA	TJN
REV	DESCRIPTION	DATE	CHK'D	APP'D	DR

KEMA
DNV

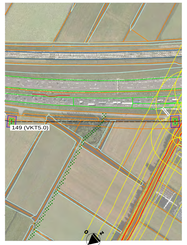
380 kV / 150 kV Bleiswijk - Vijfhuizen

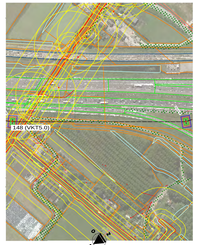
Tracé en lengte profiel mast 157 (VKT5.0) tot 150 (VKT5.0)

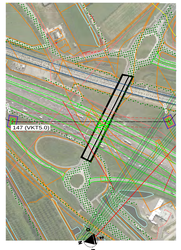
Scale	Drawing No. / Code	Sheet	Rev
1:2000 H / 1:2000 V	A2+	Sheet 1 of 1	0.2

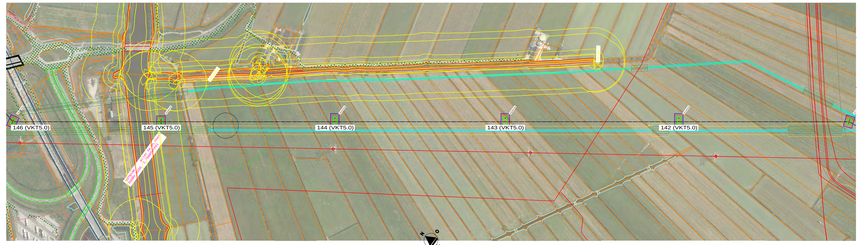
This file: bleiswijk-vijfhuizen_mast 5.0 and 6.0 profiel v0.dwg

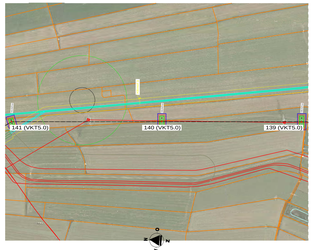
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel. +31 26 3 56 91 11, www.kema.com

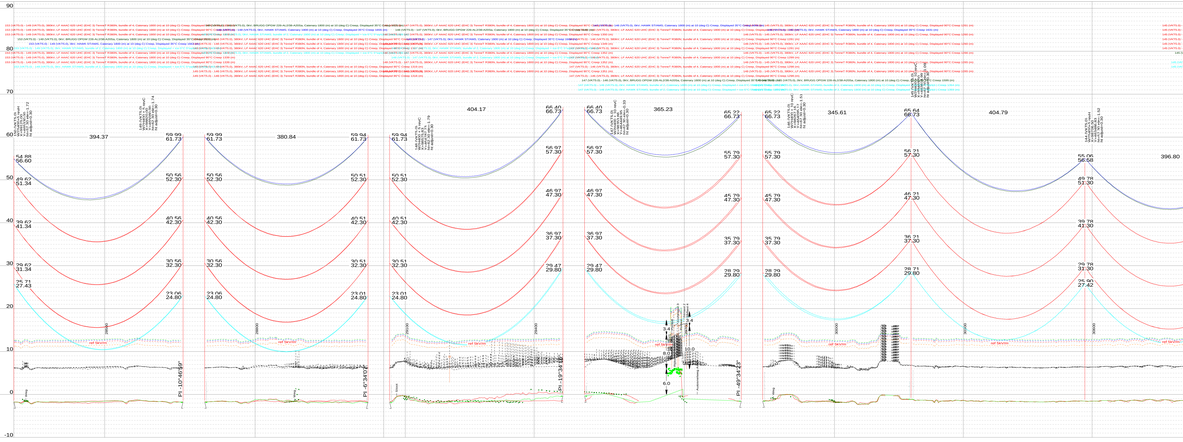












Legenda

Feature Code	Feature code - Description	Symbol	Aan	0.70	0.70	1.1	1.1	0.10	0.10				
			Uit Breedte	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
			Symbool	Max. Zicht - Met Info	Max. Zicht - Zonder Info	Max. Zicht - Met Info (Verlicht)	Max. Zicht - Zonder Info (Verlicht)	Max. Zicht - Met Info (Verlicht)	Max. Zicht - Zonder Info (Verlicht)	Zicht Knipperlicht	Zicht Knipperlicht	Zicht Knipperlicht	Zicht Knipperlicht
1	Driehoekszoom profilering/gebied		7.85	2.35	0.2	0.1	10.85	5.85	1.50		0.60	0.30	
2	Gebied/veld gebied		8.56	3.06	0.9	0.8	10.85	5.85			7.60	3.05	0.60
3	Gebied/veld		8.56	3.06	0.9	0.8	10.85	5.85	1.50				
4	Gebied (Verlicht) + Pijn		8.56	3.06	0.9	0.8	10.85	5.85			0.60	0.30	0.60
5	Object (Verlicht) + Pijn		8.56	3.06	0.9	0.8	7.60	3.05			0.60	0.30	0.60
6	Pijnpunt		8.56	3.06	0.9	0.8	10.85	5.85			0.60	0.30	0.60
7	Gebied: Uit signaalverbindingen		8.56	3.06	10.7	9.1	11.45	5.85	1.50		0.60	0.30	
8	Bedrijfsgebied: Uit automatisch		8.56	3.06	10.7	9.1	11.45	5.85			0.60	0.30	0.60
9	Bedrijfsgebied: Uit automatisch		8.56	3.06	0.9	0.8	10.85	5.85			0.60	0.30	0.60
10	Bedrijfsgebied: Gedeelte Handel		8.56	3.06	0.9	0.8	10.85	5.85			7.60	3.05	0.60
11	Bedrijfsgebied: Uit/ Handel		11.60	6.06	12.6	4.8	14.15	9.05			10.35	3.05	0.60
12	Bedrijfsgebied: Uit/in de nacht		10.56	5.06	12.6	4.8	14.15	9.05			10.35	3.05	0.60
13	Bedrijfsgebied: Uit/in de nacht		11.56	6.06	12.6	4.8	14.85	9.85	10.00		0.60	0.30	0.60
14	Bedrijfsgebied: Uit/in de nacht		10.56	6.06	12.6	4.8	14.85	9.85	10.00		0.60	0.30	0.60
15	Bedrijfsgebied: Uit/in de nacht	N	11.56	6.06	12.6	4.8	14.85	9.85	10.00		0.60	0.30	0.60
16	Helper		8.56	3.06	0.2	4.8	9.45	5.85			0.60	0.30	0.60
17	Kunstwerk: Hoppenbosch, Sectie A-D		8.56	3.06	0.9	0.8	9.45	5.85			0.60	0.30	0.60

- C Compensatie geleider
- Blikvormkraal
- OPGW
- 150kV
- 380kV
- LS 8 meter t.o.m. Sin'n'n W3, 300m masten
- LS 12 meter t.o.m. Sin'n'n W2, 300m masten
- LS 14 meter t.o.m. Sin'n'n W1, 400m masten
- LS 14 meter t.o.m. Sin'n'n W4, 400m masten
- Minimale vrije ruimte voor 45kV (strikbeugel)
- Verschijnen waar extra ruimte nodig is bovenop de minimale vrije ruimte

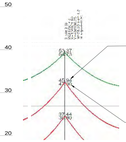
Project: Randstad 380kv Noord Engineering

Hoogspanningslijn:150-380kv Bleiswijk - Vijfhuizen

Calculatie uitgaven:
- NEN - EN 50341-3 en NEN - EN 50341-1-3 (NNA)
- Terrein specificaties
Wind zone: Zone 2
Zone 1 = 0.55
Zone2 = 0.60
Ct bij beide geleider = 1.2
Ijs regio = III

Voor fasen geldt: 1.8*v(d)
Voor overige geleiders geldt 5*v(d)

LEGENDA onderleggers
Bestaande lijnen en bestaande HS-lijnen
Waterkeringen
Kabels en leidingen
Perceelgrenzen
Waterkeringen en beschermzones



0.2	Update 2017 0.2 markeerlabels 110, 227 en check technische info - 147 conform RPO '15	29/10/2015	MLC	EKA	JJM
0.1	Update 2017 0.1 markeerlabels 110 en 227 toegevoegd	28/10/2015	MLC	EKA	JJM
0.0	Release Randstad 380kV	28/10/2015	MLC	EKA	JJM
0.0	Update 2017 0.0 markeerlabels 110 conform RPO '15	28/10/2015	MLC	EKA	JJM
	Gecontroleerd door	Datum	Getekend	Datum	Ontw
			CPB	07/08	CS

KEMA KEMA Nederland B.V.
ENV

Tekeningformaat / Schaal: A2+ | Tek.nr.: tekeningtekeningen.dgn | Blad: 1 van 11 | Map: N.V.T.

380 kV / 150 kV Bleiswijk - Vijfhuizen
Profiel en lengte-profiel maat: 150.VKTS.0 tot 150.VKTS.0

DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.kema.com

Bijlage 4

Gegevens strijdig gebruik

Overzicht bestemmingsplannen

Kaag en Braassem

1. Buitengebied West
2. Rijpwetering
3. Buitengebied Jacobswoude

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West

Kaagweg
Huigsloterdijk
Haarlemmermeer
Kaag en Braassem
Poeldijk
162
161
160
159
158
157

Randstad 380 kV Kaag en Braassem

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- RIPstrook
- Werkstrook
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

Bestaande verbindingen

- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- Te amoveren verbinding

Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_1	1 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

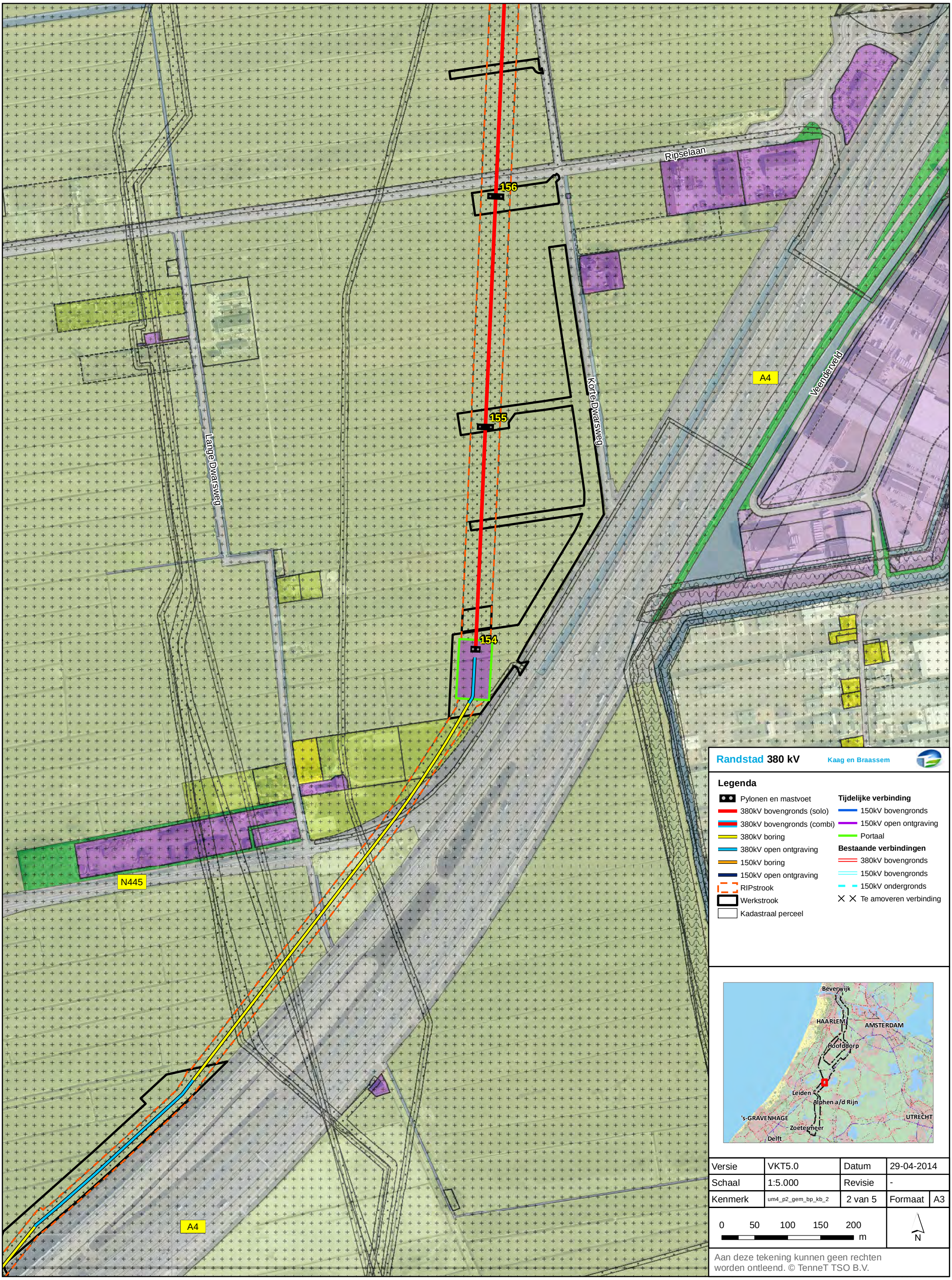
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West



Randstad 380 kV Kaag en Braassem

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- RIPstrook
- Werkstrook
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

Bestaande verbindingen

- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- Te amoveren verbinding

Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_2	2 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

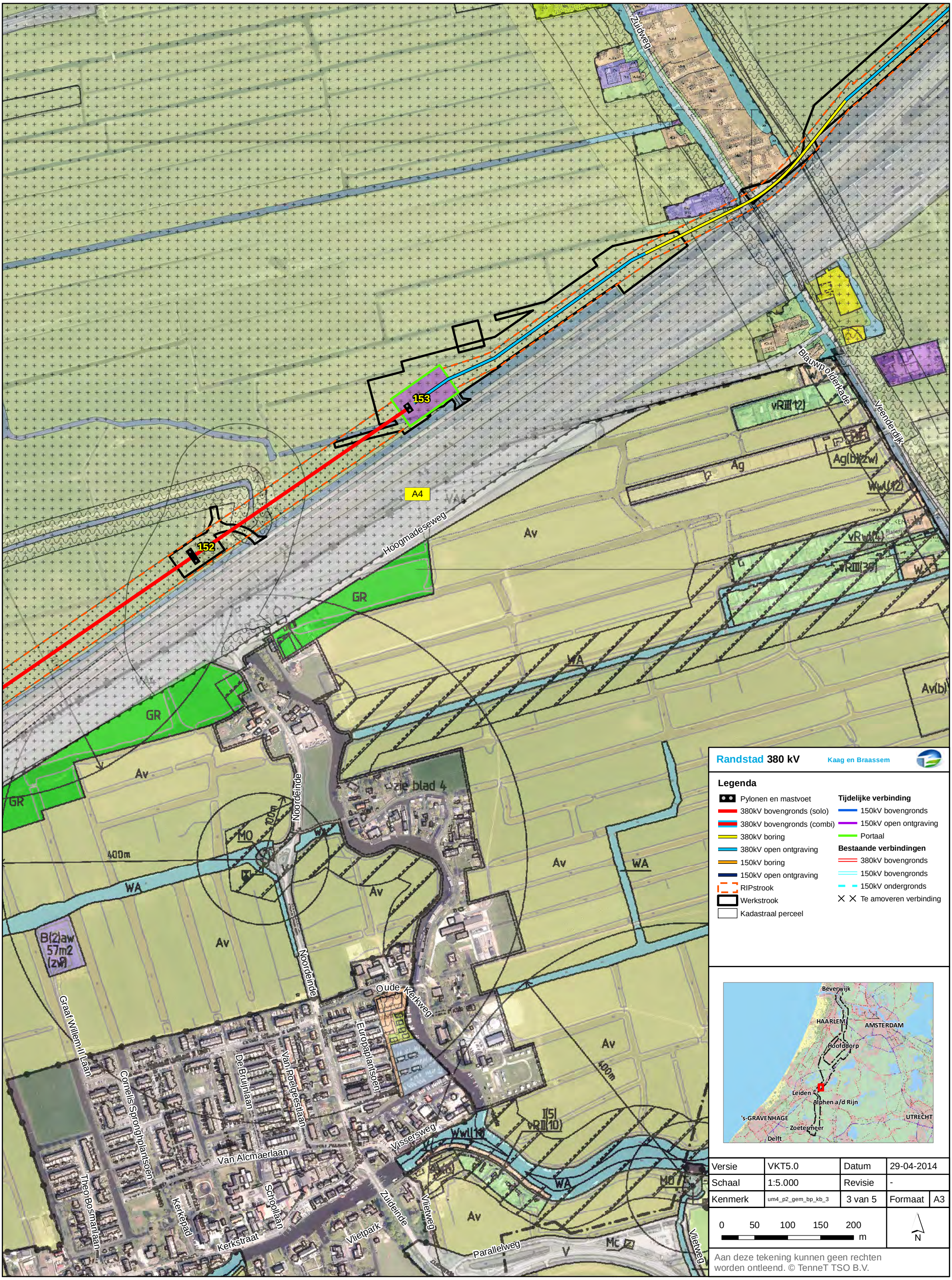
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West, Rijpwetering



Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_3	3 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

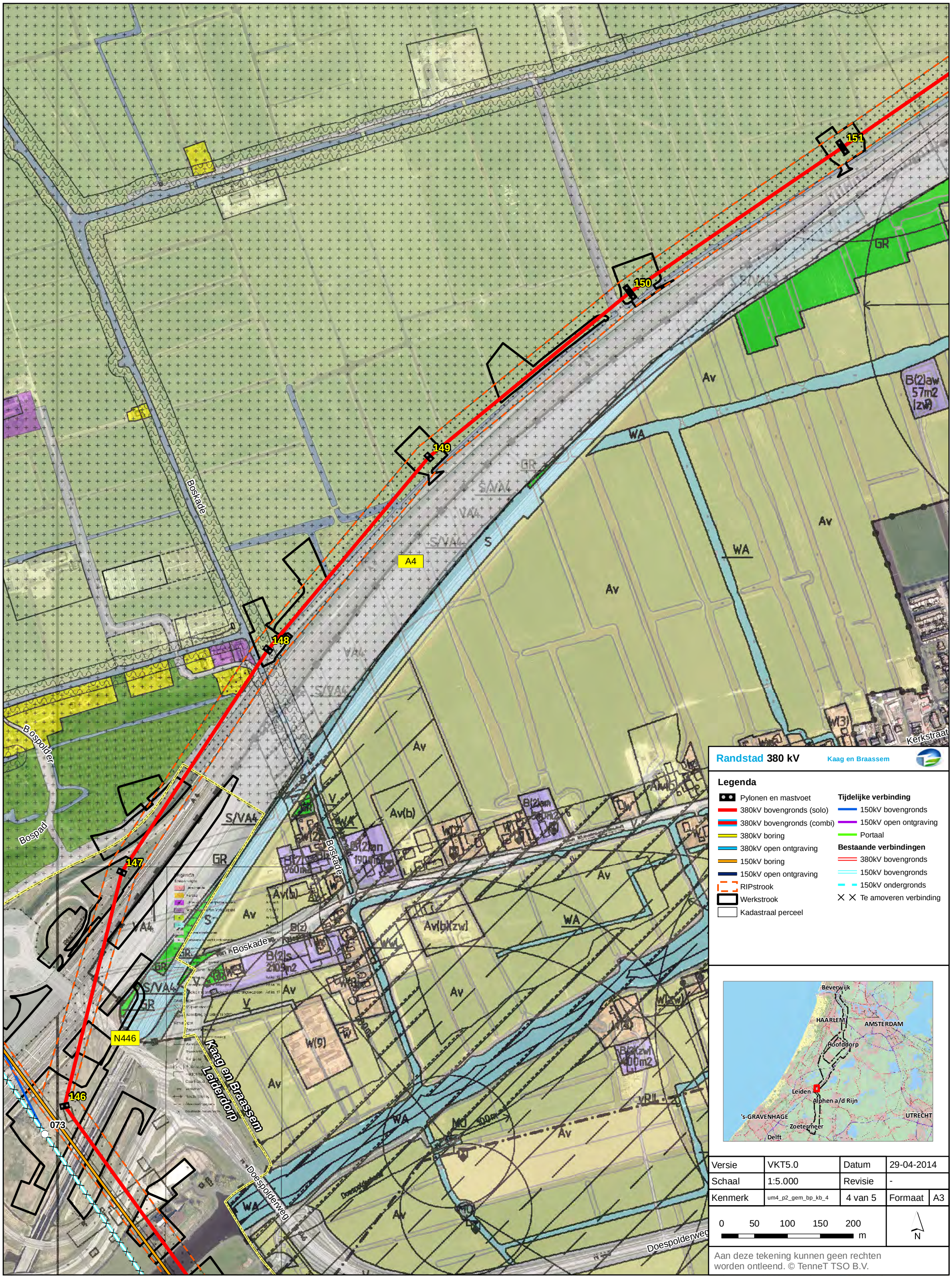
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West, Buitengebied Jacobswoude



Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_4	4 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West

076
075
074
073
072
148
147
146
N446
A4
Kaag en Braassem
Leiderdorp
Hofdijklaan
Bospolder
Bospad
Boskade
Van Klaverweijdeweg
Aurora
Bospoort
de dijk van de Dwarswatering
Persant Snoepweg
High Techpark
Elisabethhof

Randstad 380 kV Kaag en Braassem

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- RIPstrook
- Werkstrook
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

Bestaande verbindingen

- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- Te amoveren verbinding

Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_5	5 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Gemeente Kaag en Braassem

Ruimtelijke onderbouwing “Tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding (150 kV)”

ontwerp

9 juli 2014

Gemeente Kaag en Braassem

Ruimtelijke onderbouwing "Tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding (150 kV)"

ontwerp

Inhoud:

- Toelichting
- Geometrische plaatsbepaling

werknummer: 870.008.01
datum: 9 juli 2014
bestand: J:\870\008\01\3.Projectresultaat\b. ontwerp\Kaag en Braassem

Procedureoverzicht

Fase	Datum
Concept	9 juli 2014
Ontwerp	
Ter inzage legging	
Vaststelling	
Onherroepelijk	

KuiperCompagnons BV
Ruimtelijke Ordening, Stedenbouw, Architectuur, Landschap
Rotterdam

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1
1.1 Aanleiding en doel van het project 1
1.2 Ligging en begrenzing projectgebied 1
1.3 Vigerende bestemmingsplannen 1
1.4 Leeswijzer 2

2 Planbeschrijving 3
2.1 Bestaande situatie 3
2.2 Toekomstige situatie 3

3 Ruimtelijke Ordening 5
3.1 Nationaal beleid 5
3.2 Provinciaal beleid 5
3.3 Gemeentelijk beleid 7

4 Archeologie en cultuurhistorie 9
4.1 Kader 9
4.2 Analyse 9
4.3 Conclusie 9

5 Water 11
5.1 Kader 11
5.2 Analyse 11
5.3 Conclusie 12

6 Ecologie 13
6.1 Kader 13
6.2 Analyse 13
6.3 Conclusie 13

7. Bodemkwaliteit 15
7.1 Kader 15
7.2 Analyse 15
7.3 Conclusie 15

8. Geluidhinder 17
8.1 Kader 17
8.2 Analyse 17
8.3 Conclusie 17

9. Luchtkwaliteit 179
9.1 Kader 19
9.2 Analyse 20
9.3 Conclusie 20

10. Externe veiligheid 21
10.1 Kader 21
10.2 Analyse 21
10.3 Conclusie 22

11. Overige belemmeringen 23
11.1 Kader 23
11.2 Analyse 23
11.3 Conclusie 23

12. Uitvoerbaarheid 25
12.1 Economische uitvoerbaarheid 25
12.2 Maatschappelijke uitvoerbaarheid 25

13. Afweging en conclusie 27
13.1 Afweging 27
13.2 Conclusie 27

Bijlage

Bijlage 1: Ligging werkstroken (bouwwegen en werkterreinen) buiten het rijksinpassingsplan
Bijlage 2: Ligging tijdelijke verbinding (150 kV) buiten het rijksinpassingsplan

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel van het project

Voor de aanleg van de 150 en 380 kV-verbinding tussen Beverwijk en Zoetermeer is door de ministers van Economische Zaken en van Infrastructuur en Milieu een rijksinpassingsplan vastgesteld.

Bij het uitwerken van het ontwerp is gebleken dat voor meerdere opstijgpunten binnen het rijksinpassingsplan tijdelijke werkstroken (bouwwegen en werkterreinen) in de gemeente Kaag en Braassem nodig zijn ter realisatie van de opstijgpunten. Ook is een tijdelijke verbinding (150 kV) benodigd. Zowel voor de tijdelijke werkstroken als voor de tijdelijke verbinding geldt dat deze niet overal binnen de begrenzing van het rijksinpassingsplan vallen.

In paragraaf 2.2 van deze ruimtelijke onderbouwing wordt nader ingegaan op de (exacte) afwijking van het rijksinpassingsplan en het bestemmingsplan.

Om de tijdelijke werkstroken en de tijdelijke verbinding conform het ontwerp te realiseren, is besloten deze via een uitgebreide omgevingsvergunning mogelijk te maken. Onderdeel van een uitgebreide omgevingsvergunning is een goede ruimtelijke onderbouwing. Dit document voorziet in deze goede ruimtelijke onderbouwing

1.2 Ligging en begrenzing projectgebied

Het projectgebied bestaat uit de volgende locaties:
1. De werkstroken (bouwwegen en werkterreinen) liggend buiten het rijksinpassingsplan (bijlage 1).
2. De tijdelijke verbinding (150 kV) liggend buiten het rijksinpassingsplan (bijlage 2).

1.3 Vigerende bestemmingsplannen

Algemeen
Op 3 september 2012 is het inpassingsplan “Randstad 380 kV-verbinding Beverwijk-Zoetermeer (Bleiswijk), Noordring” vastgesteld. In het inpassingsplan zijn naast enkele enkelbestemmingen voornamelijk dubbelbestemmingen opgenomen. Omdat een dubbelbestemming over een enkelbestemming ligt, blijft ter plaatse van de dubbelbestemming het onderliggende bestemmingsplan gelden voor wat betreft de enkelbestemming.

Ter plaatse van de dubbelbestemming ‘Leiding – Hoogspanning II’ zijn de gronden, behalve voor de andere daar voorkomende bestemming(en), mede bestemd voor een ondergrondse 150 kV hoogspanningsverbinding. Tevens zijn toegangswegen en bouwwerken, geen gebouwen zijnde, toegestaan.

Ter plaatse van de dubbelbestemming ‘Leiding – Hoogspanningsverbinding I’ en de aanduiding ‘weg’ zijn de gronden, behalve voor de andere daar voorkomende bestemming(en), mede bestemd voor toegangswegen ten behoeve van een hoogspanningsverbinding en opstijgpunten.

Werkstroken
Voor vele werkstroken geldt dat deze niet binnen het rijksinpassingsplan vallen. Andere bestemmingsplannen vigeren op de gronden waar de tijdelijke werkstroken zijn voorzien. In de volgende tabel is weergegeven welke bestemmingsplannen vigeren.

Gemeente	Bestemmingsplan
Kaag en Braassem	Buitengebied West
	Rijpwetering
	Buitengebied Jacobswoude

Tijdelijke verbinding (150 kV)
Ook voor de tijdelijke verbinding (150 kV) geldt dat dat deze niet binnen het rijksinpassingsplan valt. De tijdelijke verbinding (150 kV) valt binnen het bestemmingsplan “Buitengebied West”. De belangrijkste bestemmingen die vigeren zijn: ‘Bos’, ‘Agrarisch met waarden – Natuur- en landschapswaarden’ en ‘Recreatie – Verblijfsrecreatie’.

1.4 Leeswijzer

Deze ruimtelijke onderbouwing bestaat uit 13 hoofdstukken. In hoofdstuk 2 vindt u de planbeschrijving. In hoofdstuk 3 wordt het plan getoetst aan het relevante Rijks-, provinciaal en gemeentelijk beleid. De hoofdstukken 4 tot en met 7 vormen de onderbouwing voor de aspecten archeologie en cultuurhistorie, water en natuur. In de hoofdstukken 8 tot en met 11 komen de diverse milieuaspecten aan bod. In hoofdstuk 12 wordt vervolgens de economische en maatschappelijke uitvoerbaarheid van het plan aangetoond. In hoofdstuk 13, tenslotte, wordt de een afweging en conclusie gegeven.

2 Planbeschrijving

2.1 Bestaande situatie

Werkstroken
De locaties waar de tijdelijke werkstroken zijn voorzien, bevinden zich in verschillende soorten gebieden. Bestemmingen die vigeren zijn: agrarisch, bedrijf, verkeer, groen en recreatie. De gronden bestaan voornamelijk uit recreatieve en agrarische gronden. Deze gronden zijn (vaak) onbebouwd.

Tijdelijke verbinding (150 kV)
Net als de werkstroken bevinden de gronden waar de tijdelijke verbinding zijn voorzien zich in verschillende soorten gebieden. Deze gebieden bestaan voornamelijk uit recreatieve gebieden, bosgebieden en agrarische gronden. Deze gronden zijn onbebouwd.

2.2 Toekomstige situatie

Werkstroken
De werkstroken betreffen tijdelijke werkstroken en komen te liggen op gronden die (vaak) onbebouwd zijn. Daarnaast zijn deze werkstroken benodigd voor het realiseren van de opstijgpunten. Zonder de werstroken zijn de locaties van de opstijgpunten niet bereikbaar en is realisatie daarvan niet haalbaar. Omdat de werkstroken ook maar tijdelijk zijn, zullen de onderliggende gronden in een later stadium weer voor de eigenlijke functies kunnen worden benut. Voor een overzicht van de ligging van de werkstroken wordt verwezen naar bijlage 1.

Tijdelijke verbinding (150 kV)
De tijdelijke verbinding (150 kV) die buiten het rijksinpassingsplan valt, ligt bij knooppunt Hoogmade, mast M74 (p_r380_nr_um4_p1_gem_kb_5, en).

Deze tijdelijke verbinding is van halverwege 2015 tot ongeveer halverwege 2017 voorzien. Na deze periode wordt de tijdelijke verbinding weer verwijderd en zijn de vigerende bestemmingen weer van toepassing. De tijdelijke verbinding die buiten het rijksinpassingsplan valt, is opgenomen in bijlage 2.

3 Ruimtelijke Ordening

3.1 Nationaal beleid

3.1.1 Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR)

De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR), in werking getreden op 13 maart 2012, vervangt de Nota Ruimte en geeft een nieuw, integraal kader voor het ruimtelijk en mobiliteitsbeleid op Rijksniveau. In de structuurvisie schetst het Rijk ambities tot 2040 en doelen, belangen en opgaven tot 2028.

De leidende gedachte in de SVIR is ruimte maken voor groei en beweging. Door urbanisatie, individualisering, vergrijzing en ontgroening nemen de ruimtelijke verschillen toe. Ambities tot 2040 zijn onder andere het aansluiten van woon- en werklocaties op de (kwalitatieve) vraag en het zoveel mogelijk benutten van locaties voor transformatie en herstructurering. Ook wil het Rijk ervoor zorgen dat in 2040 een veilige en gezonde leefomgeving met een goede milieukwaliteit wordt geboden.

In de SVIR is aandacht besteed aan het ruimtelijk belang voor het hoofdnetwerk voor (duurzame) energievoorziening en de energietransitie. De ruimtebehoefte en het beleid voor ruimtelijke inpassing voor de nationale elektriciteitsinfrastructuur zijn uitgewerkt in de PKB Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV III).

3.1.2 Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro)

Het Rijk legt met het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro), de nationale ruimtelijke belangen juridisch vast. Enerzijds betreft het de belangen die reeds in de (ontwerp-) AMvB Ruimte uit 2009 waren opgenomen en anderzijds is het Barro aangevuld met onderwerpen uit de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR). Het besluit is op 30 december 2011 voor wat betreft de eerstgenoemde onderwerpen in werking getreden.

Onderwerpen waarvoor het Rijk ruimte vraagt zijn de mainportontwikkeling van Rotterdam, bescherming van de waterveiligheid in het kustfundament en in en rond de grote rivieren, bescherming en behoud van de Waddenzee en enkele werelderfgoederen, zoals de Beemster, de Nieuwe Hollandse Waterlinie en de Stelling van Amsterdam en de uitoefening van defensietaken. Ter bescherming van deze belangen zijn reserveringsgebieden, begrenzingen en vrijwaringszones opgenomen. In het besluit is aangegeven op welke wijze bestemmingsplannen voor deze gebieden moeten zijn ingericht. Indien geldende bestemmingsplannen niet voldoen aan het Barro dan moeten deze binnen drie jaar na inwerkingtreding van het besluit zijn aangepast.

Concreet voor de beoogde ontwikkeling geeft het Barro geen specifiek beleid.

3.1.3 Inpassingsplan "Randstad 380 kV-verbinding Beverwijk-Zoetermeer (Bleiswijk), Noordring"

In het Inpassingsplan "Randstad 380 kV-verbinding Beverwijk-Zoetermeer (Bleiswijk), Noordring" is getoetst of de aanleg van de hoogspanningsverbinding past binnen het geldende rijksbeleid. Hierbij is ingegaan op de volgende beleidsstukken:

- Tweede en derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening
- Energierapport 2011
- Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (2012) Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (2011)
- Nuchter omgaan met risico's, Advies met betrekking tot hoogspanningslijnen en het magneetveld (2005)

- Nationaal Waterplan (2009)
- Programma Randstad Urgent (2007)
- Convenant Mainport en Groen (1996)
- Structuurvisie Mainport Amsterdam, Haarlemmermeer en Schiphol (SMAHS)
- Ontwerpstructuurvisie buisleidingen (2011)

In de conclusie is aangegeven, dat het gekozen tracé in overeenstemming is met het beschreven rijksbeleid. Voornamelijk het advies met betrekking tot hoogspanningsverbindingen en magneetvelden is van belang geweest voor de tracering en inpassing van de hoogspanningsverbinding. De afwijking die de uitgebreide omgevingsvergunning mogelijk maakt, betreft slechts de aanleg van tijdelijke werkstroken en een tijdelijke verbinding. Het tracé zelf blijft ongewijzigd.

3.2 Provinciaal beleid

3.2.1 Provincie Zuid-Holland

Structuurvisie Ruimte, provincie Zuid-Holland
Het uitgangspunt van de Structuurvisie Ruimte is *"lokaal wat kan, provinciaal wat moet"*. In de provinciale structuurvisie geeft de provincie aan wat zij als provinciaal belang beschouwt en hoe zij daarop wil gaan sturen. De provinciale structuurvisie werd op 2 juli 2010 vastgesteld. Inmiddels zijn ook een eerste herziening en jaarlijkse actualiseringen vastgesteld en ligt het ontwerp van de nieuwe structuurvisie ter inzage.

De structuurvisie bevat het ruimtelijk beleid tot 2020 met een doorkijk naar 2040. Het accent ligt op sturing vooraf en sturing op kwaliteit.

In de structuurvisie wordt toenemende energieschaarste als één van de trends voor de komende jaren aangegeven. Energieschaarste vraagt om een duurzame economie. Zorgvuldig omgaan met schaarse hulpbronnen staat daarbij centraal. Dit betekent efficiënt gebruik van grondstoffen, zuinig omgaan met energie en investeringen in kennis, onderwijs en technologie. Investeren in 'energie-infrastructuur' is hierbij belangrijk. Ruimte geven aan lokale en regionale energienetwerken en een intensiever gebruik van de ondergrond vormen belangrijke ruimtelijke opgaven.

De structuurvisie doet voor het overige geen uitspraken over de aanleg van de tijdelijke werkstroken en de tijdelijke verbinding.

3.2.2 Provinciale Verordening Ruimte; ontwikkelen met schaarse ruimte

Om het provinciale ruimtelijke belang, zoals beschreven in de provinciale structuurvisie, te kunnen uitvoeren is, onder meer, de provinciale verordening opgesteld. In de provinciale verordening zijn de zaken die generiek van aard zijn (relevant voor alle gemeenten of een bepaalde groep gemeenten) en in eerste instantie vooral een werend of beperkend karakter hebben vastgelegd. De provincie acht de borging hiervan van groot belang. Tevens zijn de nationale belangen zoals vastgelegd in de AMvB Ruimte ook in de provinciale verordening opgenomen ten behoeve van een doorwerking in de gemeentelijke bestemmingsplannen. Tot slot zijn in de verordening regels gesteld over de inhoud van bestemmingsplannen en de inhoud van de toelichting van bestemmingsplannen. De verordening heeft slechts betrekking op een beperkt aantal onderwerpen. Bij het opstellen van bestemmingsplannen dient daarom ook rekening te worden gehouden met ander provinciaal beleid. Bovendien moet worden voldaan aan de overige wet- en regelgeving.

Concreet voor de beoogde ontwikkeling geeft de Provinciale Verordening Ruimte geen specifiek beleid.

3.3 Gemeentelijk beleid

3.3.1 Maatschappelijk Ruimtelijke Structuurvisie (MRSV)

De gemeente Kaag en Braassem staat de komende jaren voor een aantal omvangrijke en complexe vraagstukken. Zo neemt de vergrijzing en ontgroening steeds grotere vormen aan met als gevolg het verdwijnen van draagvlak voor voorzieningen. Ook verandert het landschap onder druk van infrastructuur en verstedelijking. Dit soort vraagstukken vraagt om een heldere visie. Tegelijkertijd doen zich kansen voor die benut kunnen worden. Zo kenmerkt de gemeente Kaag en Braassem zich door een enorme rijkdom aan landschappelijke en cultuurhistorische waarden en is de ligging in het Hollandse Plassengebied uniek. Het doel van het opstellen van deze Maatschappelijk Ruimtelijke Structuurvisie is, om de vraagstukken en kansen integraal in beeld te brengen en te gebruiken als bouwstenen voor een helder toekomstperspectief.

In de MRSV wordt niet verder ingegaan op de voorziene hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV. Omdat deze ruimtelijke onderbouwing enkel ziet op de aanleg van tijdelijke werkstroken en een tijdelijke verbinding (150 kV) wordt geen belemmering gezien voor de aanleg daarvan. Deze werkstroken en verbinding staan ten dienste van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV.

4 Archeologie en cultuurhistorie

4.1 Kader

Wet op de archeologische monumentenzorg
In de Wet op de archeologische monumentenzorg (2007) zijn de uitgangspunten van het Verdrag van Malta (1992) binnen de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd. De wet regelt de bescherming van archeologisch erfgoed in de bodem, de inpassing ervan in de ruimtelijke ontwikkeling en de financiering van opgravingen, waarbij in beginsel geldt: “de veroorzaker betaalt”. Het belangrijkste doel van de wet is het behoud van het bodemarchief “in situ” (ter plekke), omdat de bodem de beste garantie biedt voor een goede conservering van de archeologische waarden. Het is verplicht om in het proces van ruimtelijke ordening tijdig rekening te houden met de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden. Op die manier komt er ruimte voor overweging van archeologievriendelijke alternatieven.

Cultuurhistorische Hoofdstructuur Zuid-Holland
De provincie Zuid-Holland hanteert het beleidsinstrument “Cultuurhistorische Hoofdstructuur Zuid-Holland (CHS)”. In de CHS heeft de provincie bestaande en mogelijk te verwachten archeologische waarden in beeld gebracht. In het bijbehorende “Beleidskader Cultuurhistorische Hoofdstructuur Zuid-Holland” zijn per waarderingscategorie algemene beleidsuitgangspunten geformuleerd. De waardering zoals vastgelegd in de cultuurhistorische hoofdstructuur geldt als uitgangspunt van beleid.

De archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart voor de gemeente Kaag en Braassem
In mei 2011 is het archeologiebeleid van de gemeente Kaag en Braassem vastgesteld. In het kader van een aantal bestemmingsplanprocedures en het voornemen tot vaststellen van een erfgoedverordening is het archeologiebeleid van de gemeente Kaag en Braassem geëvalueerd. Op basis van deze evaluatie zijn de ondergrenzen herijkt en de archeologische verwachting op bepaalde plaatsen in de gemeente aangepast. De archeologische beleidsadvieskaart laat voor het gehele plangebied een middelhoge verwachtingswaarde zien.

4.2 Analyse

In het kader van het inpassingsplan is onderzoek uitgevoerd naar archeologische waarden binnen het plangebied. De ontwikkeling die de uitgebreide omgevingsvergunning mogelijk maakt, blijft binnen het plangebied van het inpassingsplan. Binnen alle (dubbel)bestemmingen zijn grondwerkzaamheden ten behoeve van de aanleg van de hoogspanningsverbinding toegestaan. Het uitvoeren van nader onderzoek is dan ook niet benodigd.

Voor de tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding (150 kV) is ook geen onderzoek benodigd. Er zal geen sprake van (diepgaande) grondwerkzaamheden die dusdanig diep reiken dat onderzoek benodigd is.

4.3 Conclusie

Onderhavige ontwikkeling ziet uitsluitend op (bodem)werkzaamheden die reeds mogelijk zijn in het kader van inpassingsplan. Ten behoeve van de aanleg van de tijdelijke werkstroken en de tijdelijke verbinding (150 kV) zijn geen (diepgaande) bodemwerkzaamheden benodigd. Nader onderzoek is dan ook niet benodigd. Er is geen belemmering voor de uitvoering van het plan.

5 Water

5.1 Kader

Er is een groot aantal beleidsstukken dat betrekking heeft op de waterhuishouding. Hieronder wordt één en ander uiteengezet.

Op Europees en rijksniveau gelden de volgende beleidsstukken ten aanzien van water:
- Nationaal Waterplan
- Waterwet
- Nationaal Bestuursakkoord Water
- Kaderrichtlijn water
- Advies commissie Waterbeheer 21e eeuw

Nationaal Waterplan
Het Nationaal Waterplan beschrijft de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid. Het rijk streeft naar een duurzaam en klimaatbestendig waterbeheer en heeft de ambitie om de komende decennia te investeren in bescherming tegen overstromingen en in de zoetwatervoorziening.

Waterwet
De Waterwet regelt het beheer van de waterkeringen, het oppervlaktewater en het grondwater, verbetert de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening en zorgt voor een eenduidige bestuurlijke procedure en daarbij behorende rechtsbescherming voor besluiten.

Nationaal Bestuursakkoord Water
In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) is het kabinetsstandpunt over het waterbeleid in de 21e eeuw vastgelegd. De hoofddoelstellingen zijn: het waarborgen van het veiligheidsniveau bij overstromingen en het verminderen van wateroverlast.

Kaderrichtlijn water
Op 22 december 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht geworden. De KRW geeft een kader voor de bescherming van de ecologische en chemische kwaliteit van oppervlaktewater en grondwater.

Waterbeheer 21e eeuw
In september 2000 heeft de commissie Waterbeheer 21e eeuw (WB21) advies uitgebracht over het toekomstig waterbeheer in Nederland. Belangrijk onderdeel van WB21 is het uitgangspunt van ruimte voor water.

Beleid provincie Zuid-Holland
Op 1 januari 2010 is het Provinciaal Waterplan 2010 - 2015 in werking getreden. Dit plan vervangt het provinciale Waterhuishoudingplan, dat was opgenomen in het Beleidsplan Groen, Water en Milieu 2006 - 2010 en in het Grondwaterplan 2007 - 2013. In het Provinciaal Waterplan zijn de opgaven van de KRW, het NBW en het Nationaal Waterplan vertaald naar strategische doelstellingen voor Zuid-Holland. Het Provinciaal Waterplan beschrijft op hoofdlijnen wat de provincie in de periode tot 2015 samen met haar waterpartners wil bereiken. Het Waterplan heeft vier hoofdopgaven:
1. waarborgen waterveiligheid;
2. zorgen voor mooi en schoon water;
3. ontwikkelen duurzame zoetwatervoorziening;

4. realiseren robuust en veerkrachtig watersysteem.

In het plan zijn deze opgaven verder uitgewerkt in 19 thema's en voor drie gebieden, in samenhang met economische, milieu- en maatschappelijke opgaven. Dit heeft geleid tot een integrale visie op de ontwikkeling van de Zuid-Hollandse Delta, het Groene Hart en de Zuidvleugel van de Randstad.

5.2 Analyse

Er liggen geen milieubeschermingsgebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, bodembeschermingsgebieden of boringsvrije zones in of nabij het plangebied. De aanleg van de verbinding heeft daarom geen effect op deze gebieden.

De toename van verhard oppervlak voor de mastenvoeten en de opstijgpunten is gering. Het leidt daarom in beginsel niet tot een extra belasting van het oppervlaktewatersysteem. Op sommige locaties is watercompensatie nodig. In dat geval komen er ringsloten om de opstijgpunten dan wel wordt watercompensatie gerealiseerd via de maatregelen voor landschappelijke inpassing (bijvoorbeeld aanleg plas-drasgebied). Dat wordt vastgelegd in de vereiste watervergunningen.

De tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding (150 kV) zijn tijdelijk. Het aspect water vormt geen belemmering voor de uitvoering van dit plan.

5.3 Conclusie

Het aspect water vormt geen belemmering voor de uitvoering van het plan. Binnen de planbegrenzing van het inpassingsplan is oppervlakteverharding toegestaan ten behoeve van de aanleg van de hoogspanningsverbinding. Ook is slechts sprake van tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbindingen (150 kV).

6 Ecologie

6.1 Kader

Soortenbescherming
De Flora- en faunawet (hierna: Ffw) beschermt alle in het wild levende zoogdieren, vogels, reptielen en amfibieën. Van deze soortgroepen zijn alleen huismuis, bruine en zwarte rat niet beschermd. Van de vissen, ongewervelde dieren (zoals vlinders, libellen en sprinkhanen) en planten zijn alleen de in de wet genoemde soorten beschermd.

Voor ruimtelijke ingrepen die gevolgen hebben voor een beschermde soort en/of zijn leefgebied moet een ontheffing op grond van de Ffw worden aangevraagd. Voor een aantal soorten geldt daarenboven het beschermingsregime van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn. Voor werkzaamheden die uit een bestemmingsplan voortvloeien dient voor de start van die werkzaamheden ontheffing te worden aangevraagd indien beschermde soorten voorkomen. Bij de vaststelling van een bestemmingsplan dient duidelijk te zijn of en in hoeverre een ontheffing kan worden verkregen.

Gebiedsbescherming
LNV heeft in 1990 de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) geïntroduceerd. De EHS bestaat uit een netwerk van natuurgebieden. Het doel van de EHS is de instandhouding en ontwikkeling van deze natuurgebieden om daarmee een groot aantal soorten en ecosystemen te laten voortbestaan.

Bescherming van (natuur)gebieden heeft daarnaast ook plaats middels de Natuurbeschermingswet. Daaronder vallen de volgende typen gebieden:
- Natura 2000-gebieden (Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijngebieden);
- Beschermde Natuurmonumenten;
- Wetlands.

Binnen beschermde natuurgebieden gelden (strenge) restricties voor ruimtelijke ontwikkelingen. Voor activiteiten of projecten die schadelijk zijn voor de beschermde natuur geldt een vergunningplicht.

6.2 Analyse

In het kader van het inpassingsplan is voor de aanleg van de gehele hoogspanningsverbinding een flora- en faunaonderzoek uitgevoerd. Hieruit blijkt dat de Natuurbeschermingswet 1998 de uitvoering van het plan niet in de weg staat. Voor de aanleg en instandhouding van de verbinding is een ontheffing vereist op grond van de Flora- en faunawet voor diverse soorten. De gunstige staat van instandhouding van geen enkele soort is in het geding. Er vindt geen doorsnijding van EHS plaats. Met de komst van de tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding (150 kV) is de gunstige staat van instandhouding van geen enkele soort is in het geding.

6.3 Conclusie

De Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet staat de uitvoering van het plan niet in de weg.

7. Bodemkwaliteit

7.1 Kader

Wet bodembescherming

De Wet bodembescherming (Wbb) voorziet in maatregelen indien sprake is van ernstige bodemverontreiniging. Het doel van de Wbb is in de eerste plaats het beschermen van de (land- of water-) bodem zodat deze kan worden benut door mens, dier en plant, nu en in de toekomst. Via de Wbb heeft de Rijksoverheid de mogelijkheid algemene regels te stellen voor de uitvoering van werken, het transport van stoffen en het toevoegen van stoffen aan de bodem.

Ontwikkelingen kunnen pas plaatsvinden als de bodem, waarop deze ontwikkelingen gaan plaatsvinden, geschikt is of geschikt is gemaakt voor het beoogde doel. Bij nieuwbouwactiviteiten dient de bodemkwaliteit door middel van onderzoek in beeld te zijn gebracht. In het algemeen geldt dat nieuwe bestemmingen bij voorkeur op een schone bodem dienen te worden gerealiseerd.

Besluit bodemkwaliteit

Het doel van het Besluit bodemkwaliteit (2008) is de bodem beter te beschermen en meer ruimte te bieden voor nieuwe bouwprojecten. Ook geeft het besluit gemeenten en provincies meer verantwoordelijkheid om de bodem te beheren.

7.2 Analyse

Er liggen geen milieubeschermingsgebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, bodembeschermingsgebieden of boringvrije zones in of nabij het plangebied. De aanleg van de tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding (150 kV) hebben daarom geen effect op deze gebieden. De gevolgen voor de bodem van de aanleg van de verbinding zijn slechts beperkt. Waar nodig worden maatregelen getroffen om onaanvaardbare negatieve effecten te voorkomen.

Het aspect bodem leidt niet tot een belemmering ten aanzien van de tijdelijke werkstroken en de tijdelijke verbinding (150 kV).

7.3 Conclusie

Het aspect bodem vormt geen belemmering voor de uitvoering van het plan.

8. Geluidhinder

8.1 Kader

De Wet geluidhinder verlangt een akoestisch onderzoek voor die situaties waarin nieuwe geluidsgevoelige objecten, zoals woningen of scholen, binnen de zone van een weg, een spoorlijn of een gezoneerd industrieterrein worden gerealiseerd. Tevens is een dergelijk onderzoek nodig in het geval een nieuwe geluidsbron mogelijk wordt gemaakt.

8.2 Analyse

De bovengrondse delen van de verbinding kunnen geluidseffecten veroorzaken. Er kan sprake zijn van windfluiten en met name bij vochtige weersomstandigheden kan een knetterend geluid optreden door elektrische ontladingen (coronageluid).

De tijdelijke effecten van het bouwverkeer in de aanlegfase worden aanvaardbaar geacht, ook voor de tijdelijke werkstroken en de tijdelijke verbinding (150 kV). De tijdelijke werkstroken en de tijdelijke verbinding (150 kV) hebben geen invloed op de bovengrondse verbinding. Daarmee heeft deze ontwikkeling geen gevolgen ten aanzien van het aspect geluidhinder.

8.3 Conclusie

Het aspect geluidhinder vormt geen belemmering voor de uitvoering van het plan, omdat er geen wijzigingen zijn ten aanzien van de bovengrondse delen van de verbinding die geluidseffecten kunnen veroorzaken. De tijdelijke effecten van het bouwverkeer in de aanlegfase worden aanvaardbaar geacht.

9. Luchtkwaliteit

9.1 Kader

Het onderzoek naar luchtkwaliteit wordt uitgevoerd op grond van hoofdstuk 5, titel 5.2 'Luchtkwaliteitseisen' van de Wet milieubeheer. De titel 5.2 'Luchtkwaliteitseisen' is beter bekend als de Wet luchtkwaliteit. In dit onderzoek wordt nagegaan of aan de normen uit de Wet luchtkwaliteit wordt voldaan.

De kern van de Wet luchtkwaliteit is het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). Het NSL is een bundeling maatregelen op regionaal, nationaal en internationaal niveau die de luchtkwaliteit verbeteren. Daarnaast zijn daarin alle ruimtelijke ontwikkelingen opgenomen die de luchtkwaliteit verslechteren. Het doel van de NSL is om overal in Nederland te voldoen aan de Europese normen voor de luchtverontreinigende stoffen.

Naast de introductie van het NSL is het begrip 'niet in betekenende mate' (NIBM) bijdragen een belangrijk onderdeel van de Wet luchtkwaliteit. Een project draagt NIBM bij aan de verslechtering van de luchtkwaliteit als de NO_2 en PM_{10} jaargemiddelde concentraties niet meer toenemen dan 1,2 µg/m^3. In dat geval wordt de ontwikkeling als NIBM aangemerkt.

Een ruimtelijke ontwikkeling vindt volgens de Wet luchtkwaliteit doorgang als aan ten minste één van de volgende voorwaarden is voldaan:
- de ontwikkeling is opgenomen in het NSL;
- de ontwikkeling wordt aangemerkt als een NIBM-ontwikkeling;
- de gestelde grenswaarden in bijlage 2 van de Wet luchtkwaliteit worden niet overschreden;
- projectsaldering wordt toegepast.

Voor zover de ruimtelijke ontwikkeling is opgenomen in het NSL of de ontwikkeling kan worden aangemerkt als NIBM-project is toetsing aan de normen van de Wet luchtkwaliteit niet nodig.

Normstelling
Voor wegverkeer zijn NO_2 en PM_{10} de belangrijkste stoffen. In bijlage 2 van de Wet luchtkwaliteit is een overzicht gegeven van de grenswaarden voor NO_2 en PM_{10}. Deze grenswaarden zijn:

Stoffen	Grenswaarden
NO_2	jaargemiddelde grenswaarde van 40 µg/m^3
PM_{10}	jaargemiddelde grenswaarde van 40 µg/m^3
	24 uurgemiddelde grenswaarde van 50 µg/m^3 en mag maximaal 35 dagen per jaar worden bereikt

Naast jaargemiddelde grenswaarden kent de Wet luchtkwaliteit ook het begrip plandrempel. Een plandrempel geeft een kwaliteitsniveau aan voor de buitenlucht waarboven het maken van plannen verplicht is. Voor NO_2 bedraagt de plandrempel 60 µg/m^3, welke tot en met 31 december 2014 blijft gelden.

Met het van kracht worden van het NSL zijn de tijdstippen waarop moet worden voldaan aan de jaargemiddelde grenswaarden NO_2 en PM_{10} aangepast. Voor PM_{10} is dat 11 juni 2011 en 1 januari 2015 voor NO_2.

9.2 Analyse

In de ‘Regeling niet in betekenende mate bijdrage (luchtkwaliteitseisen)’ (Regeling NIBM) zijn voor verschillende functiecategorieën cijfermatige kwantificaties opgenomen, waarbij een ontwikkeling als een NIBM-project kan worden beschouwd. Deze categorieën betreffen landbouwinrichtingen, spoorwegemplacementen, kantoorlocaties, woningbouwlocaties en een combinatielocatie van woningbouw en kantoren.

De tijdelijke werkstroken en de tijdelijke verbinding (150 kV) leiden niet tot extra verkeersbewegingen of andere effecten die van invloed zijn op het aspect luchtkwaliteit. Het aspect luchtkwaliteit vormt daarom geen belemmering voor de uitvoering van het plan.

9.3 Conclusie

Het aspect luchtkwaliteit vormt geen belemmering voor de uitvoering van dit plan.

10. Externe veiligheid

10.1 Kader

Algemeen

Externe veiligheid richt zich op het beheersen van activiteiten die een risico voor de omgeving kunnen opleveren, zoals milieurisico's, transportrisico's en risico's die kunnen optreden bij de productie, het vervoer en de opslag van gevaarlijke stoffen in inrichtingen. Bij de (her)inrichting van een gebied bepaalt de externe veiligheidssituatie mede de ruimtelijke (on)mogelijkheden.

In het kader van het Besluit ruimtelijke ordening (Bro) gelezen in samenhang met de regels omtrent externe veiligheid moet worden onderzocht of er sprake is van aanwezigheid van risicobronnen in de nabijheid van de locatie waarop het Wro besluit betrekking heeft en dienen het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR), en de eventuele toename hiervan, berekend te worden.

Het PR is de kans per jaar dat een persoon op een bepaalde plaats overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen, indien hij onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven. Het PR wordt weergegeven met risicocontouren rondom een inrichting of langs een vervoersas. De normstelling heeft de status van een grenswaarde die niet overschreden mag worden. Voor kwetsbare objecten wordt in zowel bestaande als nieuwe situaties het niveau van 10^{-6} per jaar als grenswaarde gehanteerd. Nieuwe beperkt kwetsbare objecten zijn alleen toegestaan onder een gewichtige motivering. Bestaande beperkt kwetsbare objecten zijn toegestaan binnen de PR 10^{-6} contour.

Het GR kan worden beschouwd als de maat van maatschappelijke ontwrichting in geval van een calamiteit (en drukt dus de kans per jaar uit dat een groep mensen van minimaal 10 personen overlijdt als rechtstreeks gevolg van een calamiteit). De normstelling heeft de status van een oriënterende waarde. Deze waarde is geen vastgestelde wettelijke norm. Desondanks hebben overheden en betrokken private instellingen een inspanningsverplichting om te voldoen aan deze oriënterende waarde en dient een toename van het GR bestuurlijk te worden verantwoord.

Regelgeving transport van gevaarlijke stoffen over wegen, water en spoor

De regelgeving met betrekking tot het transport van gevaarlijke stoffen over openbare wegen, water en spoorwegen is neergelegd in de circulaire "Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen" (cRNVGS). Deze circulaire is gewijzigd per 31 juli 2012. In 2013 treedt het Besluit transportroutes externe veiligheid (Btev) in werking. Hierin staan regels op het gebied van externe veiligheid voor de ruimtelijke inrichting rond wegen, waterwegen en spoorwegen met vervoer van gevaarlijke stoffen.

Regelgeving transport van gevaarlijke stoffen via buisleidingen

Op 1 januari 2011 is het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) in werking getreden. Het Bevb regelt onder andere welke veiligheidsafstanden moeten worden aangehouden rond buisleidingen met gevaarlijke stoffen. De normstelling is in lijn met het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi). Daarmee zijn nieuwe kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-6} contour niet toegestaan. Ook is vastgesteld dat wanneer binnen het invloedsgebied van een buisleiding een ruimtelijk besluit wordt genomen, de verantwoordingsplicht van toepassing is.

10.2 Analyse

Een hoogspanningsverbinding kan een risicoverhogend object vormen voor buisleidingen door het risico van omvallen van een mast op een buisleiding. De tijdelijke werkstroken en de tijdelijke

verbinding (150 kV) wijzigt er niets aan de bovengrondse verbinding en masten. Het plan heeft dan ook geen negatieve gevolgen in het kader van externe veiligheid.

10.3 Conclusie

Het plan leidt niet tot wijzigingen in de bovengrondse verbinding. Het aspect externe veiligheid vormt daarmee geen belemmering voor de uitvoering van het plan.

11. Magnetische velden

11.1 Kader

Rond hoogspanningsverbindingen ontstaan magnetische velden. Er is uitgebreid wetenschappelijk onderzoek gedaan naar dit onderwerp. Er is geen sprake van wettelijke limieten voor blootstelling aan deze magnetische velden, maar wel sprake van Europees en nationaal beleid. Op basis van het wetenschappelijk onderzoek zijn in internationaal verband limieten aanbevolen voor de sterkte van het magnetisch veld. Deze houden in dat blootstelling aan meer dan 100 microtesla wordt afgeraden. Deze waarden worden ook in Nederland gehanteerd en nergens overschreden.

De verzamelde wetenschappelijke gegevens wijzen op het bestaan van een zwakke, maar statistisch significante associatie tussen het optreden van leukemie bij kinderen tot 15 jaar en het wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen. Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor een oorzakelijk verband tussen blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen en het ontstaan van leukemie bij kinderen. De toenmalige staatssecretaris van VROM heeft in 2005 geadviseerd om voor nieuwe situaties, waaronder bij nieuwe hoogspanningsverbindingen, uit te gaan van het voorzorgsbeginsel. Het advies is om zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te vermijden dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen (0-15 jaar) langdurig verblijven in het gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microtesla.

Uit onderzoeken volgen geen wetenschappelijk onderbouwde aanwijzingen voor een verband tussen blootstelling aan elektrische en magnetische velden van hoogspanningsverbindingen en andere vormen van kanker, miskramen, de ziekte van Parkinson, myotrofische Lateraal Sclerose (ALS), psychische klachten of stress en beschadiging van erfelijk materiaal/DNA.

Een Zwitsers onderzoek legt een relatie tussen meer dan 10 jaar wonen binnen 50 m van een hoogspanningsverbinding en sterfgevallen als gevolg van de ziekte van Alzheimer. Het onderzoek geeft een aanwijzing dat er een relatie zou kunnen zijn tussen hoogspanningsverbindingen en de ziekte van Alzheimer, maar geeft geen inzicht in de mogelijke verklaring hiervoor. De Gezondheidsraad acht daarom nader onderzoek nodig om conclusies te kunnen trekken. Het Zwitsers onderzoek geeft overigens geen aanleiding om te verwachten dat buiten de magneetveldzone van 0,4 microtesla effecten op mensen verwacht kunnen worden. Het vigerende voorzorgsbeleid is dan ook nog steeds adequaat (Kamerstukken II 2008/09, 27561, nr. 38). Ook de Afdeling bestuursrechtspraak heeft in het beroep tegen het inpassingsplan voor de Zuidring geoordeeld dat met dit onderzoek geen causaal verband tussen het wonen bij een hoogspanningslijn en het voorkomen van de ziekte van Alzheimer is aangetoond.

11.2 Analyse

De tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding (150 kV) hebben geen invloed op de ligging van de magneetveldzone.

11.3 Conclusie

De magneetveldzone ter plaatse zal niet wijzigen en heeft dan ook geen invloed op in de omgeving aanwezige gevoelige objecten.

12. Uitvoerbaarheid

12.1 Economische uitvoerbaarheid

Exploitatieverplichting

Bij de voorbereiding van een omgevingsvergunning voor het afwijken van een bestemmingsplan dient op grond van artikel 3.1.6 van het Besluit ruimtelijke ordening (Bro, zie ook paragraaf 1.1 van deze ruimtelijke onderbouwing) in de toelichting minimaal inzicht te worden gegeven in de economische uitvoerbaarheid van het besluit.

Er is geen sprake van een bouwplan zoals bedoeld in artikel 6.2.1 van het Bro. Daarmee is de grondexploitatiewet niet van toepassing op deze ontwikkeling en is het opstellen van een exploitatieplan niet verplicht.

De kosten voor aanleg van de hoogspanningsverbinding – inclusief de plankosten – en de daarbij behorende tijdelijke werkstroken en tijdelijke verbinding (150 kV) zijn voor rekening van de initiatiefnemer. Hiermee is de economische uitvoerbaarheid aangetoond.

Het plan wordt financieel uitvoerbaar geacht.

12.2 Maatschappelijke uitvoerbaarheid

In het kader van de MER-procedure en de procedure van het inpassingsplan “Randstad 380 kV-verbinding Beverwijk-Zoetermeer (Bleiswijk), Noordring” hebben belanghebbenden de gelegenheid gehad zienswijzen in te dienen. Daarnaast zijn er diverse informatiebijeenkomsten geweest over de aanleg van de nieuwe hoogspanningsverbinding. Deze ruimtelijke onderbouwing betreft een geringe afwijking van dit inpassingsplan. Enkel tijdelijke werkstroken en een tijdelijke verbinding (150 kV) worden mogelijk gemaakt.

De omgevingsvergunning zal op grond van artikel 3, lid 10, onder a Wabo worden voorbereid met de uitgebreide voorbereidingsprocedure uit afdeling 3.4 Awb. Onderdeel van deze procedure is de terinzagelegging van het plan voor de indiening van zienswijzen door belanghebbenden.

De rijkscoördinatieregeling is op dit plan toepassing. De rijkscoördinatieregeling maakt een parallelle en een gecoördineerde voorbereiding van de voor de verwezenlijking van het project benodigde uitvoeringsbesluiten mogelijk. Hierbij kan onder andere gedacht worden aan omgevingsvergunningen voor bouwen, kappen en ontheffingen op grond van de Flora- en faunawet.

Hiermee wordt het project maatschappelijke uitvoerbaar geacht.

13. Afweging en conclusie

13.1 Afweging

De ruimtelijke onderbouwing maakt de aanleg tijdelijke werkstroken en een tijdelijke verbinding (150 kV) mogelijk. Voorgestane ontwikkeling heeft met betrekking tot diverse milieuaspecten, flora- en fauna, archeologie, water, geluid, luchtkwaliteit, bodem en leidingen geen negatieve invloed op haar omgeving. De voorgenomen ontwikkeling wordt tevens maatschappelijk en economisch uitvoerbaar geacht.

13.2 Conclusie

Naar aanleiding van het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat er geen belemmeringen voor de voorgenomen ontwikkeling zijn. Aan het project wordt medewerking verleend door middel van een uitgebreide omgevingsvergunning.

Bijlage 1:
Ligging werkstroken (bouwwegen en werkterreinen) buiten het rijksinpassingsplan

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West

076
075
074
073
072
148
147
146
N446
A4
Kaag en Braassem
Leiderdorp
Hofdijklaan
Bospolder
Bospad
Boskade
Van Klaverweijdeweg
Aurora
Bospoort
de dijk van de Dwarswatering
Persant Snoepweg
High Techpark
Elisabethhof

Randstad 380 kV Kaag en Braassem

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- RIPstrook
- Werkstrook
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

Bestaande verbindingen

- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- Te amoveren verbinding

Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_5	5 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

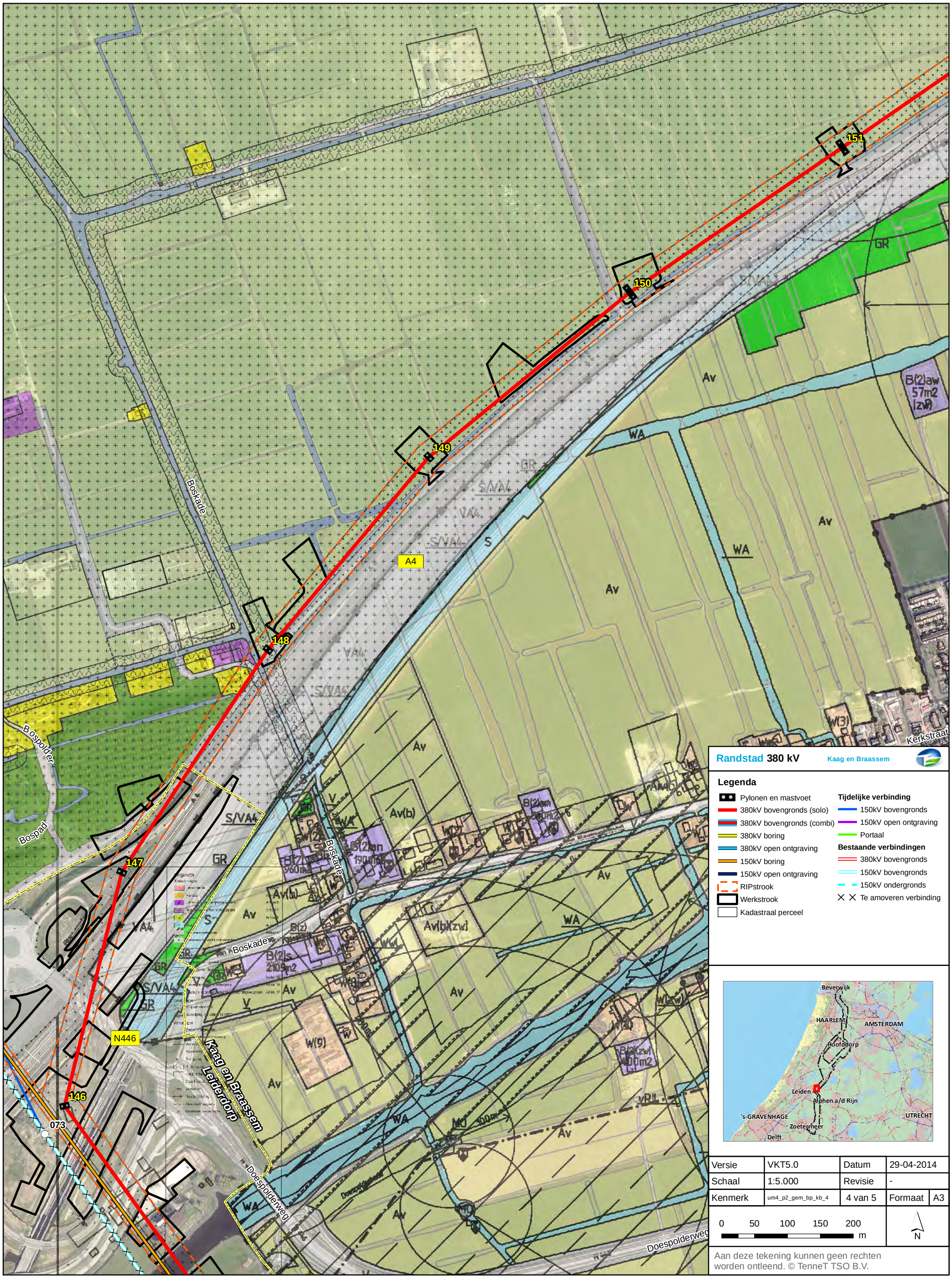
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West, Buitengebied Jacobswoude



Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_4	4 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

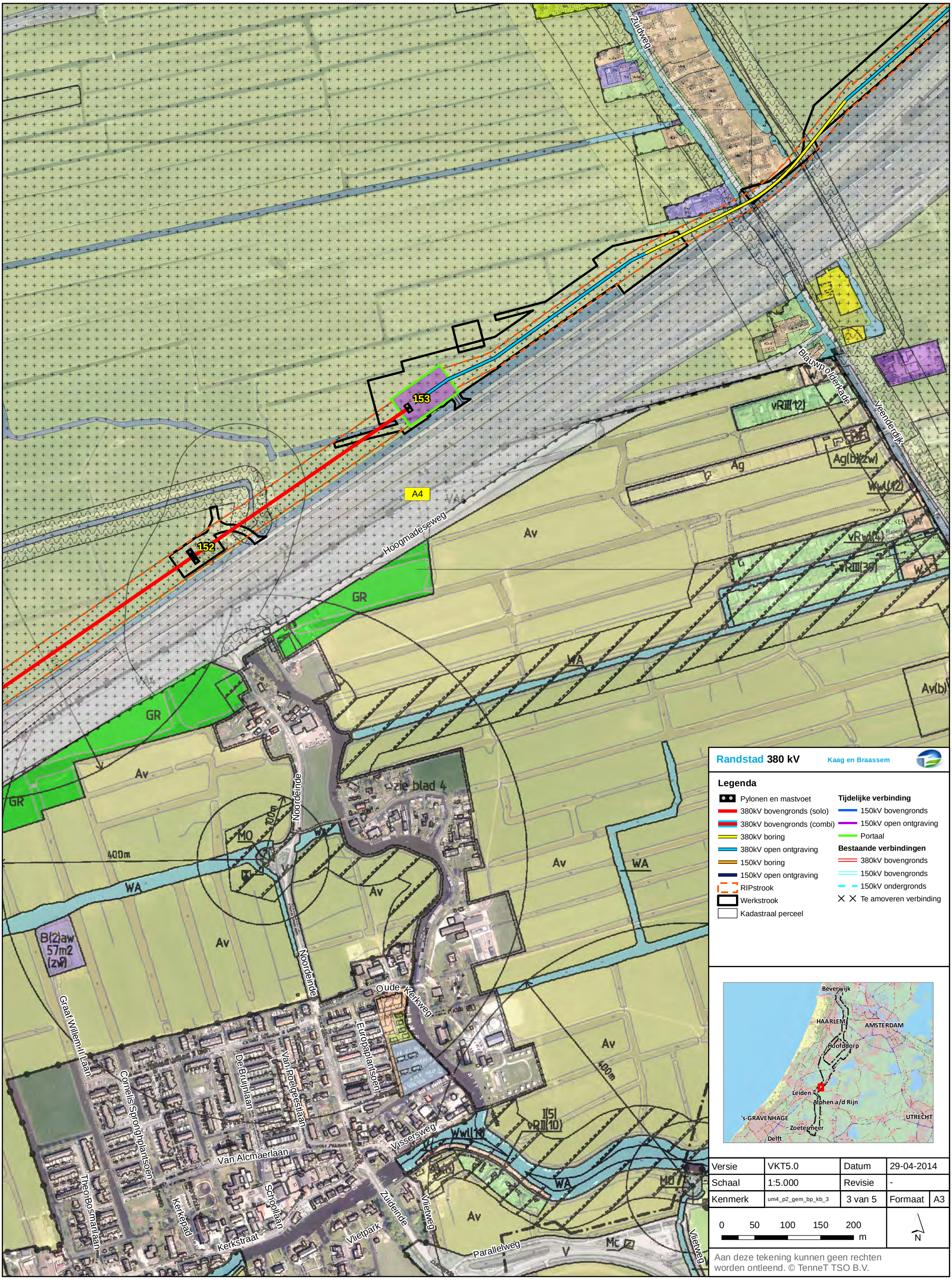
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West, Rijpwetering



Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_3	3 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

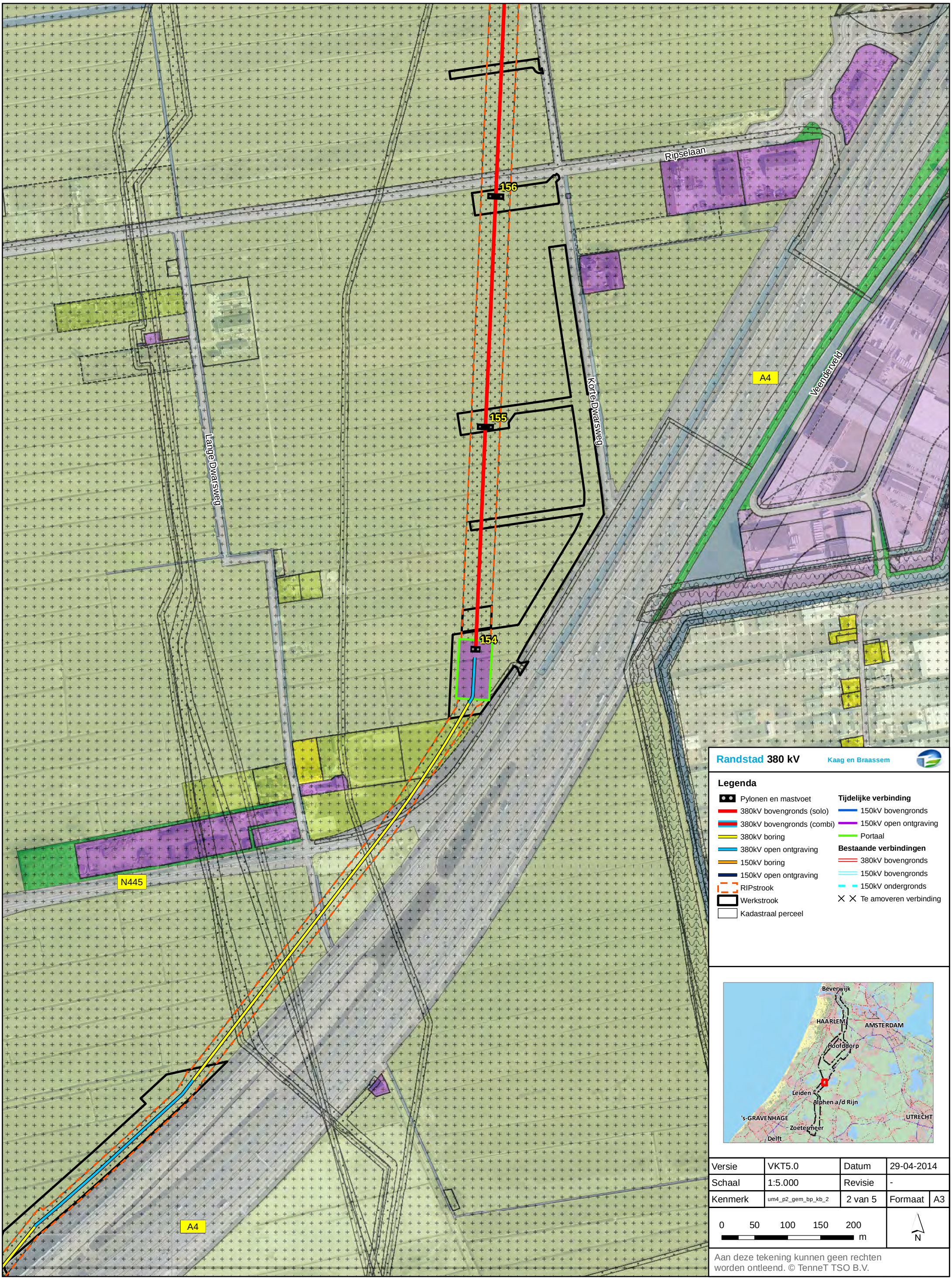
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West



Randstad 380 kV Kaag en Braassem

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- RIPstrook
- Werkstrook
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

Bestaande verbindingen

- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- Te amoveren verbinding

Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_2	2 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West

Kaagweg
Huigsloterdijk
Haarlemmermeer
Kaag en Braassem
Poeldijk
162
161
160
159
158
157

Randstad 380 kV Kaag en Braassem

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- RIPstrook
- Werkstrook
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

Bestaande verbindingen

- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- Te amoveren verbinding

Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_1	1 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Bijlage 2:
Ligging tijdelijke verbinding (150 kV) buiten het rijksinpassingsplan

Randstad 380 kV

Tijdelijke bouwwegen Kaag en Braassem

Bestemmingsplan Buitengebied West

076
075
074
073
072
148
147
146
N446
A4
Kaag en Braassem
Leiderdorp
Hofdijklaan
Bospolder
Bospad
Boskade
Van Klaverweijdeweg
Aurora
Bospoort
de dijk van de Dwarswatering
Persant Snoepweg
High Techpark
Elisabethhof

Randstad 380 kV Kaag en Braassem

Legenda

- Pylonen en mastvoet
- 380kV bovengronds (solo)
- 380kV bovengronds (combi)
- 380kV boring
- 380kV open ontgraving
- 150kV boring
- 150kV open ontgraving
- RIPstrook
- Werkstrook
- Kadastraal perceel

Tijdelijke verbinding

- 150kV bovengronds
- 150kV open ontgraving
- Portaal

Bestaande verbindingen

- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- Te amoveren verbinding

Versie	VKT5.0	Datum	29-04-2014
Schaal	1:5.000	Revisie	-
Kenmerk	um4_p2_gem_bp_kb_5	5 van 5	Formaat A3

0 50 100 150 200 m

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

KuiperCompagnons

Ruimtelijke Ordening, Stedenbouw, Architectuur, Landschap
City & Regional Planning, Urban Design, Architecture, Landscape

e-mail: kuiper@kuiper.nl
www.kuiper.nl

Van Nelle Ontwerpfabriek
Schiegebouw
Van Nelleweg 6060
3044 BC Rotterdam
T 010 433 00 99
F 010 404 56 69

Bijlage 5

Constructietekening en berekening masten Randstad 380 kV

4e UM 16 GKB-OMGV lijn		
Mastnummer	**masttype**	**mastfundatie**
148	W2H400 + 5	C
149	W2H400 + 5	C
150	W2S400 + 5	A
151	W2S400 + 5	A
152	W2S400 + 5	A
153	W2E400	F
154	W2E350	F
155	W2S350 + 5	A
156	W2S400 + 5	A
157	W2S400 + 5	A
158	W2S400 + 5	A
159	W2S350 + 5	A
160	W2S350 + 5	A
161	W2H400 + 15	C
162	W2S400 + 24	B

VolkerWessels Telecom | Netwerk Solutions

TenneT

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2S400(+24)"

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00	29 - 11 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01 – Fundatiebel. SLS toestaand gewijzigd	6 - 12 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
02-Detailberekening toegevoegd	11 - 04 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
03-mast met nieuwe V-brace	5- 02 - 14	ing. Miko Hakhverdian	5-2-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2S400(+24,0)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	12
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53
9.0 Detailberekening	55
9.1 Berekening V-brace - 380 kV	55

	blz.
9.1.1 Berekening uithouder V-brace - 380 kV	55
9.1.2 Controle capaciteit van de aansluiting - uithouder V-brace aan mast	62
9.1.3 Berekening clips 14,5	65
9.1.4 Berekening clips 15 – druk isolator	67
9.1.5 Berekening deling van de steunarm	69
9.2 Berekening draagarm bliksemdraad	70
9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	72
9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)	73
9.3 Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"	75
9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	80
9.3.2 Berekening clip "Retourstroomgeleider"	81
9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte)	83
9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting	85
9.5 Berekening clip hulprail - clip 8	86
9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting	88
9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast	90
9.7 Berekening Clips voor 4,5m hijsbalk	93
9.7.1 Hijsbalk op 74,75/72,25 m	93
9.7.1.1 Berekening clip	94
9.7.1.2 Controle capaciteit van de aansluiting	98
9.7.2 Hijsbalk op 70,33 / 65,83 en 60,33 / 55,83 m	99
9.7.2.1 Berekening clip positie 9	99
9.7.2.2 Controle capaciteit van de aansluiting	102
9.8 Berekening clips voor 1,5m hijsbalk	104
9.8.1 Berekening clip positie 9.3 en 16.3 – onderste clip	108
9.8.2 Controle capaciteit van de aansluiting	110
9.8.3 Berekening clip positie 16.3 – bovenste clip	111
9.8.4 Controle capaciteit van de aansluiting	115
9.9 Berekening versterking deur	118

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 - bijlage AC en AC2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2S400(+24) van het project “R380 Wintrack hoogspanningslijn” Noordring , tracé Vijfhuizen – Bleiswijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2S400(+24) zijn de bijlage AC (berekening maststerkte) en bijlage AC2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

De afmeting van de nieuwe V-brace is conform tekening SEFAG 180 480-099 Rev 03, d.d. 27-11-2013 en tekening KEMA 74104749-40-005, V-brace study R380N, d.d. 14-01-2014.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.

- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 76 meter. De basis diameter van de mast is 2,400 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit drie segmenten. De segmenten zijn 22,90 meter en 2* 26,55 meter lang. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en retourstroomgeleider) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2S400(+24) zijn de bijlage AC (berekening maststerkte) en bijlage AC2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state), en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS- toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype "W2S400(+24)"

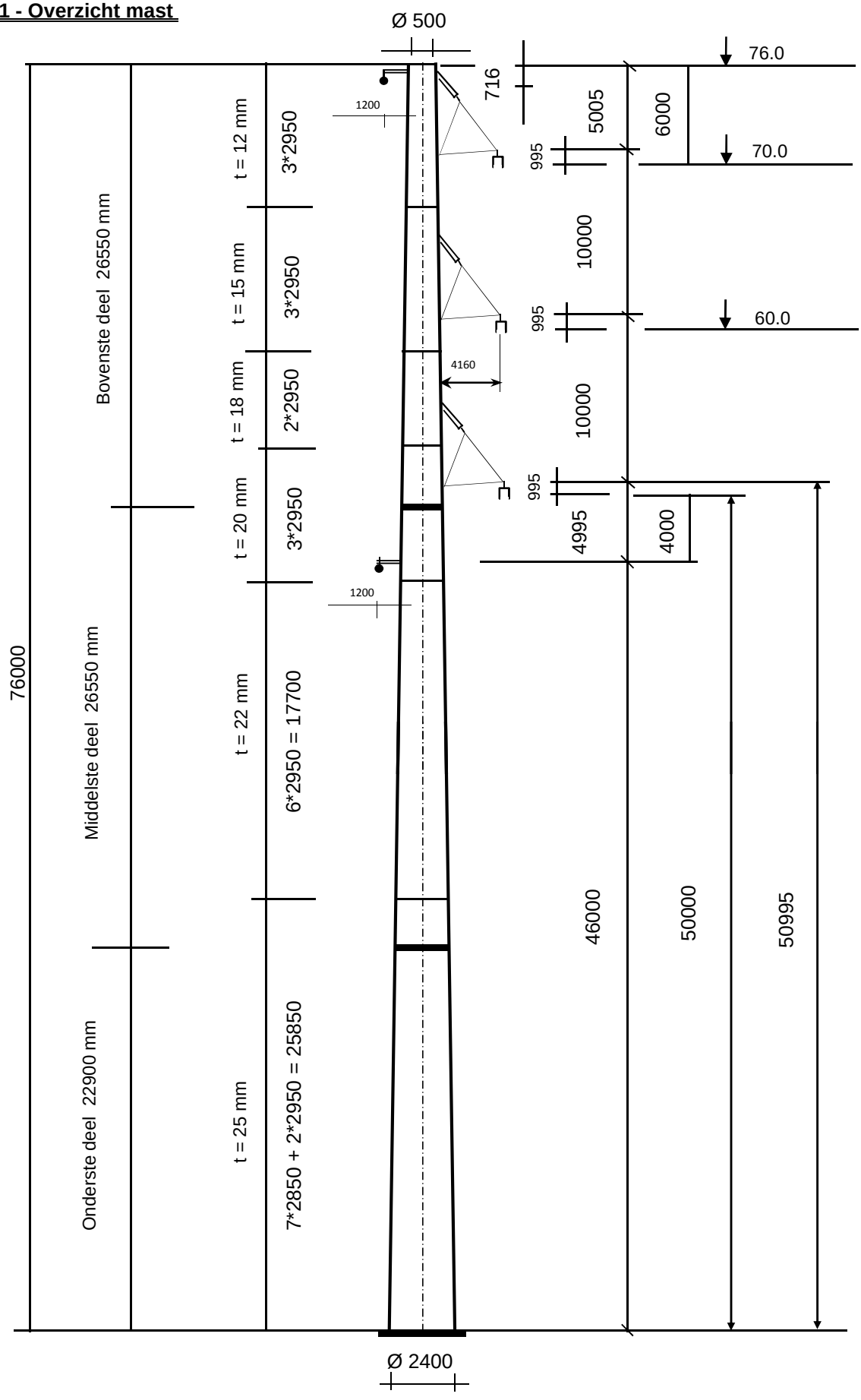
Berekening

W2S400+24

76,0 m - 2400 - 500

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2S400(+24)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	32	gem. breedte (m)	1,450

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	716	518	500	n.v.t.	2	1	75,64
2	2234	574	518	n.v.t.	2	1	74,17
3	2055	625	574	n.v.t.	2	1	72,02
4	895	648	625	n.v.t.	2	1	70,55
5	2950	721	648	n.v.t.	2	1	68,63
6	2950	795	721	n.v.t.	2	1	65,68
7	2950	869	795	n.v.t.	2	1	62,73
8	255	875	869	n.v.t.	2	1	61,12
9	2695	943	875	n.v.t.	2	1	59,65
10	2950	1016	943	n.v.t.	2	1	56,83
11	2950	1090	1016	n.v.t.	2	1	53,88
12	1405	1125	1090	n.v.t.	2	1	51,70
13	1545	1164	1125	n.v.t.	2	1	50,22
14	2950	1238	1164	n.v.t.	2	1	47,98
15	500	1250	1238	n.v.t.	2	1	46,25
16	2450	1311	1250	n.v.t.	2	1	44,78
17	2950	1385	1311	n.v.t.	2	1	42,08
18	2950	1459	1385	n.v.t.	2	1	39,13
19	2950	1533	1459	n.v.t.	2	1	36,18
20	2950	1606	1533	n.v.t.	2	1	33,23
21	2950	1680	1606	n.v.t.	2	1	30,28
22	2950	1754	1680	n.v.t.	2	1	27,33
23	2950	1828	1754	n.v.t.	2	1	24,38
24	1475	1864	1828	n.v.t.	2	1	22,16
25	1475	1901	1864	n.v.t.	2	1	20,69
26	2850	1973	1901	n.v.t.	2	1	18,53
27	2850	2044	1973	n.v.t.	2	1	15,68
28	2850	2115	2044	n.v.t.	2	1	12,83
29	2850	2186	2115	n.v.t.	2	1	9,98
30	2850	2258	2186	n.v.t.	2	1	7,13
31	2850	2329	2258	n.v.t.	2	1	4,28
32	2850	2400	2329	n.v.t.	2	1	1,43
	76000				33	32	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	509	12,0	18735	147,07	5,79E+08	175,75	2,27E+06
2	546	12,0	20125	157,98	7,17E+08	188,78	2,63E+06
3	599	12,0	22146	173,85	9,56E+08	207,73	3,19E+06
4	636	12,0	23536	184,76	1,15E+09	220,77	3,61E+06
5	684	12,0	25348	198,98	1,43E+09	237,76	4,19E+06
6	758	15,0	35019	274,90	2,42E+09	262,79	6,38E+06
7	832	15,0	38494	302,18	3,21E+09	288,86	7,72E+06
8	872	15,0	40382	317,00	3,71E+09	303,02	8,51E+06
9	909	15,0	42120	330,64	4,21E+09	316,05	9,26E+06
10	979	18,0	54364	426,76	6,28E+09	339,96	1,28E+07
11	1053	18,0	58535	459,50	7,84E+09	366,03	1,49E+07
12	1108	20,0	68334	536,42	1,01E+10	384,58	1,82E+07
13	1144	20,0	70650	554,61	1,12E+10	397,61	1,95E+07
14	1201	20,0	74181	582,32	1,29E+10	417,47	2,15E+07
15	1244	20,0	76890	603,59	1,44E+10	432,72	2,32E+07
16	1281	20,0	79207	621,78	1,57E+10	445,75	2,46E+07
17	1348	22,0	91655	719,49	2,02E+10	468,92	2,99E+07
18	1422	22,0	96752	759,51	2,37E+10	494,99	3,33E+07
19	1496	22,0	101850	799,52	2,77E+10	521,06	3,70E+07
20	1569	22,0	106947	839,53	3,20E+10	547,13	4,08E+07
21	1643	22,0	112044	879,55	3,68E+10	573,21	4,48E+07
22	1717	22,0	117141	919,56	4,21E+10	599,28	4,90E+07
23	1791	25,0	138672	1088,57	5,40E+10	624,31	6,04E+07
24	1846	25,0	143016	1122,68	5,93E+10	643,86	6,42E+07
25	1883	25,0	145912	1145,41	6,30E+10	656,90	6,69E+07
26	1937	25,0	150158	1178,74	6,86E+10	676,01	7,09E+07
27	2008	25,0	155754	1222,67	7,66E+10	701,20	7,63E+07
28	2079	25,0	161350	1266,60	8,51E+10	726,39	8,19E+07
29	2151	25,0	166946	1310,53	9,43E+10	751,57	8,77E+07
30	2222	25,0	172542	1354,46	1,04E+11	776,76	9,37E+07
31	2293	25,0	178138	1398,38	1,15E+11	801,95	9,99E+07
32	2364	25,0	183734	1442,31	1,26E+11	827,14	1,06E+08

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	76000	1 -- 2	1	716	1,87E+04	5,79E+08
2	75284	2 -- 3	2	2234	2,01E+04	7,17E+08
3	73050	3 -- 4	3	2055	2,21E+04	9,56E+08
4	70995	4 -- 5	4	895	2,35E+04	1,15E+09
5	70100	5 -- 6	5	2950	2,53E+04	1,43E+09
6	67150	6 -- 7	6	2950	3,50E+04	2,42E+09
7	64200	7 -- 8	7	2950	3,85E+04	3,21E+09
8	61250	8 -- 9	8	255	4,04E+04	3,71E+09
9	60995	9 -- 10	9	2695	4,21E+04	4,21E+09
10	58300	10 -- 11	10	2950	5,44E+04	6,28E+09
11	55350	11 -- 12	11	2950	5,85E+04	7,84E+09
12	52400	12 -- 13	12	1405	6,83E+04	1,01E+10
13	50995	13 -- 14	13	1545	7,07E+04	1,12E+10
14	49450	14 -- 15	14	2950	7,42E+04	1,29E+10
15	46500	15 -- 16	15	500	7,69E+04	1,44E+10
16	46000	16 -- 17	16	2450	7,92E+04	1,57E+10
17	43550	17 -- 18	17	2950	9,17E+04	2,02E+10
18	40600	18 -- 19	18	2950	9,68E+04	2,37E+10
19	37650	19 -- 20	19	2950	1,02E+05	2,77E+10
20	34700	20 -- 21	20	2950	1,07E+05	3,20E+10
21	31750	21 -- 22	21	2950	1,12E+05	3,68E+10
22	28800	22 -- 23	22	2950	1,17E+05	4,21E+10
23	25850	23 -- 24	23	2950	1,39E+05	5,40E+10
24	22900	24 -- 25	24	1475	1,43E+05	5,93E+10
25	21425	25 -- 26	25	1475	1,46E+05	6,30E+10
26	19950	26 -- 27	26	2850	1,50E+05	6,86E+10
27	17100	27 -- 28	27	2850	1,56E+05	7,66E+10
28	14250	28 -- 29	28	2850	1,61E+05	8,51E+10
29	11400	29 -- 30	29	2850	1,67E+05	9,43E+10
30	8550	30 -- 31	30	2850	1,73E+05	1,04E+11
31	5700	31 -- 32	31	2850	1,78E+05	1,15E+11
32	2850	32 -- 33	32	2850	1,84E+05	1,26E+11
33	0					

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0

Seizoensfactor C_{season} = 1,0

Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

Veiligheidsklaae 2

Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3

z_0 = 0,200 m

z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$

$c_r(z) = c_r(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7 * I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	75,64	0,21	1,24	33,55	0,17	1533
2	74,17	0,21	1,24	33,44	0,17	1526
3	72,02	0,21	1,23	33,27	0,17	1515
4	70,55	0,21	1,23	33,16	0,17	1507
5	68,63	0,21	1,22	33,00	0,17	1497
6	65,68	0,21	1,21	32,75	0,17	1480
7	62,73	0,21	1,20	32,49	0,17	1463
8	61,12	0,21	1,20	32,35	0,17	1454
9	59,65	0,21	1,19	32,21	0,18	1445
10	56,83	0,21	1,18	31,93	0,18	1427
11	53,88	0,21	1,17	31,63	0,18	1408
12	51,70	0,21	1,16	31,40	0,18	1393
13	50,22	0,21	1,16	31,24	0,18	1382
14	47,98	0,21	1,15	30,98	0,18	1366
15	46,25	0,21	1,14	30,77	0,18	1353
16	44,78	0,21	1,13	30,59	0,18	1341
17	42,08	0,21	1,12	30,24	0,19	1319
18	39,13	0,21	1,10	29,83	0,19	1294
19	36,18	0,21	1,09	29,38	0,19	1266
20	33,23	0,21	1,07	28,90	0,20	1237
21	30,28	0,21	1,05	28,38	0,20	1205
22	27,33	0,21	1,03	27,80	0,20	1170
23	24,38	0,21	1,01	27,15	0,21	1132
24	22,16	0,21	0,99	26,61	0,21	1101
25	20,69	0,21	0,97	26,22	0,22	1078
26	18,53	0,21	0,95	25,60	0,22	1043
27	15,68	0,21	0,91	24,65	0,23	990
28	12,83	0,21	0,87	23,52	0,24	927
29	9,98	0,21	0,82	22,10	0,26	852
30	7,13	0,21	0,75	20,20	0,28	754
31	4,28	0,21	0,64	17,31	0,33	615
32	1,43	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1160	400	0,40	0,00	6,17E-02	2554,97
2	2 -- 3	3864	4299	5,86	0,70	6,17E-02	2510,77
3	3 -- 4	3881		9,72	18,11	6,16E-02	2372,95
4	4 -- 5	1788	34162	47,77	42,08	6,13E-02	2246,62
5	5 -- 6	6312		49,55	85,63	6,11E-02	2191,85
6	6 -- 7	8552		55,87	241,12	5,95E-02	2013,67
7	7 -- 8	9357		64,42	418,54	5,76E-02	1840,76
8	8 -- 9	847		73,77	622,37	5,53E-02	1674,03
9	9 -- 10	9315	34489	109,11	641,29	5,51E-02	1659,96
10	10 -- 11	13032		118,43	947,90	5,27E-02	1514,50
11	11 -- 12	13998		131,46	1316,47	5,02E-02	1362,60
12	12 -- 13	7747		145,45	1724,92	4,74E-02	1218,45
13	13 -- 14	8800	34918	188,12	1934,72	4,62E-02	1152,63
14	14 -- 15	17621	4737	201,66	2232,17	4,49E-02	1082,23
15	15 -- 16	3093		219,28	2853,05	4,21E-02	953,79
16	16 -- 17	15601	9240	231,61	2963,46	4,16E-02	932,86
17	17 -- 18	21668		247,21	3550,02	3,92E-02	833,75
18	18 -- 19	22848		268,88	4311,25	3,65E-02	721,98
19	19 -- 20	24028		291,73	5138,15	3,37E-02	618,39
20	20 -- 21	25209		315,76	6034,19	3,08E-02	523,11
21	21 -- 22	26389		340,96	7002,85	2,80E-02	436,23
22	22 -- 23	27570		367,35	8047,62	2,51E-02	357,81
23	23 -- 24	32555		394,92	9171,98	2,22E-02	287,86
24	24 -- 25	16781	10602	438,08	10385,03	1,97E-02	225,90
25	25 -- 26	17116		454,86	11043,57	1,84E-02	197,77
26	26 -- 27	34022		471,98	11727,12	1,72E-02	171,50
27	27 -- 28	35274		506,00	13120,73	1,47E-02	126,01
28	28 -- 29	36526		541,27	14613,10	1,23E-02	87,52
29	29 -- 30	37778		577,80	16207,77	9,80E-03	56,04
30	30 -- 31	39029		615,58	17908,33	7,35E-03	31,55
31	31 -- 32	40281		654,61	19718,34	4,89E-03	14,05
32	32 -- 33	41533		694,89	21641,37	2,45E-03	3,54
33			12827	749,25	23680,98	0,00E+00	0,00

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_i : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ geleiders-kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	116,0	40,0	2,555	3885,86	1005,557
2	2 -- 3	386,4	429,9	2,511	19844,43	5013,951
3	3 -- 4	388,1		2,373	8793,43	2070,434
4	4 -- 5	178,8	3416,2	2,247	79182,11	18122,903
5	5 -- 6	631,2	0,0	2,192	13021,37	2791,112
6	6 -- 7	855,2		2,014	16168,41	3176,350
7	7 -- 8	935,7		1,841	16131,22	2889,800
8	8 -- 9	84,7		1,674	1384,47	235,259
9	9 -- 10	931,5	3448,9	1,660	70666,14	11849,927
10	10 -- 11	1303,2		1,515	18390,91	2696,863
11	11 -- 12	1399,8		1,363	17721,18	2331,255
12	12 -- 13	774,7		1,218	9010,36	1088,902
13	13 -- 14	880,0	3491,8	1,153	49129,28	5737,834
14	14 -- 15	1762,1	473,7	1,082	22626,76	2380,966
15	15 -- 16	309,3		0,954	2862,23	275,231
16	16 -- 17	1560,1	924,0	0,933	21974,65	2021,342
17	17 -- 18	2166,8		0,834	16534,25	1311,056
18	18 -- 19	2284,8		0,722	15021,45	1026,216
19	19 -- 20	2402,8		0,618	13453,56	782,731
20	20 -- 21	2520,9		0,523	11862,09	580,008
21	21 -- 22	2638,9		0,436	10277,88	415,953
22	22 -- 23	2757,0		0,358	8731,17	287,328
23	23 -- 24	3255,5		0,288	8203,93	214,824
24	24 -- 25	1678,1	1060,2	0,226	5836,67	129,405
25	25 -- 26	1711,6		0,198	3100,14	58,347
26	26 -- 27	3402,2		0,171	4964,74	75,283
27	27 -- 28	3527,4		0,126	3694,50	40,209
28	28 -- 29	3652,6		0,088	2571,99	18,819
29	29 -- 30	3777,8		0,056	1622,93	7,245
30	30 -- 31	3902,9		0,032	872,92	2,029
31	31 -- 32	4028,1		0,014	347,49	0,311
32	32 -- 33	4153,3		0,004	72,06	0,013
33			1282,7	0,000	0,00	0,000
				Som	477961	68637

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	0,42	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	$\phi_i^2 * (s)$	$\phi_i^2 *(s)*m$	$\phi_i * (s)$
1 -- 2	818	0,991	0,716	0,70	575,80	0,71
2 -- 3	173	0,956	2,234	2,04	352,98	2,14
3 -- 4	1851	0,904	2,055	1,68	3109,13	1,86
4 -- 5	200	0,869	0,895	0,68	134,88	0,78
5 -- 6	214	0,823	2,950	2,00	427,57	2,43
6 -- 7	290	0,754	2,950	1,68	486,58	2,23
7 -- 8	317	0,688	2,950	1,40	442,69	2,03
8 -- 9	13857	0,652	0,255	0,11	1504,20	0,17
9 -- 10	346	0,621	2,695	1,04	359,49	1,67
10 -- 11	442	0,563	2,950	0,94	413,13	1,66
11 -- 12	474	0,505	2,950	0,75	357,12	1,49
12 -- 13	3037	0,464	1,405	0,30	918,61	0,65
13 -- 14	876	0,437	1,545	0,30	258,95	0,68
14 -- 15	597	0,398	2,950	0,47	279,75	1,18
15 -- 16	2467	0,369	0,500	0,07	168,12	0,18
16 -- 17	637	0,346	2,450	0,29	186,47	0,85
17 -- 18	734	0,304	2,950	0,27	200,84	0,90
18 -- 19	775	0,262	2,950	0,20	157,21	0,77
19 -- 20	815	0,223	2,950	0,15	119,91	0,66
20 -- 21	855	0,188	2,950	0,10	88,85	0,55
21 -- 22	895	0,155	2,950	0,07	63,72	0,46
22 -- 23	935	0,126	2,950	0,05	44,02	0,37
23 -- 24	1463	0,101	2,950	0,03	43,63	0,30
24 -- 25	1138	0,083	1,475	0,01	11,54	0,12
25 -- 26	1160	0,072	1,475	0,01	8,94	0,11
26 -- 27	1194	0,058	2,850	0,01	11,53	0,17
27 -- 28	1238	0,042	2,850	0,00	6,16	0,12
28 -- 29	1282	0,028	2,850	0,00	2,88	0,08
29 -- 30	1326	0,017	2,850	0,00	1,11	0,05
30 -- 31	1369	0,009	2,850	0,00	0,31	0,03
31 -- 32	1413	0,003	2,850	0,00	0,05	0,01
32 -- 33	1907	0,001	2,850	0,00	0,00	0,00
		Σ	76,00	15,35	10736,16	25,38

m_e = 10736,2 / 15,3 = 699,6 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor $c_s c_d$

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$c_s c_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$

$n = n_{1,x}$ =	0,42	Hz
b =	1,45	m
h =	76,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	45,60	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	125,49	

$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$

B^2 = 0,52

δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s) / (2*n_1*m_e)$ =	0,100	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,112	
$v_m(z_s)$ =	30,69	m/s
$v_m(z)$ =	33,58	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,18	

$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3}$ = 0,09

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	1,57	
$c_y = c_z$ =	11,5	
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,23	
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	11,96	
G_y =	0,5	
G_z =	0,28	

$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$

$K_s(n)$ =	0,23	
R^2 =	0,96	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,34	Hz

$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\}$ = 3,44

$c_s c_d$ = **1,11**

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_f

$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_f
1	49,53	1,68E+06	0,80	0,84	0,67
2	49,41	1,80E+06	0,80	0,84	0,67
3	49,23	1,97E+06	0,80	0,84	0,67
4	49,11	2,08E+06	0,80	0,84	0,67
5	48,94	2,23E+06	0,80	0,84	0,67
6	48,67	2,46E+06	0,80	0,84	0,67
7	48,39	2,68E+06	0,80	0,84	0,67
8	48,23	2,80E+06	0,80	0,84	0,67
9	48,08	2,91E+06	0,80	0,84	0,67
10	47,79	3,12E+06	0,80	0,84	0,67
11	47,46	3,33E+06	0,79	0,84	0,67
12	47,21	3,49E+06	0,79	0,84	0,67
13	47,03	3,59E+06	0,79	0,84	0,67
14	46,75	3,74E+06	0,79	0,84	0,67
15	46,52	3,86E+06	0,79	0,84	0,67
16	46,32	3,95E+06	0,79	0,84	0,67
17	45,94	4,13E+06	0,79	0,84	0,67
18	45,49	4,31E+06	0,79	0,84	0,66
19	45,01	4,49E+06	0,79	0,84	0,66
20	44,48	4,65E+06	0,79	0,84	0,66
21	43,91	4,81E+06	0,79	0,84	0,66
22	43,27	4,95E+06	0,79	0,84	0,66
23	42,56	5,08E+06	0,79	0,84	0,66
24	41,97	5,16E+06	0,78	0,84	0,66
25	41,54	5,21E+06	0,78	0,84	0,66
26	40,84	5,27E+06	0,78	0,84	0,66
27	39,79	5,33E+06	0,78	0,84	0,66
28	38,52	5,34E+06	0,78	0,84	0,65
29	36,92	5,29E+06	0,78	0,84	0,65
30	34,74	5,15E+06	0,77	0,84	0,65
31	31,38	4,80E+06	0,77	0,84	0,64
32	30,93	4,88E+06	0,77	0,84	0,64

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	75,284	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 V10.0 (18 - 11 - 2013) Appendix - AC en AC2		
1e traverse - 380C1F1	70,995	1			
2e traverse - 380C1F2	60,995	1			
3e traverse - 380C1F3	50,995	1			
Retourstroomgeleider	46,000	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	75,284	1,459
1e traverse - 380C1F1	70,995	4,473
2e traverse - 380C1F2	60,995	4,598
3e traverse - 380C1F3	50,995	4,723
Retourstroomgeleider	46,000	1,819

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	75,284	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	70,995	1			
2e traverse - 380C1F2	60,995	1			
3e traverse - 380C1F3	50,995	1			
Retourstroomgeleider	46,000	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1053	107	1160	0,246	0,086	566	0,791
2	3529	335	3864	0,822	0,268	1851	0,828
3	3573	308	3881	0,829	0,247	1814	0,883
4	1654	134	1788	0,383	0,107	823	0,919
5	5870	443	6312	1,357	0,354	2850	0,966
6	8110	443	8552	1,501	0,354	3056	1,036
7	8914	443	9357	1,645	0,354	3255	1,103
8	808	38	847	0,149	0,031	290	1,139
9	8911	404	9315	1,639	0,323	3156	1,171
10	12589	443	13032	1,932	0,354	3631	1,231
11	13555	443	13998	2,075	0,354	3805	1,290
12	7537	211	7747	1,039	0,169	1871	1,332
13	8569	232	8800	1,179	0,185	2100	1,359
14	17178	443	17621	2,361	0,354	4126	1,399
15	3018	75	3093	0,414	0,060	714	1,428
16	15234	368	15601	2,089	0,294	3556	1,452
17	21225	443	21668	2,645	0,354	4403	1,492
18	22405	443	22848	2,787	0,354	4521	1,533
19	23586	443	24028	2,928	0,354	4625	1,568
20	24766	443	25209	3,069	0,354	4711	1,597
21	25947	443	26389	3,209	0,354	4778	1,620
22	27127	443	27570	3,348	0,354	4822	1,635
23	32113	443	32555	3,487	0,354	4840	1,641
24	16559	221	16781	1,795	0,177	2416	1,638
25	16895	221	17116	1,830	0,177	2408	1,633
26	33594	428	34022	3,632	0,342	4611	1,618
27	34846	428	35274	3,758	0,342	4515	1,584
28	36098	428	36526	3,881	0,342	4359	1,529
29	37350	428	37778	4,001	0,342	4117	1,445
30	38602	428	39029	4,114	0,342	3742	1,313
31	39854	428	40281	4,213	0,342	3120	1,095
32	41106	428	41533	4,339	0,342	3115	1,093
	592175	11400	603575	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	84114

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1945	480	480	480	480
2	2 -- 3	2076	4994	6258	23164	8154
3	3 -- 4	2266				
4	4 -- 5	2397	39496	48873	77171	55510
5	5 -- 6	2568				
6	6 -- 7	3479				
7	7 -- 8	3806				
8	8 -- 9	3984				
9	9 -- 10	4148	39844	49031	77597	55628
10	10 -- 11	5301				
11	11 -- 12	5694				
12	12 -- 13	6617				
13	13 -- 14	6835	40311	49213	78103	55763
14	14 -- 15	7168	5685	5685	5685	5685
15	15 -- 16	7423				
16	16 -- 17	7641	10689	13156	47509	16901
17	17 -- 18	8814				
18	18 -- 19	9294				
19	19 -- 20	9774				
20	20 -- 21	10254				
21	21 -- 22	10735				
22	22 -- 23	11215				
23	23 -- 24	13243				
24	24 -- 25	13652	12722	12722	12722	12722
25	25 -- 26	13925				
26	26 -- 27	14325				
27	27 -- 28	14852				
28	28 -- 29	15379				
29	29 -- 30	15906				
30	30 -- 31	16433				
31	31 -- 32	16961				
32	32 -- 33	17488				
33			15392	15392	15392	15392

KEMA rapport - bijlage AC - windhoek 90 graden

eg flenzen+ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : rond 2740 / 2010 , t = 60 mm ; G = 1283 kg
Flenzen op 22,9m : 2 * rond 1828 / 1505 , t = 80 mm ; G = 1060 kg
Flenzen op 47,95m : 2 * rond 1164 / 845 , t = 60 mm ; G = 474 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	791				
2	2 -- 3	828	7817	1561	8030	1562
3	3 -- 4	883				
4	4 -- 5	919	45169	9024	25223	9029
5	5 -- 6	966				
6	6 -- 7	1036				
7	7 -- 8	1103				
8	8 -- 9	1139				
9	9 -- 10	1171	42308	8453	23626	8457
10	10 -- 11	1231				
11	11 -- 12	1290				
12	12 -- 13	1332				
13	13 -- 14	1359	38875	7767	21710	7771
14	14 -- 15	1399				
15	15 -- 16	1428				
16	16 -- 17	1452	12503	2498	12819	2499
17	17 -- 18	1492				
18	18 -- 19	1533				
19	19 -- 20	1568				
20	20 -- 21	1597				
21	21 -- 22	1620				
22	22 -- 23	1635				
23	23 -- 24	1641				
24	24 -- 25	1638				
25	25 -- 26	1633				
26	26 -- 27	1618				
27	27 -- 28	1584				
28	28 -- 29	1529				
29	29 -- 30	1445				
30	30 -- 31	1313				
31	31 -- 32	1095				
32	32 -- 33	1093				
33		0				

KEMA rapport - bijlage AC2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1265				
2	2 -- 3	1326	11731	2343	12054	2344
3	3 -- 4	1412				
4	4 -- 5	1471	67785	13538	37849	13546
5	5 -- 6	1546				
6	6 -- 7	1657				
7	7 -- 8	1766				
8	8 -- 9	1823				
9	9 -- 10	1874	63490	12681	35452	12689
10	10 -- 11	1969				
11	11 -- 12	2064				
12	12 -- 13	2131				
13	13 -- 14	2174	58336	11653	32577	11660
14	14 -- 15	2238				
15	15 -- 16	2285				
16	16 -- 17	2323	18762	3748	19242	3750
17	17 -- 18	2388				
18	18 -- 19	2452				
19	19 -- 20	2508				
20	20 -- 21	2555				
21	21 -- 22	2591				
22	22 -- 23	2615				
23	23 -- 24	2625				
24	24 -- 25	2621				
25	25 -- 26	2612				
26	26 -- 27	2589				
27	27 -- 28	2535				
28	28 -- 29	2447				
29	29 -- 30	2311				
30	30 -- 31	2101				
31	31 -- 32	1751				
32	32 -- 33	1749				
33		0				

KEMA rapport - bijlage AC - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,6)

4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	566		0	0,00E+00	1,01E-02	416
2	2 -- 3	1851		566	2,43E+05	1,01E-02	408
3	3 -- 4	1814		2417	3,78E+06	1,00E-02	386
4	4 -- 5	823		4231	1,16E+07	9,97E-03	365
5	5 -- 6	2850		5053	1,61E+07	9,92E-03	357
6	6 -- 7	3056		7903	3,68E+07	9,68E-03	328
7	7 -- 8	3255		10959	6,64E+07	9,39E-03	299
8	8 -- 9	290		14214	1,05E+08	9,02E-03	272
9	9 -- 10	3156		14505	1,09E+08	8,98E-03	270
10	10 -- 11	3631		17661	1,55E+08	8,59E-03	246
11	11 -- 12	3805		21292	2,16E+08	8,18E-03	221
12	12 -- 13	1871		25097	2,88E+08	7,73E-03	198
13	13 -- 14	2100		26968	3,26E+08	7,53E-03	187
14	14 -- 15	4126		29068	3,72E+08	7,30E-03	176
15	15 -- 16	714		33194	4,68E+08	6,85E-03	155
16	16 -- 17	3556		33908	4,85E+08	6,77E-03	151
17	17 -- 18	4403		37464	5,77E+08	6,38E-03	135
18	18 -- 19	4521		41867	6,98E+08	5,93E-03	117
19	19 -- 20	4625		46388	8,33E+08	5,48E-03	100
20	20 -- 21	4711		51013	9,82E+08	5,02E-03	85
21	21 -- 22	4778		55724	1,14E+09	4,56E-03	71
22	22 -- 23	4822		60502	1,32E+09	4,09E-03	58
23	23 -- 24	4840		65324	1,51E+09	3,62E-03	47
24	24 -- 25	2416		70164	1,71E+09	3,20E-03	36
25	25 -- 26	2408		72580	1,82E+09	2,99E-03	32
26	26 -- 27	4611		74988	1,93E+09	2,78E-03	28
27	27 -- 28	4515		79599	2,16E+09	2,38E-03	20
28	28 -- 29	4359		84114	2,39E+09	1,98E-03	14
29	29 -- 30	4117		88473	2,64E+09	1,57E-03	9
30	30 -- 31	3742		92590	2,90E+09	1,18E-03	5
31	31 -- 32	3120		96331	3,17E+09	7,81E-04	2
32	32 -- 33	3115		99451	3,45E+09	3,88E-04	1
33		0		102566	3,74E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,16E-02	1502
2	2 -- 3		7817	7817	1,68E+05	4,16E-02	1472
3	3 -- 4			7817	1,85E+07	4,15E-02	1379
4	4 -- 5		45169	52985	3,85E+07	4,12E-02	1294
5	5 -- 6			52985	8,76E+07	4,10E-02	1257
6	6 -- 7			52985	2,50E+08	3,93E-02	1138
7	7 -- 8			52985	4,14E+08	3,74E-02	1025
8	8 -- 9			52985	5,78E+08	3,53E-02	917
9	9 -- 10		42308	95293	5,92E+08	3,51E-02	908
10	10 -- 11			95293	8,59E+08	3,29E-02	817
11	11 -- 12			95293	1,15E+09	3,07E-02	723
12	12 -- 13			95293	1,45E+09	2,83E-02	636
13	13 -- 14		38875	134168	1,59E+09	2,73E-02	597
14	14 -- 15			134168	1,80E+09	2,62E-02	555
15	15 -- 16			134168	2,21E+09	2,41E-02	481
16	16 -- 17		12503	146670	2,28E+09	2,37E-02	469
17	17 -- 18			146670	2,66E+09	2,19E-02	413
18	18 -- 19			146670	3,10E+09	1,99E-02	351
19	19 -- 20			146670	3,55E+09	1,79E-02	296
20	20 -- 21			146670	4,00E+09	1,60E-02	246
21	21 -- 22			146670	4,45E+09	1,41E-02	201
22	22 -- 23			146670	4,89E+09	1,23E-02	162
23	23 -- 24			146670	5,34E+09	1,06E-02	128
24	24 -- 25			146670	5,79E+09	9,19E-03	99
25	25 -- 26			146670	6,01E+09	8,49E-03	86
26	26 -- 27			146670	6,23E+09	7,81E-03	74
27	27 -- 28			146670	6,66E+09	6,54E-03	54
28	28 -- 29			146670	7,08E+09	5,32E-03	37
29	29 -- 30			146670	7,51E+09	4,16E-03	23
30	30 -- 31			146670	7,93E+09	3,05E-03	13
31	31 -- 32			146670	8,36E+09	1,98E-03	6
32	32 -- 33			146670	8,78E+09	9,70E-04	1
33				146670	9,20E+09	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	8,31E-03	300
2	2 -- 3		1561	1561	3,36E+04	8,31E-03	294
3	3 -- 4			1561	3,70E+06	8,28E-03	275
4	4 -- 5		9024	10585	7,68E+06	8,23E-03	259
5	5 -- 6			10585	1,75E+07	8,18E-03	251
6	6 -- 7			10585	5,00E+07	7,86E-03	227
7	7 -- 8			10585	8,26E+07	7,48E-03	205
8	8 -- 9			10585	1,15E+08	7,05E-03	183
9	9 -- 10		8453	19038	1,18E+08	7,01E-03	181
10	10 -- 11			19038	1,72E+08	6,57E-03	163
11	11 -- 12			19038	2,30E+08	6,12E-03	144
12	12 -- 13			19038	2,89E+08	5,66E-03	127
13	13 -- 14		7767	26805	3,17E+08	5,46E-03	119
14	14 -- 15			26805	3,60E+08	5,24E-03	111
15	15 -- 16			26805	4,42E+08	4,81E-03	96
16	16 -- 17		2498	29303	4,56E+08	4,73E-03	94
17	17 -- 18			29303	5,31E+08	4,37E-03	83
18	18 -- 19			29303	6,20E+08	3,97E-03	70
19	19 -- 20			29303	7,10E+08	3,57E-03	59
20	20 -- 21			29303	7,99E+08	3,19E-03	49
21	21 -- 22			29303	8,89E+08	2,82E-03	40
22	22 -- 23			29303	9,78E+08	2,47E-03	32
23	23 -- 24			29303	1,07E+09	2,12E-03	26
24	24 -- 25			29303	1,16E+09	1,84E-03	20
25	25 -- 26			29303	1,20E+09	1,70E-03	17
26	26 -- 27			29303	1,24E+09	1,56E-03	15
27	27 -- 28			29303	1,33E+09	1,31E-03	11
28	28 -- 29			29303	1,42E+09	1,06E-03	7
29	29 -- 30			29303	1,50E+09	8,31E-04	5
30	30 -- 31			29303	1,59E+09	6,09E-04	3
31	31 -- 32			29303	1,67E+09	3,97E-04	1
32	32 -- 33			29303	1,75E+09	1,94E-04	0
33				29303	1,84E+09	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	2,62E-02	931
2	2 -- 3		8030	8030	1,06E+05	2,62E-02	912
3	3 -- 4			8030	1,86E+07	2,61E-02	853
4	4 -- 5		25223	33253	3,76E+07	2,58E-02	800
5	5 -- 6			33253	6,84E+07	2,56E-02	777
6	6 -- 7			33253	1,70E+08	2,45E-02	703
7	7 -- 8			33253	2,73E+08	2,32E-02	632
8	8 -- 9			33253	3,76E+08	2,18E-02	566
9	9 -- 10		23626	56879	3,85E+08	2,17E-02	560
10	10 -- 11			56879	5,45E+08	2,03E-02	503
11	11 -- 12			56879	7,20E+08	1,89E-02	446
12	12 -- 13			56879	8,95E+08	1,74E-02	392
13	13 -- 14		21710	78589	9,79E+08	1,68E-02	368
14	14 -- 15			78589	1,11E+09	1,61E-02	342
15	15 -- 16			78589	1,35E+09	1,48E-02	297
16	16 -- 17		12819	91407	1,39E+09	1,46E-02	289
17	17 -- 18			91407	1,62E+09	1,35E-02	255
18	18 -- 19			91407	1,90E+09	1,22E-02	217
19	19 -- 20			91407	2,18E+09	1,10E-02	183
20	20 -- 21			91407	2,46E+09	9,86E-03	152
21	21 -- 22			91407	2,74E+09	8,72E-03	124
22	22 -- 23			91407	3,02E+09	7,63E-03	100
23	23 -- 24			91407	3,29E+09	6,57E-03	79
24	24 -- 25			91407	3,57E+09	5,68E-03	61
25	25 -- 26			91407	3,71E+09	5,25E-03	53
26	26 -- 27			91407	3,85E+09	4,83E-03	46
27	27 -- 28			91407	4,11E+09	4,04E-03	33
28	28 -- 29			91407	4,38E+09	3,29E-03	23
29	29 -- 30			91407	4,64E+09	2,57E-03	14
30	30 -- 31			91407	4,91E+09	1,89E-03	8
31	31 -- 32			91407	5,17E+09	1,23E-03	3
32	32 -- 33			91407	5,43E+09	6,01E-04	1
33				91407	5,70E+09	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	8,32E-03	300
2	2 -- 3		1562	1562	3,36E+04	8,32E-03	294
3	3 -- 4			1562	3,70E+06	8,29E-03	276
4	4 -- 5		9029	10591	7,69E+06	8,24E-03	259
5	5 -- 6			10591	1,75E+07	8,19E-03	251
6	6 -- 7			10591	5,00E+07	7,86E-03	228
7	7 -- 8			10591	8,27E+07	7,48E-03	205
8	8 -- 9			10591	1,15E+08	7,05E-03	183
9	9 -- 10		8457	19048	1,18E+08	7,01E-03	182
10	10 -- 11			19048	1,72E+08	6,58E-03	163
11	11 -- 12			19048	2,30E+08	6,13E-03	144
12	12 -- 13			19048	2,89E+08	5,67E-03	127
13	13 -- 14		7771	26820	3,17E+08	5,47E-03	119
14	14 -- 15			26820	3,60E+08	5,24E-03	111
15	15 -- 16			26820	4,42E+08	4,81E-03	96
16	16 -- 17		2499	29319	4,56E+08	4,73E-03	94
17	17 -- 18			29319	5,31E+08	4,37E-03	83
18	18 -- 19			29319	6,21E+08	3,97E-03	70
19	19 -- 20			29319	7,10E+08	3,58E-03	59
20	20 -- 21			29319	8,00E+08	3,19E-03	49
21	21 -- 22			29319	8,89E+08	2,82E-03	40
22	22 -- 23			29319	9,78E+08	2,47E-03	32
23	23 -- 24			29319	1,07E+09	2,13E-03	26
24	24 -- 25			29319	1,16E+09	1,84E-03	20
25	25 -- 26			29319	1,20E+09	1,70E-03	17
26	26 -- 27			29319	1,25E+09	1,56E-03	15
27	27 -- 28			29319	1,33E+09	1,31E-03	11
28	28 -- 29			29319	1,42E+09	1,06E-03	7
29	29 -- 30			29319	1,50E+09	8,31E-04	5
30	30 -- 31			29319	1,59E+09	6,09E-04	3
31	31 -- 32			29319	1,67E+09	3,97E-04	1
32	32 -- 33			29319	1,75E+09	1,94E-04	0
33				29319	1,84E+09	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	8,99E-03	207
2	2 -- 3				6,27E+06	8,99E-03	201
3	3 -- 4				6,27E+06	9,08E-03	181
4	4 -- 5				1,47E+08	9,14E-03	162
5	5 -- 6				1,47E+08	8,60E-03	154
6	6 -- 7				1,47E+08	7,16E-03	131
7	7 -- 8				1,47E+08	6,31E-03	111
8	8 -- 9				1,47E+08	5,67E-03	93
9	9 -- 10				3,05E+08	5,62E-03	92
10	10 -- 11				3,05E+08	4,69E-03	78
11	11 -- 12				3,05E+08	4,01E-03	65
12	12 -- 13				3,05E+08	3,46E-03	54
13	13 -- 14				4,70E+08	3,26E-03	49
14	14 -- 15				4,70E+08	2,95E-03	44
15	15 -- 16				4,70E+08	2,44E-03	37
16	16 -- 17				4,53E+08	2,36E-03	35
17	17 -- 18				4,53E+08	2,03E-03	30
18	18 -- 19				4,53E+08	1,71E-03	24
19	19 -- 20				4,53E+08	1,44E-03	20
20	20 -- 21				4,53E+08	1,21E-03	16
21	21 -- 22				4,53E+08	1,02E-03	13
22	22 -- 23				4,53E+08	8,42E-04	10
23	23 -- 24				4,53E+08	6,91E-04	8
24	24 -- 25				4,53E+08	5,73E-04	6
25	25 -- 26				4,53E+08	5,20E-04	5
26	26 -- 27				4,53E+08	4,69E-04	4
27	27 -- 28				4,53E+08	3,79E-04	3
28	28 -- 29				4,53E+08	2,99E-04	2
29	29 -- 30				4,53E+08	2,27E-04	1
30	30 -- 31				4,53E+08	1,62E-04	1
31	31 -- 32				4,53E+08	1,03E-04	0
32	32 -- 33				4,53E+08	4,89E-05	0
33					4,53E+08	0,00E+00	0

4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

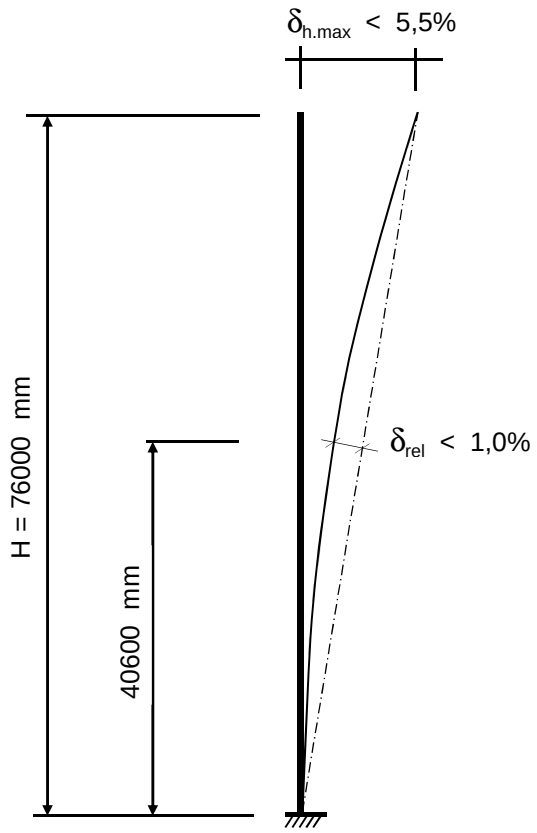
Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:)*

Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,00	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,00	0,30
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,00	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	6,1E-02	2125
2	2 -- 3	6,1E-02	2081
3	3 -- 4	6,1E-02	1946
4	4 -- 5	6,0E-02	1821
5	5 -- 6	5,9E-02	1768
6	6 -- 7	5,6E-02	1597
7	7 -- 8	5,3E-02	1435
8	8 -- 9	5,0E-02	1283
9	9 -- 10	5,0E-02	1270
10	10 -- 11	4,6E-02	1141
11	11 -- 12	4,3E-02	1009
12	12 -- 13	4,0E-02	888
13	13 -- 14	3,8E-02	833
14	14 -- 15	3,6E-02	775
15	15 -- 16	3,3E-02	672
16	16 -- 17	3,3E-02	656
17	17 -- 18	3,0E-02	578
18	18 -- 19	2,8E-02	493
19	19 -- 20	2,5E-02	416
20	20 -- 21	2,2E-02	346
21	21 -- 22	2,0E-02	285
22	22 -- 23	1,7E-02	230
23	23 -- 24	1,5E-02	182
24	24 -- 25	1,3E-02	141
25	25 -- 26	1,2E-02	123
26	26 -- 27	1,1E-02	106
27	27 -- 28	9,3E-03	77
28	28 -- 29	7,6E-03	53
29	29 -- 30	6,0E-03	33
30	30 -- 31	4,4E-03	18
31	31 -- 32	2,9E-03	8
32	32 -- 33	1,4E-03	2
33		0,0E+00	0

)* - Maatgevende belastingcombinatie

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h = 2125 mm ----> δ_h *100 / 76000

Percentage uitbuig. = 2,80 % voldoet , max verpl. < 5,5 %

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop 18 ; Hoogte = 40600 mm
$\delta_{knoop\ x}$ = 493 mm
α = 1,60 graden

δ_{rel} = 642 mm ----> δ_h *100 / 76000

Percentage uitbuig. = 0,84 % voldoet , max verpl. < 1 %

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	849	480	0	0,00E+00	1,54E-02	641
2	2 -- 3	2776	6867	906	3,24E+05	1,54E-02	630
3	3 -- 4	2721	11504	3867	5,66E+06	1,54E-02	595
4	4 -- 5	1234	55657	6769	1,66E+07	1,53E-02	564
5	5 -- 6	4274	57803	8085	2,32E+07	1,52E-02	550
6	6 -- 7	4584	65378	12645	5,38E+07	1,48E-02	506
7	7 -- 8	4883	75640	17534	9,83E+07	1,44E-02	463
8	8 -- 9	436	86868	22743	1,58E+08	1,39E-02	421
9	9 -- 10	4735	127729	23207	1,64E+08	1,38E-02	417
10	10 -- 11	5446	138907	28258	2,33E+08	1,32E-02	381
11	11 -- 12	5708	154545	34067	3,25E+08	1,26E-02	343
12	12 -- 13	2807	171342	40155	4,34E+08	1,19E-02	307
13	13 -- 14	3149	220950	43149	4,93E+08	1,16E-02	290
14	14 -- 15	6190	237196	46508	5,62E+08	1,13E-02	272
15	15 -- 16	1071	258341	53110	7,09E+08	1,06E-02	240
16	16 -- 17	5335	272741	54253	7,36E+08	1,04E-02	235
17	17 -- 18	6604	291463	59943	8,76E+08	9,85E-03	210
18	18 -- 19	6782	317464	66987	1,06E+09	9,17E-03	182
19	19 -- 20	6937	344881	74221	1,27E+09	8,48E-03	156
20	20 -- 21	7066	373715	81621	1,50E+09	7,78E-03	132
21	21 -- 22	7167	403966	89158	1,75E+09	7,07E-03	110
22	22 -- 23	7233	435633	96803	2,03E+09	6,35E-03	90
23	23 -- 24	7260	468716	104518	2,32E+09	5,62E-03	72
24	24 -- 25	3624	520505	112262	2,64E+09	4,98E-03	57
25	25 -- 26	3612	540642	116128	2,81E+09	4,65E-03	50
26	26 -- 27	6916	561181	119981	2,99E+09	4,33E-03	43
27	27 -- 28	6773	602007	127358	3,34E+09	3,70E-03	32
28	28 -- 29	6538	644335	134583	3,71E+09	3,08E-03	22
29	29 -- 30	6175	688166	141556	4,11E+09	2,46E-03	14
30	30 -- 31	5613	733499	148143	4,52E+09	1,84E-03	8
31	31 -- 32	4679	780334	154130	4,95E+09	1,22E-03	3
32	32 -- 33	4673	828672	159122	5,40E+09	6,07E-04	1
33		0	893905	164106	5,86E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	6,01E-02	2172
2	2 -- 3		11731	11731	0,00E+00	6,01E-02	2129
3	3 -- 4			11731	2,62E+07	5,99E-02	1995
4	4 -- 5		67785	79516	5,03E+07	5,95E-02	1872
5	5 -- 6			79516	1,21E+08	5,92E-02	1819
6	6 -- 7			79516	3,56E+08	5,68E-02	1648
7	7 -- 8			79516	5,91E+08	5,41E-02	1484
8	8 -- 9			79516	8,25E+08	5,10E-02	1328
9	9 -- 10		63490	143005	8,45E+08	5,07E-02	1315
10	10 -- 11			143005	1,23E+09	4,75E-02	1183
11	11 -- 12			143005	1,65E+09	4,43E-02	1047
12	12 -- 13			143005	2,07E+09	4,10E-02	921
13	13 -- 14		58336	201342	2,28E+09	3,95E-02	865
14	14 -- 15			201342	2,59E+09	3,79E-02	805
15	15 -- 16			201342	3,18E+09	3,48E-02	697
16	16 -- 17		18762	220104	3,28E+09	3,43E-02	680
17	17 -- 18			220104	3,82E+09	3,16E-02	599
18	18 -- 19			220104	4,47E+09	2,88E-02	510
19	19 -- 20			220104	5,12E+09	2,59E-02	429
20	20 -- 21			220104	5,77E+09	2,31E-02	357
21	21 -- 22			220104	6,42E+09	2,05E-02	292
22	22 -- 23			220104	7,07E+09	1,79E-02	236
23	23 -- 24			220104	7,72E+09	1,54E-02	186
24	24 -- 25			220104	8,37E+09	1,33E-02	144
25	25 -- 26			220104	8,69E+09	1,23E-02	125
26	26 -- 27			220104	9,01E+09	1,13E-02	108
27	27 -- 28			220104	9,64E+09	9,50E-03	78
28	28 -- 29			220104	1,03E+10	7,73E-03	53
29	29 -- 30			220104	1,09E+10	6,05E-03	34
30	30 -- 31			220104	1,15E+10	4,43E-03	19
31	31 -- 32			220104	1,22E+10	2,89E-03	8
32	32 -- 33			220104	1,28E+10	1,41E-03	2
33				220104	1,34E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	1,20E-02	434
2	2 -- 3		2343	2343	0,00E+00	1,20E-02	425
3	3 -- 4			2343	5,23E+06	1,20E-02	398
4	4 -- 5		13538	15881	1,00E+07	1,19E-02	374
5	5 -- 6			15881	2,43E+07	1,18E-02	363
6	6 -- 7			15881	7,11E+07	1,14E-02	329
7	7 -- 8			15881	1,18E+08	1,08E-02	296
8	8 -- 9			15881	1,65E+08	1,02E-02	265
9	9 -- 10		12681	28562	1,69E+08	1,01E-02	263
10	10 -- 11			28562	2,46E+08	9,50E-03	236
11	11 -- 12			28562	3,30E+08	8,85E-03	209
12	12 -- 13			28562	4,14E+08	8,19E-03	184
13	13 -- 14		11653	40215	4,54E+08	7,90E-03	173
14	14 -- 15			40215	5,17E+08	7,58E-03	161
15	15 -- 16			40215	6,35E+08	6,95E-03	139
16	16 -- 17		3748	43963	6,55E+08	6,85E-03	136
17	17 -- 18			43963	7,63E+08	6,32E-03	120
18	18 -- 19			43963	8,93E+08	5,74E-03	102
19	19 -- 20			43963	1,02E+09	5,18E-03	86
20	20 -- 21			43963	1,15E+09	4,62E-03	71
21	21 -- 22			43963	1,28E+09	4,09E-03	58
22	22 -- 23			43963	1,41E+09	3,58E-03	47
23	23 -- 24			43963	1,54E+09	3,08E-03	37
24	24 -- 25			43963	1,67E+09	2,66E-03	29
25	25 -- 26			43963	1,74E+09	2,46E-03	25
26	26 -- 27			43963	1,80E+09	2,27E-03	21
27	27 -- 28			43963	1,93E+09	1,90E-03	16
28	28 -- 29			43963	2,05E+09	1,54E-03	11
29	29 -- 30			43963	2,18E+09	1,21E-03	7
30	30 -- 31			43963	2,30E+09	8,85E-04	4
31	31 -- 32			43963	2,43E+09	5,77E-04	2
32	32 -- 33			43963	2,55E+09	2,82E-04	0
33				43963	2,68E+09	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,79E-02	1346
2	2 -- 3		12054	12054	0,00E+00	3,79E-02	1319
3	3 -- 4			12054	2,69E+07	3,77E-02	1235
4	4 -- 5		37849	49903	5,17E+07	3,73E-02	1158
5	5 -- 6			49903	9,64E+07	3,71E-02	1124
6	6 -- 7			49903	2,44E+08	3,54E-02	1017
7	7 -- 8			49903	3,91E+08	3,35E-02	915
8	8 -- 9			49903	5,38E+08	3,15E-02	819
9	9 -- 10		35452	85356	5,51E+08	3,13E-02	811
10	10 -- 11			85356	7,81E+08	2,93E-02	729
11	11 -- 12			85356	1,03E+09	2,73E-02	646
12	12 -- 13			85356	1,28E+09	2,52E-02	568
13	13 -- 14		32577	117933	1,40E+09	2,43E-02	533
14	14 -- 15			117933	1,59E+09	2,33E-02	496
15	15 -- 16			117933	1,93E+09	2,14E-02	430
16	16 -- 17		19242	137174	1,99E+09	2,11E-02	420
17	17 -- 18			137174	2,33E+09	1,95E-02	370
18	18 -- 19			137174	2,73E+09	1,77E-02	315
19	19 -- 20			137174	3,14E+09	1,60E-02	265
20	20 -- 21			137174	3,54E+09	1,43E-02	221
21	21 -- 22			137174	3,95E+09	1,26E-02	181
22	22 -- 23			137174	4,35E+09	1,11E-02	146
23	23 -- 24			137174	4,76E+09	9,54E-03	115
24	24 -- 25			137174	5,16E+09	8,25E-03	89
25	25 -- 26			137174	5,36E+09	7,63E-03	77
26	26 -- 27			137174	5,57E+09	7,02E-03	67
27	27 -- 28			137174	5,96E+09	5,88E-03	48
28	28 -- 29			137174	6,35E+09	4,79E-03	33
29	29 -- 30			137174	6,74E+09	3,74E-03	21
30	30 -- 31			137174	7,13E+09	2,74E-03	12
31	31 -- 32			137174	7,52E+09	1,79E-03	5
32	32 -- 33			137174	7,91E+09	8,75E-04	1
33				137174	8,30E+09	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	1,20E-02	434
2	2 -- 3		2344	2344	0,00E+00	1,20E-02	426
3	3 -- 4			2344	5,24E+06	1,20E-02	399
4	4 -- 5		13546	15890	1,01E+07	1,19E-02	374
5	5 -- 6			15890	2,43E+07	1,18E-02	364
6	6 -- 7			15890	7,12E+07	1,14E-02	329
7	7 -- 8			15890	1,18E+08	1,08E-02	297
8	8 -- 9			15890	1,65E+08	1,02E-02	265
9	9 -- 10		12689	28579	1,69E+08	1,01E-02	263
10	10 -- 11			28579	2,46E+08	9,50E-03	236
11	11 -- 12			28579	3,30E+08	8,86E-03	209
12	12 -- 13			28579	4,15E+08	8,19E-03	184
13	13 -- 14		11660	40238	4,55E+08	7,90E-03	173
14	14 -- 15			40238	5,17E+08	7,58E-03	161
15	15 -- 16			40238	6,36E+08	6,96E-03	139
16	16 -- 17		3750	43988	6,56E+08	6,85E-03	136
17	17 -- 18			43988	7,63E+08	6,32E-03	120
18	18 -- 19			43988	8,93E+08	5,75E-03	102
19	19 -- 20			43988	1,02E+09	5,18E-03	86
20	20 -- 21			43988	1,15E+09	4,63E-03	71
21	21 -- 22			43988	1,28E+09	4,09E-03	58
22	22 -- 23			43988	1,41E+09	3,58E-03	47
23	23 -- 24			43988	1,54E+09	3,08E-03	37
24	24 -- 25			43988	1,67E+09	2,67E-03	29
25	25 -- 26			43988	1,74E+09	2,46E-03	25
26	26 -- 27			43988	1,80E+09	2,27E-03	21
27	27 -- 28			43988	1,93E+09	1,90E-03	16
28	28 -- 29			43988	2,05E+09	1,55E-03	11
29	29 -- 30			43988	2,18E+09	1,21E-03	7
30	30 -- 31			43988	2,30E+09	8,86E-04	4
31	31 -- 32			43988	2,43E+09	5,78E-04	2
32	32 -- 33			43988	2,55E+09	2,82E-04	0
33				43988	2,68E+09	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	1,04E-02	240
2	2 -- 3				7,29E+06	1,04E-02	232
3	3 -- 4				7,29E+06	1,05E-02	209
4	4 -- 5				1,69E+08	1,06E-02	187
5	5 -- 6				1,69E+08	9,94E-03	178
6	6 -- 7				1,69E+08	8,28E-03	151
7	7 -- 8				1,69E+08	7,29E-03	128
8	8 -- 9				1,69E+08	6,55E-03	108
9	9 -- 10				3,53E+08	6,50E-03	106
10	10 -- 11				3,53E+08	5,42E-03	90
11	11 -- 12				3,53E+08	4,63E-03	75
12	12 -- 13				3,53E+08	4,00E-03	62
13	13 -- 14				5,43E+08	3,77E-03	57
14	14 -- 15				5,43E+08	3,41E-03	51
15	15 -- 16				5,43E+08	2,82E-03	42
16	16 -- 17				5,23E+08	2,73E-03	41
17	17 -- 18				5,23E+08	2,34E-03	35
18	18 -- 19				5,23E+08	1,98E-03	28
19	19 -- 20				5,23E+08	1,67E-03	23
20	20 -- 21				5,23E+08	1,40E-03	18
21	21 -- 22				5,23E+08	1,17E-03	14
22	22 -- 23				5,23E+08	9,73E-04	11
23	23 -- 24				5,23E+08	7,98E-04	9
24	24 -- 25				5,23E+08	6,62E-04	7
25	25 -- 26				5,23E+08	6,00E-04	6
26	26 -- 27				5,23E+08	5,42E-04	5
27	27 -- 28				5,23E+08	4,38E-04	3
28	28 -- 29				5,23E+08	3,46E-04	2
29	29 -- 30				5,23E+08	2,62E-04	1
30	30 -- 31				5,23E+08	1,87E-04	1
31	31 -- 32				5,23E+08	1,19E-04	0
32	32 -- 33				5,23E+08	5,65E-05	0
33					5,23E+08	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

		)*	)**
Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	G_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	6,87	12,64	33,70
3	3 -- 4	11,50	15,60	24,58
4	4 -- 5	55,66	86,28	367,72
5	5 -- 6	57,80	87,60	414,26
6	6 -- 7	65,38	92,16	579,22
7	7 -- 8	75,64	97,05	858,31
8	8 -- 9	86,87	102,26	1152,29
9	9 -- 10	127,73	166,21	1361,61
10	10 -- 11	138,91	171,26	1816,36
11	11 -- 12	154,55	177,07	2330,15
12	12 -- 13	171,34	183,16	2861,50
13	13 -- 14	220,95	244,49	3311,31
14	14 -- 15	237,20	247,85	3691,65
15	15 -- 16	258,34	254,45	4432,54
16	16 -- 17	272,74	274,36	4540,61
17	17 -- 18	291,46	280,05	5219,75
18	18 -- 19	317,46	287,09	6056,28
19	19 -- 20	344,88	294,32	6913,87
20	20 -- 21	373,72	301,72	7793,04
21	21 -- 22	403,97	309,26	8694,25
22	22 -- 23	435,63	316,91	9617,85
23	23 -- 24	468,72	324,62	10564,10
24	24 -- 25	520,50	332,37	11533,16
25	25 -- 26	540,64	336,23	12026,25
26	26 -- 27	561,18	340,08	12525,03
27	27 -- 28	602,01	347,46	13504,78
28	28 -- 29	644,34	354,69	14505,34
29	29 -- 30	688,17	361,66	15526,14
30	30 -- 31	733,50	368,25	16566,26
31	31 -- 32	780,33	374,23	17624,29
32	32 -- 33	828,67	379,23	18697,97
33		893,90	384,21	19785,87

)* - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 3 t/m 32
)** - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 1 en 2

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel $D_{voet} - D_{top}$ mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 721	33,70	6,87	43	34,0	836,9	0,04
2	500 / 721	24,58	11,50	135	26,4	1034,2	0,03
3	500 / 721	367,72	55,66	124	376,5	1234,1	0,31
4	500 / 721	414,26	57,80	54	426,1	1326,7	0,33
5	500 / 721	579,22	65,38	171	602,3	1655,5	0,37
6	721 / 943	858,31	75,64	162	893,6	2497,4	0,36
7	721 / 943	1152,29	86,87	152	1200,8	2996,7	0,41
8	721 / 943	1361,61	127,73	13	1411,7	3042,0	0,47
9	721 / 943	1816,36	138,91	129	1884,5	3541,5	0,54
10	943 / 1090	2330,15	154,55	131	2418,6	4914,2	0,50
11	943 / 1090	2861,50	171,34	122	2970,8	5673,8	0,53
12	1090/ 1311	3311,31	220,95	55	3432,6	6691,5	0,52
13	1090/ 1311	3691,65	237,20	58	3826,6	7171,6	0,54
14	1090/ 1311	4432,54	258,34	103	4594,2	8134,4	0,57
15	1090/ 1311	4540,61	272,74	17	4706,8	8303,6	0,58
16	1090/ 1311	5219,75	291,46	77	5408,4	9157,9	0,60
17	1311/ 1754	6056,28	317,46	85	6272,1	11217,4	0,57
18	1311/ 1754	6913,87	344,88	77	7156,3	12474,0	0,58
19	1311/ 1754	7793,04	373,72	69	8061,4	13797,3	0,59
20	1311/ 1754	8694,25	403,97	62	8987,6	15187,4	0,60
21	1311/ 1754	9617,85	435,63	55	9935,0	16644,2	0,61
22	1311/ 1754	10564,10	468,72	48	10903,5	18167,7	0,61
23	1754/ 2400	11533,16	520,50	41	11894,0	22341,4	0,54
24	1754/ 2400	12026,25	540,64	18	12397,1	23271,1	0,54
25	1754/ 2400	12525,03	561,18	17	12905,4	24219,7	0,54
26	1754/ 2400	13504,78	602,01	29	13902,6	26106,3	0,54
27	1754/ 2400	14505,34	644,34	24	14918,7	28063,7	0,54
28	1754/ 2400	15526,14	688,17	19	15952,8	30091,8	0,54
29	1754/ 2400	16566,26	733,50	15	17003,8	32190,8	0,54
30	1754/ 2400	17624,29	780,33	10	18069,9	34360,5	0,54
31	1754/ 2400	18697,97	828,67	6	19148,6	36601,0	0,54
32	1754/ 2400	19785,87	893,90	2	20238,3	38912,2	0,53

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235$ N/mm^2

Indien $90 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
518	12,0	43,16	0,81	355	355
574	12,0	47,81	0,81	355	355
625	12,0	52,09	0,81	355	355
648	12,0	53,96	0,81	355	355
721	12,0	60,10	0,81	353	355
795	15,0	53,00	0,81	355	355
869	15,0	57,92	0,81	355	355
875	15,0	58,34	0,81	355	355
943	15,0	62,83	0,81	342	355
1016	18,0	56,46	0,81	355	355
1090	18,0	60,56	0,81	351	355
1125	20,0	56,26	0,81	355	355
1164	20,0	58,19	0,81	355	355
1238	20,0	61,88	0,81	346	355
1250	20,0	62,50	0,81	343	355
1311	20,0	65,56	0,81	332	355
1385	22,0	62,95	0,81	342	355
1459	22,0	66,31	0,81	330	355
1533	22,0	69,66	0,81	319	355
1606	22,0	73,01	0,81	309	355
1680	22,0	76,36	0,81	300	355
1754	22,0	79,72	0,81	292	355
1828	25,0	73,10	0,81	309	355
1864	25,0	74,58	0,81	305	355
1901	25,0	76,05	0,81	301	355
1973	25,0	78,90	0,81	294	355
2044	25,0	81,75	0,81	288	355
2115	25,0	84,60	0,81	282	355
2186	25,0	87,45	0,81	276	355
2258	25,0	90,30	0,81	270	355
2329	25,0	93,15	0,81	265	355
2400	25,0	96,00	0,81	261	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 721	14,95	0,37	355	355	0,04
2	500 / 721	10,06	0,57	355	355	0,03
3	500 / 721	118,08	2,51	355	355	0,34
4	500 / 721	118,19	2,46	355	355	0,34
5	500 / 721	143,83	2,58	355	353	0,41
6	721 / 943	140,07	2,16	355	355	0,40
7	721 / 943	155,50	2,26	355	355	0,44
8	721 / 943	165,99	3,16	355	355	0,48
9	721 / 943	203,53	3,30	355	342	0,58
10	943 / 1090	188,50	2,84	355	355	0,54
11	943 / 1090	199,47	2,93	355	351	0,57
12	1090/ 1311	188,09	3,23	355	355	0,54
13	1090/ 1311	196,04	3,36	355	355	0,56
14	1090/ 1311	213,32	3,48	355	346	0,61
15	1090/ 1311	203,30	3,55	355	343	0,58
16	1090/ 1311	220,04	3,68	355	332	0,63
17	1311/ 1754	209,78	3,46	355	342	0,60
18	1311/ 1754	214,62	3,56	355	330	0,62
19	1311/ 1754	218,00	3,67	355	319	0,63
20	1311/ 1754	220,28	3,78	355	309	0,63
21	1311/ 1754	221,72	3,89	355	300	0,64
22	1311/ 1754	222,49	4,00	355	292	0,64
23	1754/ 2400	197,03	3,75	355	309	0,57
24	1754/ 2400	192,99	3,78	355	305	0,56
25	1754/ 2400	192,96	3,85	355	301	0,56
26	1754/ 2400	196,21	4,01	355	294	0,57
27	1754/ 2400	195,60	4,14	355	288	0,57
28	1754/ 2400	194,82	4,27	355	282	0,56
29	1754/ 2400	193,89	4,39	355	276	0,56
30	1754/ 2400	192,83	4,52	355	270	0,56
31	1754/ 2400	191,64	4,65	355	265	0,56
32	1754/ 2400	190,33	4,87	355	261	0,55

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a / I_p - N_{Ed} / n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

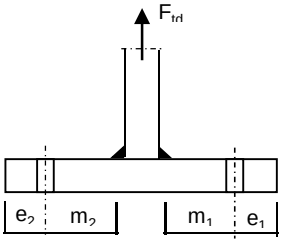
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1}./ 2)^2 + (d_{stc2}./ 2)^2]$

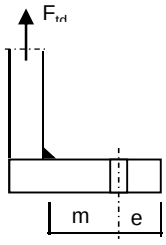
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld}./ 2)^2$$

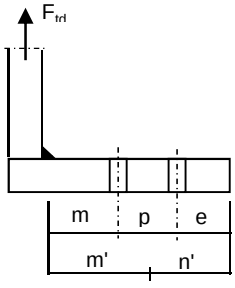
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat : $m = \max.(m_1;m_2)$

$e = \max.(e_1;e_2)$

$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$

Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :

m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$

Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :

$m' = m + p / 2$

$n' = n + p / 3$

$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$

Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1{,}25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		2590					
st.c binnenkant		2160					
2375	56	579,10	6,86	33	M 48 - 8,8	848,4	0,68
flenzen op 22,90 m hoogte.							
st.c buitenkant		1625,00					
1625,00	40	696,72	8,31	24	M 48 - 10,9	1060,6	0,66
flenzen op 49,45 m hoogte.							
st.c buitenkant		965,00					
965,00	24	627,71	10,33	14	M 48 - 10,9	1060,6	0,59

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN - EN 1993-1-8,

Stc1	Stc2 mm	m mm	e mm	n mm	m' mm	n' mm	l_{ef} mm
voetplaat							
2590,00	2160,00	88,2	75,0	75,0			242,4
2590,00	2160,00	88,2	75,0	75,0			290,6
flenzen op 22,90 m hoogte.							
1625,00	1625,0	69,5	60,0	60,0			127,6
1625,00	1625,0	69,5	60,0	60,0			127,6
flenzen op 49,45 m hoogte.							
965,00	965,0	72,6	60,0	60,0			126,3
965,00	965,0	72,6	60,0	60,0			126,3

flens dikte mm	$M_{pl;d}$ Nmm	bezwijk-vorm 1	bezwijk-vorm 2	bezwijk-vorm 3	maatgev. $F_{t,Rd}$	$F_{t,Ed}$ kN	toetsing-regel
voetplaat							
60	7,31E+07	3313,34	1675,16	1696,90	1675,16	1158,20	0,69
60	8,76E+07	3972,94	1853,40	1696,90	1696,90	1158,20	0,68
flenzen op 22,90 m hoogte.							
80	6,84E+07	1969,66	1019,93	1060,56	1019,93	696,72	0,68
80	6,84E+07	1969,66	1019,93	1060,56	1019,93	696,72	0,68
flenzen op 49,45 m hoogte.							
60	3,81E+07	1049,36	767,18	1060,56	767,18	627,71	0,82
60	3,81E+07	1049,36	767,18	1060,56	767,18	627,71	0,82
	Krachten in kN						

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 2400	0,42	1,450	0,18	3,38

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht traverse kg	massa m kg/m
1	2555	1,000		1,000			
2	2511	0,983	1 -- 2	0,991	116	470	818,3
3	2373	0,929	2 -- 3	0,956	386		173,0
4	2247	0,879	3 -- 4	0,904	388	3416	1851,2
5	2192	0,858	4 -- 5	0,869	179		199,8
6	2014	0,788	5 -- 6	0,823	631		214,0
7	1841	0,720	6 -- 7	0,754	855		289,9
8	1674	0,655	7 -- 8	0,688	936		317,2
9	1660	0,650	8 -- 9	0,652	85	3449	13857,0
10	1515	0,593	9 -- 10	0,621	932		345,6
11	1363	0,533	10 -- 11	0,563	1303		441,8
12	1218	0,477	11 -- 12	0,505	1400		474,5
13	1153	0,451	12 -- 13	0,464	775	3492	3036,7
14	1082	0,424	13 -- 14	0,437	880	474	876,2
15	954	0,373	14 -- 15	0,398	1762		597,3
16	933	0,365	15 -- 16	0,369	309	924	2466,6
17	834	0,326	16 -- 17	0,346	1560		636,8
18	722	0,283	17 -- 18	0,304	2167		734,5
19	618	0,242	18 -- 19	0,262	2285		774,5
20	523	0,205	19 -- 20	0,223	2403		814,5
21	436	0,171	20 -- 21	0,188	2521		854,5
22	358	0,140	21 -- 22	0,155	2639		894,5
23	288	0,113	22 -- 23	0,126	2757		934,6
24	226	0,088	23 -- 24	0,101	3256	1060	1463,0
25	198	0,077	24 -- 25	0,083	1678		1137,7
26	171	0,067	25 -- 26	0,072	1712		1160,4
27	126	0,049	26 -- 27	0,058	3402		1193,7
28	88	0,034	27 -- 28	0,042	3527		1237,7
29	56	0,022	28 -- 29	0,028	3653		1281,6
30	32	0,012	29 -- 30	0,017	3778		1325,5
31	14	0,005	30 -- 31	0,009	3903		1369,5
32	4	0,001	31 -- 32	0,003	4028		1413,4
33	0	0,000	32 -- 33	0,001	4153	1283	1907,4

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	818	0,991	0,716	0,70	575,80	0,71
2 -- 3	173	0,956	2,234	2,04	352,98	2,14
3 -- 4	1851	0,904	2,055	1,68	3109,13	1,86
4 -- 5	200	0,869	0,895	0,68	134,88	0,78
5 -- 6	214	0,823	2,950	2,00	427,57	2,43
6 -- 7	290	0,754	2,950	1,68	486,58	2,23
7 -- 8	317	0,688	2,950	1,40	442,69	2,03
8 -- 9	13857	0,652	0,255	0,11	1504,20	0,17
9 -- 10	346	0,621	2,695	1,04	359,49	1,67
10 -- 11	442	0,563	2,950	0,94	413,13	1,66
11 -- 12	474	0,505	2,950	0,75	357,12	1,49
12 -- 13	3037	0,464	1,405	0,30	918,61	0,65
13 -- 14	876	0,437	1,545	0,30	258,95	0,68
14 -- 15	597	0,398	2,950	0,47	279,75	1,18
15 -- 16	2467	0,369	0,500	0,07	168,12	0,18
16 -- 17	637	0,346	2,450	0,29	186,47	0,85
17 -- 18	734	0,304	2,950	0,27	200,84	0,90
18 -- 19	775	0,262	2,950	0,20	157,21	0,77
19 -- 20	815	0,223	2,950	0,15	119,91	0,66
20 -- 21	855	0,188	2,950	0,10	88,85	0,55
21 -- 22	895	0,155	2,950	0,07	63,72	0,46
22 -- 23	935	0,126	2,950	0,05	44,02	0,37
23 -- 24	1463	0,101	2,950	0,03	43,63	0,30
24 -- 25	1138	0,083	1,475	0,01	11,54	0,12
25 -- 26	1160	0,072	1,475	0,01	8,94	0,11
26 -- 27	1194	0,058	2,850	0,01	11,53	0,17
27 -- 28	1238	0,042	2,850	0,00	6,16	0,12
28 -- 29	1282	0,028	2,850	0,00	2,88	0,08
29 -- 30	1326	0,017	2,850	0,00	1,11	0,05
30 -- 31	1369	0,009	2,850	0,00	0,31	0,03
31 -- 32	1413	0,003	2,850	0,00	0,05	0,01
32 -- 33	1907	0,001	2,850	0,00	0,00	0,00
		Σ	76,00	15,35	10736,16	25,38

m_e = 10736,2 / 15,3 = 699,6 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 2400	699,6	0,030	1,25	1,450	16,0

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 16,0

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} \phi^2_i(s) \, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 25,38 / (4 * π * 15,35) = 0,132 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,450 * 3,38 / $15*10^{-6}$ = 3,3E+05

C_{lat} = 0,62

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)| \, ds}{\sum_{j=1}^{n} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6
Lj = 8,70 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 7,78 / 25,38 = 0,31

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,063 * 0,132 * 0,31 * 0,615513 = 0,048

$y_{F;max}$ = 1,450 * 0,048 = 0,070 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		55582	55582	0,00E+00	4,0E-02	1000
2	2 -- 3			55582	3,98E+07	4,0E-02	971
3	3 -- 4			55582	1,64E+08	3,8E-02	883
4	4 -- 5			55582	2,78E+08	3,6E-02	807
5	5 -- 6			55582	3,28E+08	3,5E-02	775
6	6 -- 7			55582	4,92E+08	3,1E-02	677
7	7 -- 8			55582	6,56E+08	2,8E-02	590
8	8 -- 9			55582	8,20E+08	2,4E-02	513
9	9 -- 10			55582	8,34E+08	2,4E-02	507
10	10 -- 11			55582	9,84E+08	2,1E-02	445
11	11 -- 12			55582	1,15E+09	1,9E-02	385
12	12 -- 13			55582	1,31E+09	1,7E-02	332
13	13 -- 14			55582	1,39E+09	1,6E-02	309
14	14 -- 15			55582	1,48E+09	1,5E-02	285
15	15 -- 16			55582	1,64E+09	1,3E-02	244
16	16 -- 17			55582	1,67E+09	1,3E-02	237
17	17 -- 18			55582	1,80E+09	1,2E-02	207
18	18 -- 19			55582	1,97E+09	1,0E-02	174
19	19 -- 20			55582	2,13E+09	9,2E-03	145
20	20 -- 21			55582	2,30E+09	8,1E-03	119
21	21 -- 22			55582	2,46E+09	7,0E-03	97
22	22 -- 23			55582	2,62E+09	6,1E-03	78
23	23 -- 24			55582	2,79E+09	5,2E-03	61
24	24 -- 25			55582	2,95E+09	4,4E-03	47
25	25 -- 26			55582	3,03E+09	4,1E-03	41
26	26 -- 27			55582	3,12E+09	3,7E-03	35
27	27 -- 28			55582	3,27E+09	3,1E-03	25
28	28 -- 29			55582	3,43E+09	2,5E-03	17
29	29 -- 30			55582	3,59E+09	1,9E-03	11
30	30 -- 31			55582	3,75E+09	1,4E-03	6
31	31 -- 32			55582	3,91E+09	9,2E-04	3
32	32 -- 33			55582	4,07E+09	4,5E-04	1
33				55582	4,22E+09	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf nummer	profiel D (mm)	profiel t (mm)	$W_{y;el}$ mm^3	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd}) N/mm^2	$y_{F;max}$ m	$\Delta\sigma_{dyn}$ MPa
1	518	12,0	2357564	17	0,0696	2,4
2	574	12,0	2913237	56	0,0696	7,8
3	625	12,0	3476303	80	0,0696	11,1
4	648	12,0	3737084	88	0,0696	12,2
5	721	12,0	4663453	105	0,0696	14,7
6	795	15,0	7034908	93	0,0696	13,0
7	869	15,0	8441362	97	0,0696	13,5
8	875	15,0	8568954	97	0,0696	13,6
9	943	15,0	9975969	99	0,0696	13,7
10	1016	18,0	13842705	83	0,0696	11,5
11	1090	18,0	15982425	82	0,0696	11,4
12	1125	20,0	18849313	74	0,0696	10,3
13	1164	20,0	20201624	73	0,0696	10,2
14	1238	20,0	22913886	72	0,0696	10,0
15	1250	20,0	23390527	71	0,0696	9,9
16	1311	20,0	25797021	70	0,0696	9,7
17	1385	22,0	31598283	62	0,0696	8,7
18	1459	22,0	35138007	61	0,0696	8,4
19	1533	22,0	38865690	59	0,0696	8,2
20	1606	22,0	42781333	57	0,0696	8,0
21	1680	22,0	46884935	56	0,0696	7,8
22	1754	22,0	51176497	54	0,0696	7,6
23	1828	25,0	62933496	47	0,0696	6,5
24	1864	25,0	65552261	46	0,0696	6,4
25	1901	25,0	68224424	46	0,0696	6,4
26	1973	25,0	73538851	45	0,0696	6,2
27	2044	25,0	79052633	43	0,0696	6,0
28	2115	25,0	84765770	42	0,0696	5,9
29	2186	25,0	90678263	41	0,0696	5,8
30	2258	25,0	96790112	40	0,0696	5,6
31	2329	25,0	103101316	39	0,0696	5,5
32	2400	25,0	109611876	39	0,0696	5,4

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y}$ = 0,42 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1}$ = 3,38 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvind

z_s = 71,65 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0
Seizoensfactor C_{season} = 1,0
Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

z_0 = 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$
$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07}$ = 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\}$ = 1,23

$V_m(z)$ = 33,2 m/s

V_o = 33,2 * 20 / 100 = 6,65 m/s

$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 0,42 * [3,38 / 6,65]^2 * \exp[-(3,38 / 6,65)^2]$ = 8,06E+07 aantal/per

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5{}_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3{}_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

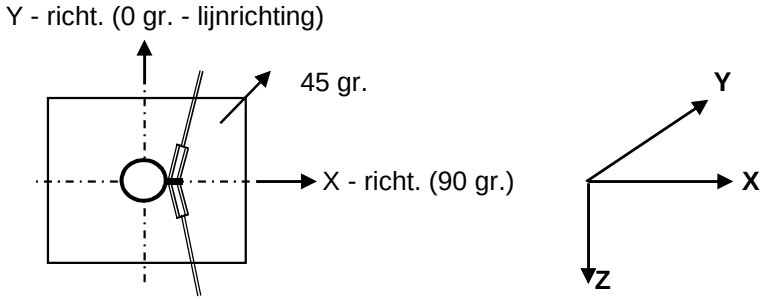
$\gamma * \Delta\sigma =$ 1,2 * $\Delta\sigma$

$\Delta\sigma$k =	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma$k =	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling		$\gamma * \Delta\sigma$ = in MPa	$\Delta\sigma_k$ in MPa	0,55 $\Delta\sigma_k$ in MPa	N - wissel. $\Delta\sigma_i$-N lijn	N span.wissl. per jaar	D beschadiging < 1
Knoop							
3	Lasnaad	9,40	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
4							
5	Lasnaad	14,66	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
6	Lasnaad	17,62	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
7	Lasnaad	15,58	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
8	Lasnaad	16,23	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
9							
10	Lasnaad	16,48	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
11	Lasnaad	13,85	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
12	Lasnaad	13,71	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
13							
14	flenzen	12,21	35	19,25	1,000E+10	8,06E+07	0,01
15	Lasnaad	11,96	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
16							
17	Lasnaad	11,68	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
18	Lasnaad	10,40	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
19	Lasnaad	10,14	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
20	Lasnaad	9,87	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
21	Lasnaad	9,61	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
22	Lasnaad	9,35	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
23	Lasnaad	9,10	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
24	flenzen	7,84	35	19,25	1,000E+10	8,06E+07	0,01
25							
26	Lasnaad	7,63	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
27	Lasnaad	7,44	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
28	Lasnaad	7,25	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
29	Lasnaad	7,08	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
30	Lasnaad	6,91	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
31	Lasnaad	6,75	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
32	Lasnaad	6,59	45	24,75	1,000E+10	8,06E+07	0,01
33	voetplaat	6,44	35	19,25	1,000E+10	8,06E+07	0,01

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			759			
2 - Windbelasting mast	164				5856	
3 - Belasting geval 1a	220		135		13929	
4 - Belasting geval 1b	44		167		3321	
5 - Belasting geval 3	137		304		9254	
6 - Belasting geval 4	44		192		3404	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	384		**894**		**19786**	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	75		925		4419	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	183		1062		10901	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	75		951		4502	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	13047	kNm	19786	kNm	19786	kNm
Dwarskracht	249	kN	384	kN	384	kN
Verticale kracht	749	kN	894	kN	674	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		2590,00					
st.c binnenkant		2160,00					
2375	56	579,10	6,86	33	M 48 - 8,8	848,45	0,68
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		2590,00					
st.c binnenkant		2160,00					
2375	56	379,00	4,45	33	M 48 - 8,8	848,45	0,45

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 579,1 kN

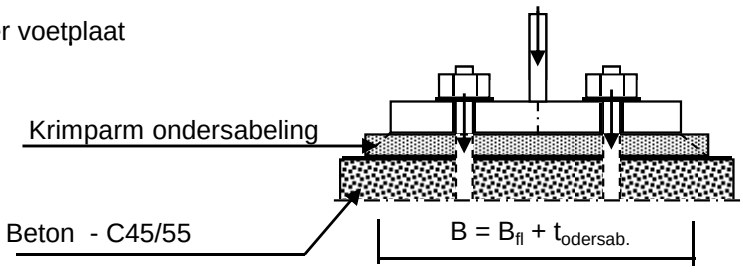
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 379,0 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 611,0 + 1,00 * 379,0 = 990,0 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

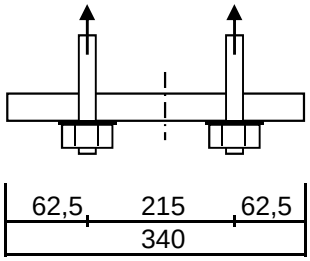
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	365,0	mm	D =	2375	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	56	
B =	405,0	mm			

A_{voetpl} = 405 * 2*π*D / n = 107922 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A =$ 18,3 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring

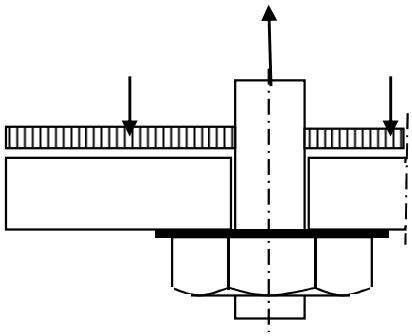


D = 2375 mm
n = 56

$A_{stortring}$ = 340 * $2*\pi*D / n$ = 90601 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 12,8 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring



$L_{uitkr.}$ = 62,5 mm
L_{veld} = 215 mm

t = 30 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 24968 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 1374 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 48897 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 48897 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 1374 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 79875 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 6149 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 48897 / 79875,0 = 0,61 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 217,3 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 1374 / 6149 = 0,22 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 45,8 N/mm^2

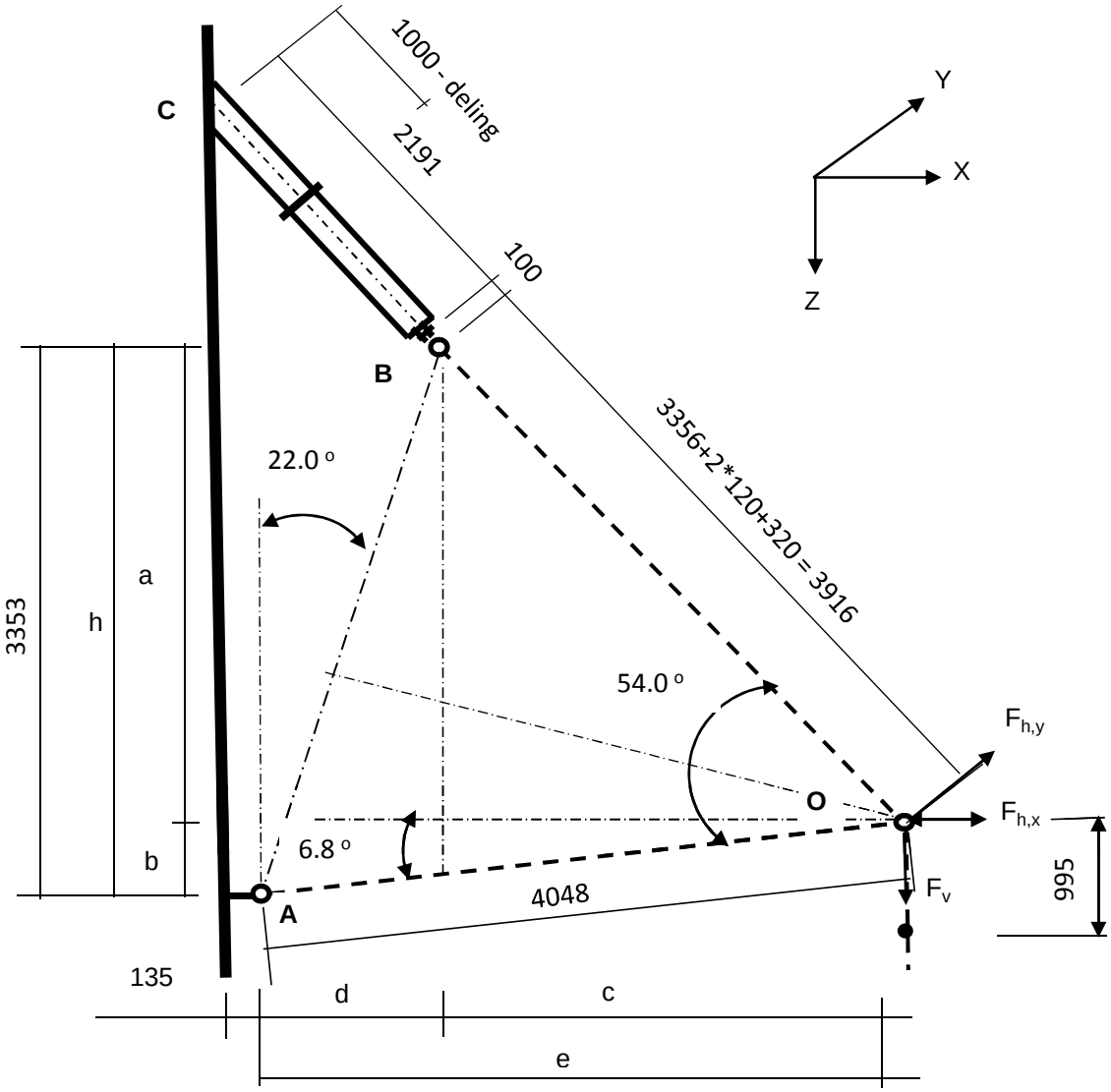
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (217,3^2 + 3*45,8^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 231 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening V-brace - 380 kV

9.1.1 - Berekening uithouder V-brace - 380 kV



Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10,0 - Appendix AC
Afmeting en hoeken van de V-brace : Conform tekening SEFAG 180 480-099 en tekening KEMA 74104749-40-005 (14-01-2014)

A - Belastinggeval wind / ijs

	AHEAD			BACK		
	$F_{h,x}$	$F_{h,y}$	F_v	$F_{h,x}$	$F_{h,y}$	F_v
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	33892	276409	19748	33892	-276409	19748
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	18924	271731	38586	18924	-271731	38586
BG 1a - (+wind (45 gr))	16936	194368	21738	16936	-194368	21738
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	9461	247838	40131	9461	-247838	40131

$F_{h,x}$ = Transverse kracht
$F_{h,y}$ = Longitudinale kracht
F_v = Verticale kracht

	F_v (N)		$F_{h,x}$ (N)	$F_{h,y}$ (N)
BG 1a - (wind (90 gr))	39496	±	67785	0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	77171	±	37849	0
BG 1a - (wind (45 gr))	43476	±	33872	0
BG 3 - (wind (45) + ijs)	80261	±	18921	0

a =	2873	mm	b =	479	mm
h =	3353	mm	c =	2661	mm
d =	1359	mm	e =	4020	mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

	$R_{X,A,Ed}$ kN	$R_{y,A,Ed}$ kN	$R_{z,A,Ed}$ kN	$R_{X,B,Ed}$ kN	$R_{y,B,Ed}$ kN	$R_{z,B,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	28,1	0,00	-3,4	39,7	0,00	42,8
BG 1a - (-wind (90 gr))	-94,0	0,00	11,2	26,2	0,00	28,3
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	-30,3	0,00	3,6	68,1	0,00	73,6
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	-98,4	0,00	11,7	60,6	0,00	65,4
BG 1a - (+wind (45 gr))	-5,8	0,00	0,7	39,6	0,00	42,8
BG 1a - (-wind (45 gr))	-66,8	0,00	8,0	32,9	0,00	35,5
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	-49,9	0,00	5,9	68,8	0,00	74,3
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	-84,0	0,00	10,0	65,1	0,00	70,2

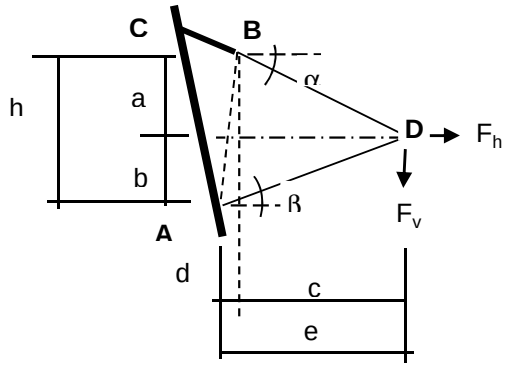
Ter plaatse van aansluiting buis aan mast (punt C)

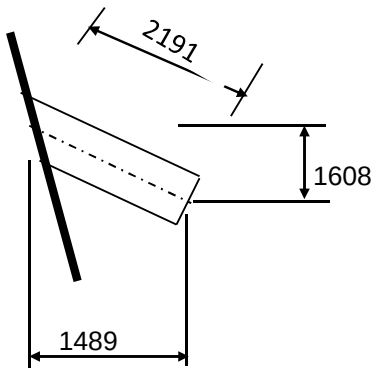
	$R_{x,C,Ed}$ kN	$R_{y,C,Ed}$ kN	$R_{z,C}$,Ed kN	$M_{y;C,Ed}$ kNm	$M_{z,C,Ed}$ kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	39,68	0,00	42,85	0,00	0,00
BG 1a - (-wind (90 gr))	26,20	0,00	28,29	0,00	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	68,12	0,00	73,56	0,00	0,00
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	60,59	0,00	65,43	0,00	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	39,62	0,00	42,79	0,00	0,00
BG 1a - (-wind (45 gr))	32,89	0,00	35,52	0,00	0,00
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	68,81	0,00	74,31	0,00	0,00
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	65,05	0,00	70,25	0,00	0,00

B - Belastinggeval bundelbreuk

	F_v (N)	F_h (N))*
BG 1a / 1,2	32914	60000

)* - Zie rapoportage Kema 18 maart 2011



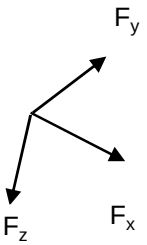


a =	1663	mm	b =	1954	mm
h =	3617	mm	c =	3719	mm
d =	0	mm	e =	3719	mm

Belasting geval bundelbreuk

$F_{h,Ed}$ =	60,00	kN	$F_{v,Ed}$ =	32,91	kN		
$R_{H,A,Ed}$ =	-6,25	kN		$R_{V,A,Ed}$ =	-3,28	kN	
$R_{H,B,Ed}$ =	66,25	kN		$R_{V,B,Ed}$ =	29,63	kN	

Ter plaatse van aansluiting isolator aan de steunarm (punt B)



$F_{y,Ed} = R_{H,B,Ed}$ =

$F_{z,Ed} = R_{V,B,Ed} * \cos 16{,}3^{o} * \cos 47{,}2^{o} - R_{V,B,Ed} * \sin 16{,}3^{o} * \sin 47{,}2^{o}$ =

$F_{x,Ed} = R_{V,B,Ed} * \cos 16{,}3^{o} * \sin 47{,}2^{o} - R_{V,B,Ed} * \sin 16{,}3^{o} * \cos 47{,}2^{o}$ =

$F_{y,Ed}$ =	66,25	kN
$F_{z,Ed}$ =	10,49	kN
$F_{x,Ed}$ =	27,71	kN

Lokaal assenstelsel

Ter plaatse van aansluiting steunarm aan de mast (punt C)

N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
27,71	66,25	10,49	98,62	22,99	145,15

Buis Ø323,9 * 12,5 - S355 ;

A =	12229	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y / 1{,}5$ =	2894	kN
$W_y = W_z$ =	9,17E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y / 1{,}5$ =	217,0	kNm
W_x =	1,83E+06	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y / 1{,}5$ =	217,0	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 1{,}5 * 3^{0,5}$ =	250,5	kNm
			$V_{Rd} = 0{,}5 * A * f_y / 1{,}5 * 3^{0,5}$ =	835,5	kN

BG 3 - (+wind + ijs)

N_{Ed} = { $68{,}1^2$ + $73{,}6^2$ }^{0,5} = 100,26 kN

N_{Ed} / N_{Rd} = 100,26 / 2894 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 8,2 N/mm²

BG 1a - (+wind (45 gr))

$M_{y,Ed}$ =	0,00	kNm ;	$\sigma_{b,y}$ =	0,0	N/mm²
N_{Ed} =	58,32	kN ;	σ_N =	4,8	N/mm²
			σ_{max} =	4,8	N/mm²

Belasting geval bundelbreuk

N_{Ed} / N_{Rd} =	27,71	/	2894	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		2,3	N/mm²
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	22,99	/	217	=	0,11	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		25,1	N/mm²
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	145,15	/	217	=	0,67	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		158,3	N/mm²
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	98,62	/	251	=	0,39	< 1,0 -- Voldoet
			τ_w =		53,8	N/mm²

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 66,25 / 835 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 10,8 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 10,49 / 835 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 1,7 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max} = \{ 25,1^2 + 160,6^2 \}^{0,5} = 162,5$ N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 188 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

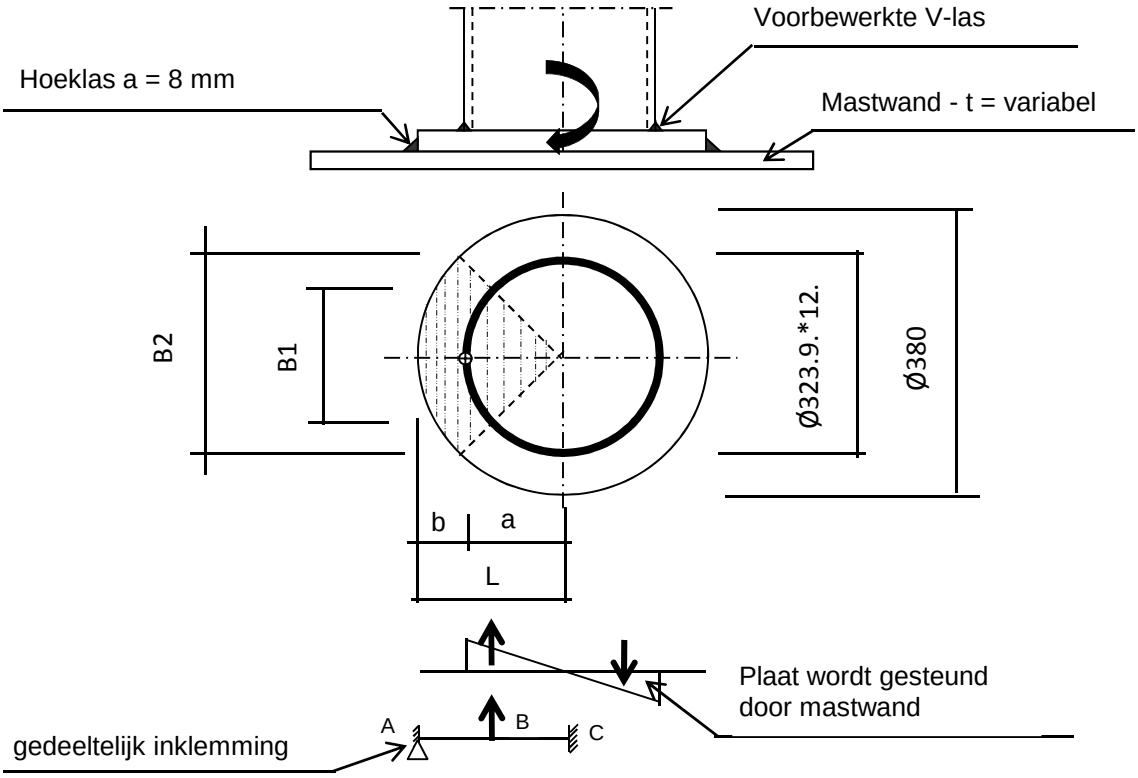
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat V-brace



Plaat rond 380 * 25 - S355

Buis Ø323,9 * 12,5 - S355 ;

A =	12229	mm^2
W =	916735	mm^3
I =	148465296	mm^4
R =	162	mm

Hoeklas a= 8,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{Ed} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5}$

M_{Ed} = 147,0 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 418,3 kN

a = R_{buis} = 162,0

b = R_{pl} - a = 28,1

B1 =	229,0	mm ;	Boog B1 =	254	mm
B2 =	268,7	mm ;	Boog B2 =	298	mm

Percentage inklemming= a_{las} / t_{pl} = 32,0%

Percentage vrij oplegging = 68,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 0,00 kNm

$M_{B;Ed}$ = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) = 9,15 kNm

$R_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) = 326,3 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) = 8,52 kNm

$M_{B;Ed}$ = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) = 2,52 kNm

$R_{A;Ed}$ = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) = 393,6 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed}$ = 0,0 * 68,0% + 8,5 * 32,0% = 2,73 kNm

$M_{B;Ed}$ = 9,2 * 68,0% + 2,5 * 32,0% = 7,03 kNm

$R_{A;Ed}$ = 326,3 * 68,0% + 393,6 * 32,0% = 347,9 kN

$M_{A;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B2 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 11,04 kNm

$M_{B;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B1 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 9,41 kNm

$M_{A,Ed}$ / $M_{A,Rd}$ = 2,73 / 11,04 = 0,25 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A}$ = 58,5 N/mm^2

$M_{B,Ed}$ / $M_{B,Rd}$ = 7,03 / 9,41 = 0,75 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B}$ = 176,9 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

V_{Ed} = 347,9 kN

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B2 = 46,6 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B1 = 54,7 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max}$ = $\{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5}$ = 200,6 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen hoeklas a = 8 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 129,3 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 103,0 N/mm^2

$\sigma_{1,max} =$ 129,3 + 103,0 = 232,3 N/mm^2

$\tau_{1,max} =$ 129,3 - 103,0 = 26,2 N/mm^2

$\tau_2 = 0$

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5} =$ 236,7 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 236,7 / 302,2 = 0,78 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 232,3 / 244,8 = 0,95 < 1,0 -- Voldoet

9.1.2 - Controle capaciteit van de aansluiting - uithouder V-brace aan mast

A - Aansluiting op 75,549 m hoogte (380 kV op 70m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	511	12,0	18822	S355	355	2295451
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,74

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 21,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 6,87 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 33,70 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,04 of n_p = -0,040

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,99

$M_{ip,1,Rd}$ = 399,0 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 541,7 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 22,99 / 399,0 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 162,7 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 145,15 / 162,7 = 0,89 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 736,4 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 145,15 / 162,7 = 0,89 < 1,0 -- Voldoet

B - Aansluiting op 65,549 m hoogte (380 kV op 63,6m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	761	15,0	35167	S355	355	6434268
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,50

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 25,4

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 70,51 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 727,75 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,32 of n_p = -0,313

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,87

$M_{ip,1,Rd}$ = 403,4 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 677,1 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 22,99 / 403,4 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 149,9 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 145,15 / 149,9 = 0,97 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 920,6 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 145,15 / 149,9 = 0,97 < 1,0 -- Voldoet

C - Aansluiting op 55,549 m hoogte (380 kV op 53,6m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1011	18,0	56168	S355	355	13703604
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,38

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 28,1

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 146,73 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 2291,80 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,48 of n_p = -0,464

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,79

$M_{ip,1,Rd}$ = 416,1 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 812,5 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 22,99 / 416,1 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 167,2 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 145,15 / 167,2 = 0,87 < 1,0 -- Voldoet

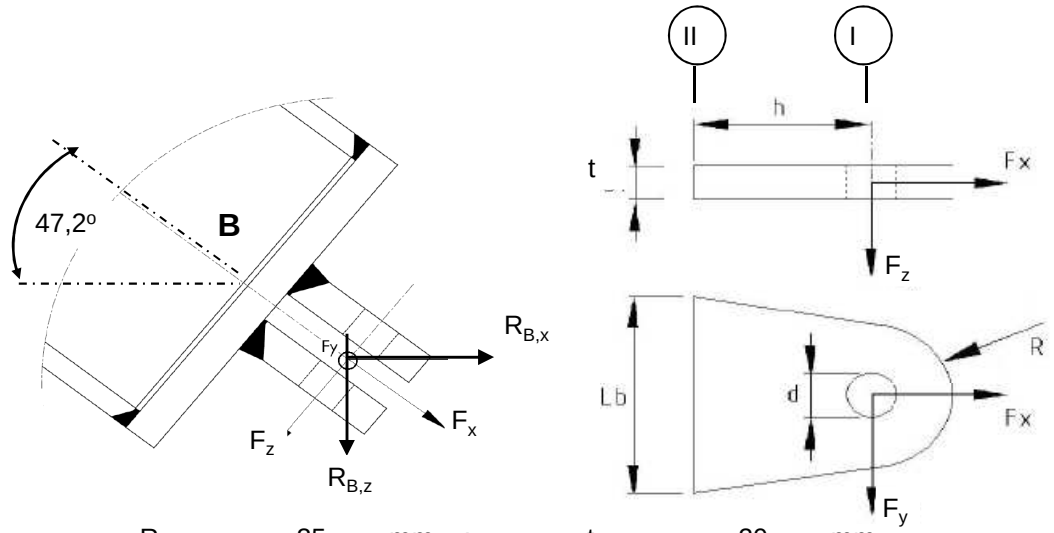
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 1104,7 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 145,15 / 167,2 = 0,87 < 1,0 -- Voldoet

9.1.3 Berekening clips 14,5 - clips op einde buis Ø 323,9*12,5



R =	35	mm ;	t =	20	mm
Lb =	200	mm ;	d =	24	mm
h =	40	mm ;	Las =	voorbewerkt	mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

	$R_{X,B,Ed}$ kN	$R_{y,B,Ed}$ kN	$R_{z,B,Ed}$ kN	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	39,68	0,00	42,85	58,40	0,00	0,000
BG 1a - (-wind (90 gr))	26,20	0,00	28,29	38,56	0,00	0,000
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	68,12	0,00	73,56	100,26	0,00	0,000
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	60,59	0,00	65,43	89,18	0,00	0,000
BG 1a - (+wind (45 gr))	39,62	0,00	42,79	58,32	0,00	0,000
BG 1a - (-wind (45 gr))	32,89	0,00	35,52	48,40	0,00	0,000
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	68,81	0,00	74,31	101,28	0,00	0,000
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	65,05	0,00	70,25	95,74	0,00	0,000
BG bundelbreuk	0,00	66,25	29,63	27,71	66,25	10,492

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{x,Ed}^2$)^{0,5} = 50,6 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 55 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	4000	mm^2	N_{Rd} = A * F_y =	947 kN
W_y =	1,33E+05	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * F_y =	31,6 kNm
W_z =	1,33E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * F_y =	3,2 kNm
			V_{Rd} = A* F_y / 3^{0,5} =	546,6 kN

Maatgevend belastinggeval bundelbreuk.

Per clip:

N_{Ed} =	13,86	kN	$M_{z,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,420	kNm
$V_{z,Ed}$ =	10,49	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	1,325	kNm
$V_{y,Ed}$ =	33,12	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	13,86	/	947	=	0,01	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		3,5	N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,32	/	32	=	0,04	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		9,9	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	0,42	/	3,2	=	0,13	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		31,5	N/mm^2	
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	10,49	/	547	=	0,02	< 1,0	-- Voldoet
			τ_y =		2,6	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	33,12	/	547	=	0,06	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		8,3	N/mm^2	

$\sigma_{b,max}$ = 44,9 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 47 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

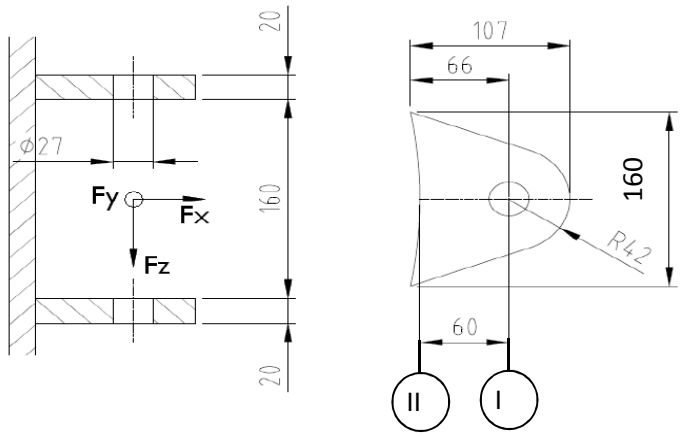
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.1.4 - Berekening clips 15 - bevestigingspunt druk isolator



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	160	mm	;	d =	27	mm
h =	60	mm	;	a las =	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$ en $F_{y,Ed}$ worden gelijkmatig verdeeld over de bovenste en onderste clip.
$F_{z,Ed}$ wordt volledig opgenomen door de onderste clip.

	$R_{X,A,Ed}$ kN	$R_{y,A,Ed}$ kN	$R_{z,A,Ed}$ kN	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	28,11	0,00	-3,35	28,11	0,00	3,35
BG 1a - (-wind (90 gr))	-93,98	0,00	11,21	93,98	0,00	11,21
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	-30,27	0,00	3,61	30,27	0,00	3,61
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	-98,44	0,00	11,74	98,44	0,00	11,74
BG 1a - (+wind (45 gr))	-5,75	0,00	0,69	5,75	0,00	0,69
BG 1a - (-wind (45 gr))	-66,76	0,00	7,96	66,76	0,00	7,96
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	-49,89	0,00	5,95	49,89	0,00	5,95
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	-83,97	0,00	10,01	83,97	0,00	10,01
BG bundelbreuk	0,00	-6,25	-3,28	0,00	6,25	3,28

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{x,Ed}^2$)^{0,5} = 49,2 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 43 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	3200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	757 kN
W_y =	8,53E+04	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	20,2 kNm
W_z =	1,07E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	2,5 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	437,2 kN

Maatgevend belastinggeval BG 1a - (-wind 90 gr)

N_{Ed} =	46,99	kN	$M_{z,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,672	kNm
$V_{z,Ed}$ =	11,21	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	0,000	kNm
$V_{y,Ed}$ =	0,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	46,99	/	757	=	0,06	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		14,7	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	0,67	/	2,5	=	0,27	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		63,0	N/mm^2
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	11,21	/	437	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		3,5	N/mm^2

$\sigma_{max} = \sigma_{b,z} + \sigma_N$ = 77,7 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 78 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 160 mm

a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{z,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 23,5 + 28,8 = 52,3 kN

σ_1 =					46,2	N/mm^2
τ_1 =					46,2	N/mm^2
τ_2 = 0						
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=			92,5	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	92,5	/	302,2	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	46,2	/	244,8	=	0,19	< 1,0 -- Voldoet

9.1.5 - Berekening deling van de steunarm

Deling op één meter afstand van de mast

Afstand tot schanierpunt = 2191 - 1000 = 1191 mm

N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
27,71	66,25	10,49	53,61	12,50	78,90

$M_{Ed} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 79,9 kNm

$V_{Ed} = (V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 67,1 kN

Verbinding met 8 bouten M24 - 8,8 : $F_{t,Rd} =$ 203,3 kN

$F_{v,Rd} =$ 135,6 kN

diameter Stc :	390	mm
uitwendige diameter flens :	450	mm
flensdikte	20	mm
Materiaal - S 355 ; $f_y = 355 / \gamma_{m;extra}$	237	N/mm^2

$F_{v,Ed} = V_{Ed} / n + 2 * M_{x,Ed} / n * d_{stc} =$ 42,7 kN

$F_{t,Ed} = M_{Ed} * a / I_p + N_{Ed} / n =$ 105,9 kN

$F_{t,Ed} / F_{t,Rd} =$ 105,88 / 203 = 0,52 < 1,0 -- Voldoet

$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} =$ 42,75 / 136 = 0,32 < 1,0 -- Voldoet

$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4.F_{t,Rd} =$ 0,69 < 1,0 -- Voldoet

Controle flens:

$t_{flens} =$ 20,00 mm

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1,25*e ; 2*\pi*m) =$ 153,2 mm

m = 27,4 mm

n = 30,0 mm

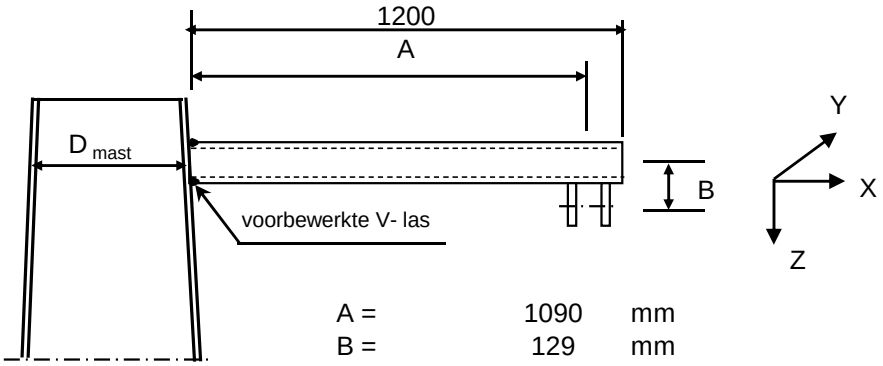
$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y =$ 3624613 Nmm

Bezwijkvorm 1 :	$F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m =$	264,6	kN
Bezwijkvorm 2 :	$F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t,Rd,b}) / (m + n) =$	169,4	kN
Bezwijkvorm 3 :	$F_{t,Rd} = F_{t,Rd,b} =$	203,3	kN

$F_{t,Rd,min} =$ 169,4 kN

$F_{t,Ed} / F_{t,Rd,min} =$ 0,62 < 1,0 -- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	1090	mm
B =	129	mm
D_{mast} =	505	mm
t_{mast} =	12	mm
Hoogte:	75,784	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10,0 - Appendix AC

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	5866	44150	2497	5866	-44150	2497
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	6027	69163	11582	6027	-69163	11582
BG 1a - (+wind (45 gr))	2931	29156	2739	2931	-29156	2739
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	3013	63102	11986	3013	-63102	11986

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	11,73	0,00	4,99	0,00	6,96	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	12,05	0,00	23,16	0,00	26,80	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	5,86	0,00	5,48	0,00	6,73	0,00
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	6,03	0,00	23,97	0,00	26,91	0,00

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A + F_{x,Ed} * B$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	26,80	/	36	=	0,73	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		173,9	N/mm^2
N_{Ed} / N_{Rd} =	12,05	/	953	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		3,0	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	23,16	/	275	=	0,08	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		11,5	N/mm^2

Maximale spanning

σ_{max} = 173,9 + 3,0 = 176,9 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$

σ_{vlg} = 178 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	505,4	12,0	18601	S355	355	2241249
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,33

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 21,1

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 6,87 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 33,70 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,04 of n_p = -0,041

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,99

$M_{ip,1,Rd}$ = 41,9 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 46,4 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 26,91 / 41,9 = 0,64 < 1,0 -- Voldoet

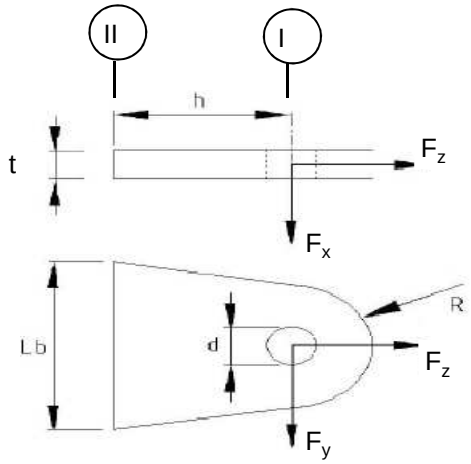
Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 20,9 kNm

Moment uit het vlak $M_{z;Ed}$ = 0

9.2,2 - Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	120	mm ;	d =	27	mm
h =	78	mm ;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	11,73	0,00	4,99
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	12,05	0,00	23,16
BG 1a - (+wind (45 gr))	5,86	0,00	5,48
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	6,03	0,00	23,97

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{z,Ed}^2$)^{0,5} = 12,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =	137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =	11	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2400	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	568 kN
W_x =	4,80E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	11,4 kNm
W_y =	8,00E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	1,9 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	327,9 kN

Maatgevend BG 3 - (wind 90 gr. + ijs)

N_{Ed} =	11,58	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{x,Ed}$ * h =	0,470	kNm
$V_{x,Ed}$ =	6,03	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	11,58	/	568	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		4,8	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	0,47	/	1,9	=	0,25	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		58,8	N/mm^2
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	6,03	/	328	/	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			τ_x =		2,5	N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = ((\sigma_{b,y} + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 64 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 120 mm

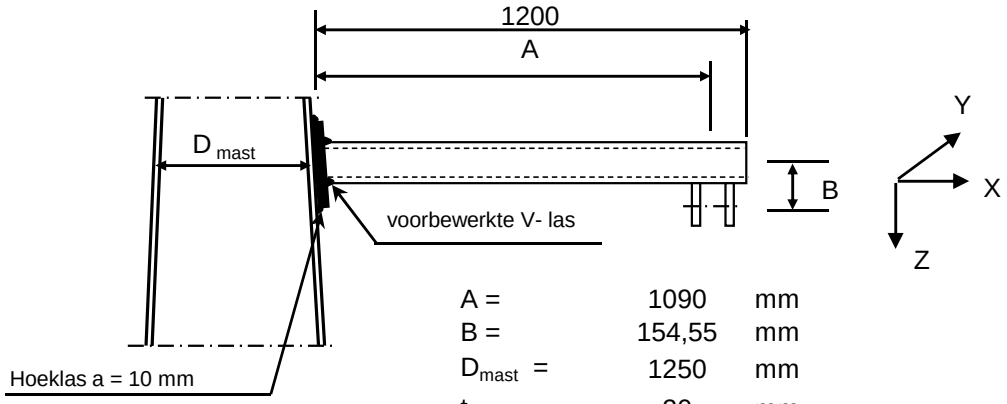
a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{y,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 5,8 + 20,1 = 25,9 kN

σ_1 =					30,6	N/mm^2
τ_1 =					30,6	N/mm^2
τ_2 = 0						
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=			61,1	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	61,1	/	302,2	=	0,20	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	30,6	/	244,8	=	0,12	< 1,0 -- Voldoet

9.3 - Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"



A =	1090	mm
B =	154,55	mm
D_{mast} =	1250	mm
t_{mast} =	20	mm
Hoogte:	46	m

Buisgegevens

Buis Ø219,1 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

A =	5306	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	1256	kN
$W_y = W_z$ =	2,70E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	63,9	kNm
W_x =	5,40E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	63,9	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	73,8	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	362,5	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10,0 - Appendix AC

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	9381	77021	5345	9381	-77021	5345
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	9621	133523	23754	9621	-133523	23754
BG 1a - (+wind (45 gr))	4688	53561	5883	4688	-53561	5883
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	4809	125495	24332	4809	-125495	24332

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	18,76	0,00	10,69	0,00	14,55	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	19,24	0,00	47,51	0,00	54,76	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	9,38	0,00	11,77	0,00	14,27	0,00
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	9,62	0,00	48,66	0,00	54,53	0,00

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A + F_{x,Ed} * B$;

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	54,76	/	64	=	0,86	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		202,7	N/mm^2
N_{Ed} / N_{Rd} =	19,24	/	1256	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		3,6	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	47,51	/	362	=	0,13	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		17,9	N/mm^2

Maximale spanning

σ_{max} = 202,7 + 3,6 = 206,3 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$

σ_{vlg} = 209 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

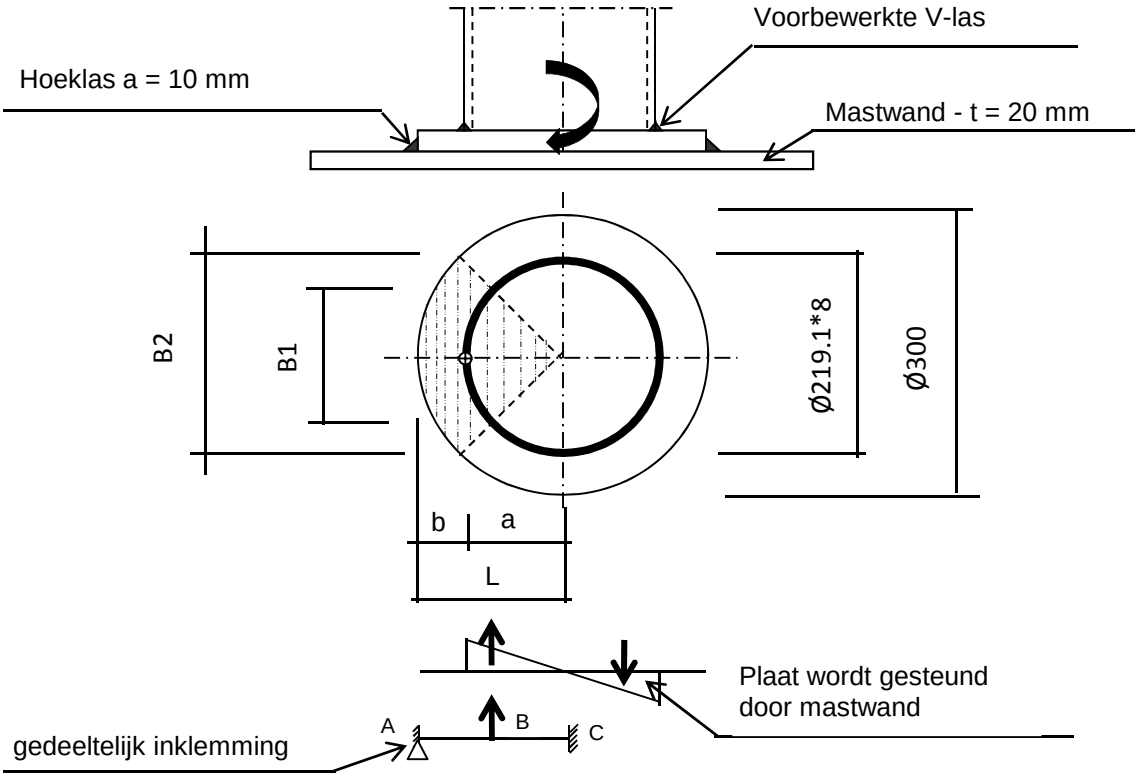
γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 219,1*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond 300 * 25 - S355

Buis Ø219,1 * 8 - S355 ; A = 5306 mm^2
W = 270163 mm^3
I = 29596329 mm^4
R = 110 mm

Hoeklas a= 10,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

M_{Ed} = 54,8 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^{o}))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 229,5 kN

a = R_{buis} = 109,6

b = R_{pl} - a = 40,5

B1 = 154,9 mm ; Boog B1 = 172 mm

B2 = 212,1 mm ; Boog B2 = 236 mm

Percentage inklemming = a_{las} / t_{pl} = 40,0%

Percentage vrij oplegging = 60,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 0,00 kNm

$M_{B;Ed}$ = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) = 5,62 kNm

$R_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) = 138,9 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed} = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) = 4,95$ kNm

$M_{B;Ed} = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) = 2,67$ kNm

$R_{A;Ed} = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) = 188,4$ kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed} = 0,0 * 60,0\% + 5,0 * 40,0\% = 1,98$ kNm

$M_{B;Ed} = 5,6 * 60,0\% + 2,7 * 40,0\% = 4,44$ kNm

$R_{A;Ed} = 138,9 * 60,0\% + 188,4 * 40,0\% = 158,7$ kN

$M_{A;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B2} * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 8,71$ kNm

$M_{B;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B1} * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 6,36$ kNm

$M_{A,Ed} / M_{A,Rd} = 1,98 / 8,71 = 0,23 < 1,0$ -- Voldoet

$\sigma_{b,A} = 53,8$ N/mm^2

$M_{B,Ed} / M_{B,Rd} = 4,44 / 6,36 = 0,70 < 1,0$ -- Voldoet

$\sigma_{b,B} = 165,1$ N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

$V_{Ed} = 158,7$ kN

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B2} = 26,9$ N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B1} = 36,9$ N/mm^2

$\sigma_{vlg,max} = \{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5} = 177,0$ N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} = 1,5$ (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) = 95,1$ N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) = 47,6$ N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	95,1	+	47,6	=		142,7	N/mm^2
$\tau_{1,max}$ =	95,1	-	47,6	=		47,5	N/mm^2
$\tau_2 = 0$							
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=		164,7	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	164,7	/	302,2	=	0,54	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	142,7	/	244,8	=	0,58	< 1,0	-- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1250,0	20,0	77283	S355	355	23390527
Plaat	300,0		70686	S355	355	2650719

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,24

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 31,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 272,74 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 4551,18 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,56 of n_p = -0,538

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,74

$M_{ip,1,Rd}$ = 136,6 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 246,0 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 54,76 / 136,6 = 0,40 < 1,0 -- Voldoet

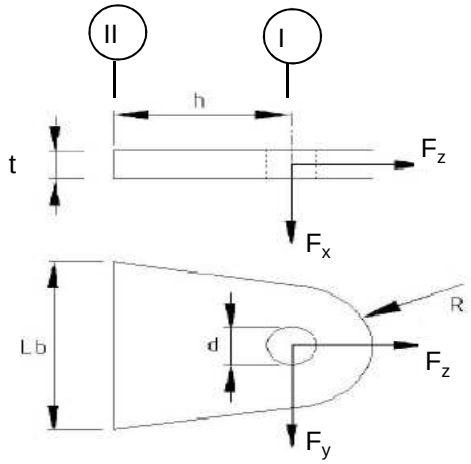
Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 70,4 kNm

Moment uit het vlak $M_{z;Ed}$ = 0

9.3.2 - Berekening clip draagarm "Retourstroomgeleider" (clip 5.4)



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	120	mm	;	d =	27	mm
h =	62	mm	;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	18,76	0,00	10,69
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	19,24	0,00	47,51
BG 1a - (+wind (45 gr))	9,38	0,00	11,77
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	9,62	0,00	48,66

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{z,Ed}^2$)^{0,5} = 24,3 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =	137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =	21	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2400	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	568 kN
W_x =	4,80E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	11,4 kNm
W_y =	8,00E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	1,9 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	327,9 kN

Maatgevend BG 3 - (wind 90 gr. + ijs)

N_{Ed} =	23,75	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h =	0,596	kNm
$V_{z,Ed}$ =	9,62	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	23,75	/	568	=	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		9,9	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	0,60	/	1,9	=	0,32	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		74,6	N/mm^2
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	9,62	/	328	/	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		4,0	N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = ((\sigma_{b,y} + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2_x)^{0,5}$

σ_{vlg} = 85 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 120 mm

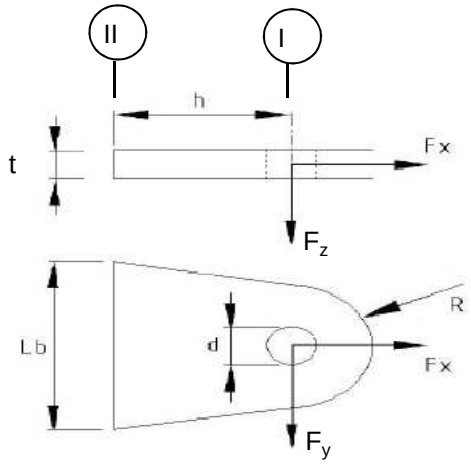
a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{y,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 11,9 + 25,6 = 37,4 kN

σ_1 =	44,1	N/mm^2	
τ_1 =	44,1	N/mm^2	
τ_2 = 0			
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	88,2	N/mm^2	
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 88,2 / 302,2 =	0,29	< 1,0 -- Voldoet	
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 44,1 / 244,8 =	0,18	< 1,0 -- Voldoet	

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm ;	t =	20	mm
Lb =	110	mm ;	d =	27	mm
h =	55	mm ;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 60 kN	42,43	42,43	0,00
of	0,00	60,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 60,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 36 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,7	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	42,43	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,333	kNm
$V_{y,Ed}$ =	42,43	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	42,43	/	521	=	0,08	< 1,0 -- Voldoet	
			σ_N =		19,3	N/mm^2	
$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ =	2,33	/	10	=	0,24	< 1,0 -- Voldoet	
			$\sigma_{b,y}$ =		57,9	N/mm^2	
$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ =	42,43	/	301	=	0,14	< 1,0 -- Voldoet	
			τ_y =		19,3	N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 19,3 + 57,9 } = 77,1 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 84 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN $M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 3,300 kNm

$V_{y,Ed}$ = 60,00 kN

$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ =	3,30	/	10	=	0,35	< 1,0 -- Voldoet	
			$\sigma_{b,y}$ =		81,8	N/mm^2	
$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ =	60,00	/	301	=	0,20	< 1,0 -- Voldoet	
			τ_y =		27,3	N/mm^2	

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 94 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	2387,5	25,0	185550	S355	355	108455253
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,05 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,05

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 893,9 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 19875,0 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,53 of $n_p =$ -0,503

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,76

$N_{1,Rd} =$ 566,2 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 42,43 / 566,2 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 62,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 2,33 / 62,3 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

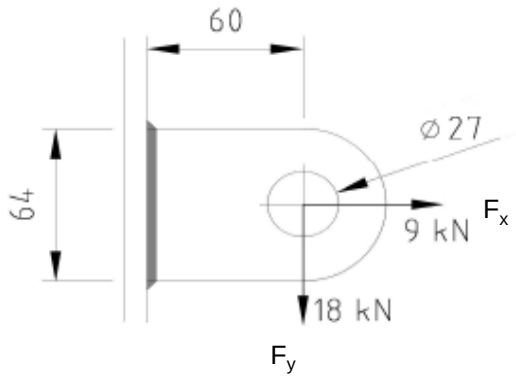
Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 42,43 kN ; $M_{1,Ed} =$ 2,333 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1543 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 6832 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8



R =	32	mm ;	t =	20	mm
Lb =	64	mm ;	d =	27	mm
h =	60	mm ;	a las =	5	mm - hoeklas

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN
N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 9,00 / 303 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 7,0 N/mm^2

$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ = 1,08 / 3 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 79,1 N/mm^2

$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ = 18,00 / 175 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 14,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_2 = 0			28,1	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		248,4	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	248,4 /	302,2 =	0,82	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	121,8 /	244,8 =	0,50	< 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 48.987 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1175,3	20,0	72591	S355	355	20616007
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,05 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,05

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 247,8 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 3814,7 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,53 of $n_p =$ -0,512

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,76

$N_{1,Rd} =$ 362,8 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 362,8 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 23,2 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 23,2 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 5466 N/mm' ---> voldoet

Clip op 68,987 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	675,3	12,0	25007	S355	355	4074549
1	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,09 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,09

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 56,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 463,9 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,33 of $n_p =$ -0,314

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,87

$N_{1,Rd} =$ 151,7 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 151,7 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 9,7 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 9,7 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

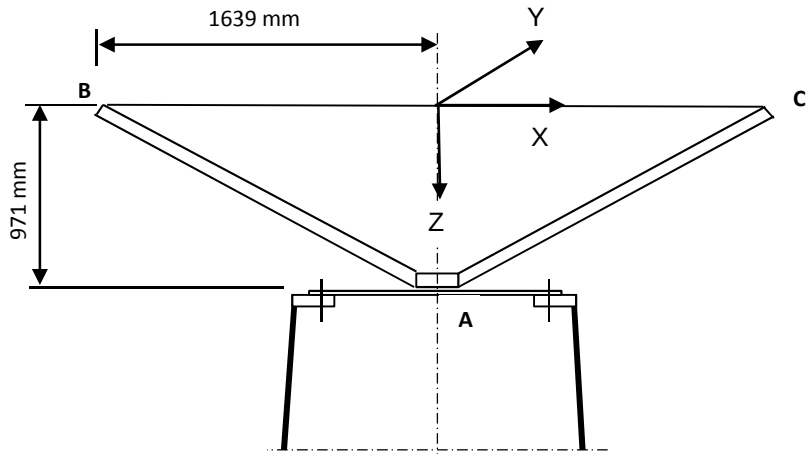
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



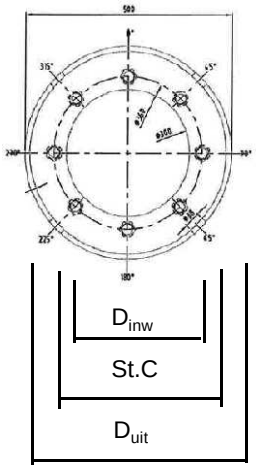
Buis rond 500 * 12

Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed} = F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;



D-uitwendig	500	mm
D-inwendig	300	mm
StC	360	mm
plaat dikte t =	30	mm
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2
Aantal bouten	8	
BoutenM24 - 8,8		

M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03	/ 1,5	=	135,4	kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36	/ 1,5	=	90,2	kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

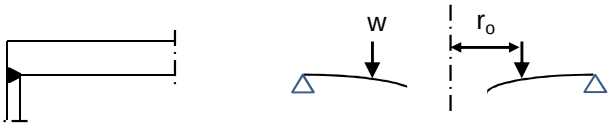
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

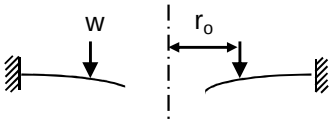
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} = 40,0%

Percentage vrij oplegging = 60,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ = 519230769

$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ = 0,3859

$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ = 0,9733

$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ = 0,4853

$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ = 0,0031

$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ = 0,0316

$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ = 0,2144

$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor $r = r_o$ = 0,1668

$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ = 0,0001

M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ = 615 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 14040 Nmm/mm'

$M_{ra;max,Ed}$ = 14655 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'

Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 14655 / 35500 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 97,7 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 102 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 12 - S355 ;

A = 18397 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 6531 kN

$W_y = W_z$ = 2,19E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 778,1 kNm

N_{Ed} = 35 kN

$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 6531 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 1,9 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 778 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 32,8 N/mm^2

σ_{max} = 34,7 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

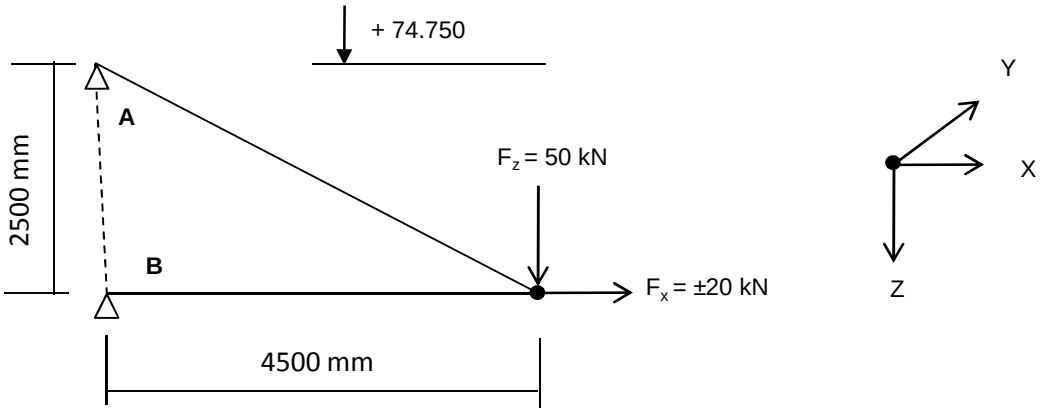
Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

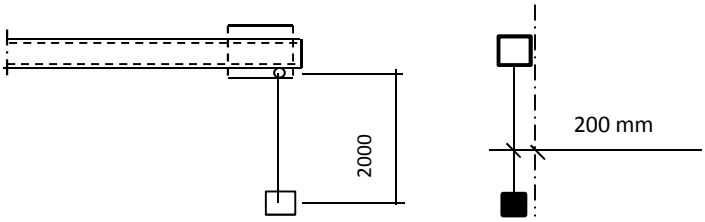
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening clips voor 4,5m hijsbalk

9.7.1 - Hijsbalk op 74,75 / 72,25



Excenticiteit van de verticale last is 200 mm



Ten gevolge van excentriciteit :

$F_{y;Ed} = F_{z;Ed} * \text{Tan}\alpha$; $\alpha = 5{,}7^o$

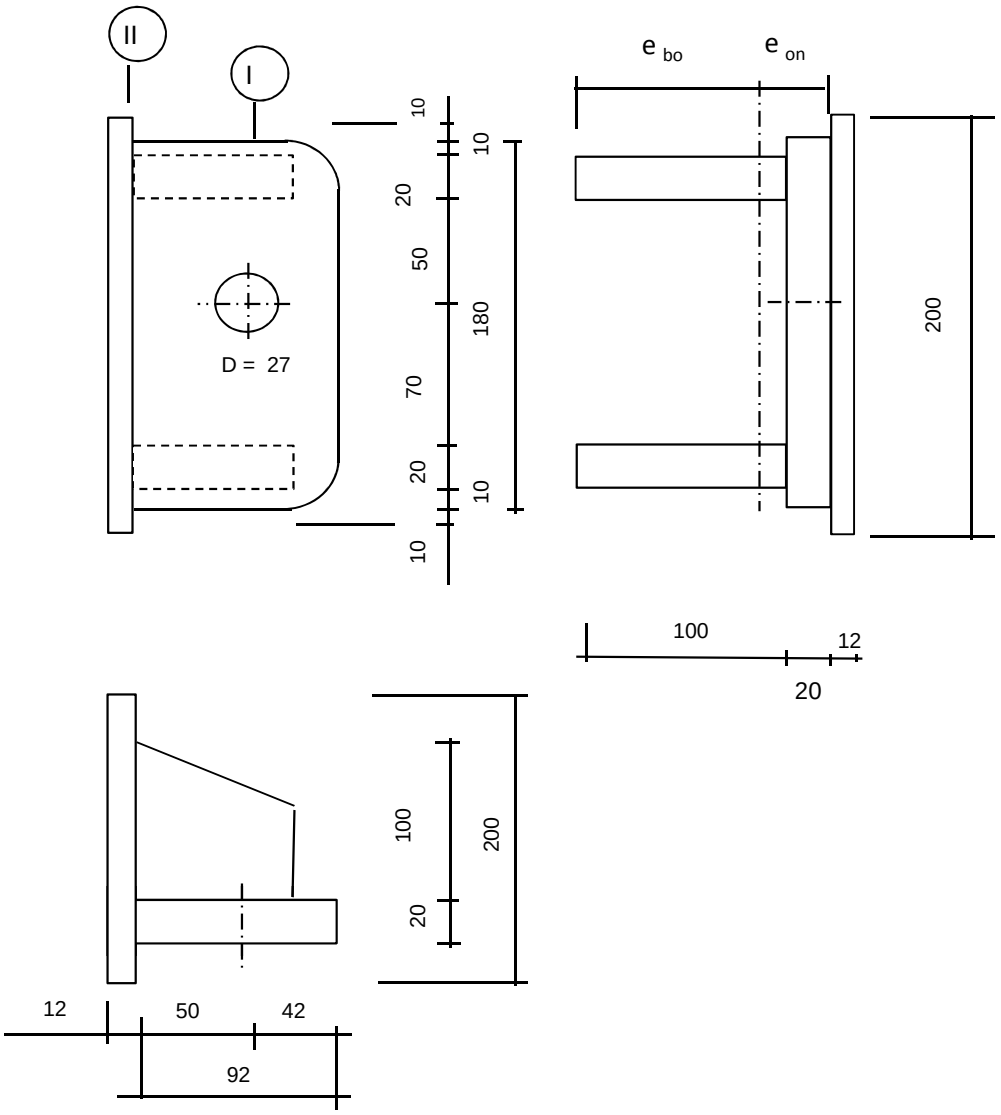
Speling t.p.v. verbinding is 2 mm over 82 mm.
De verplaatsing t.p.v. last is $\delta = 2*4500 / 82 = 110$ mm

α = boogtan ((200-110) / 2000 = 2,6°

$F_{y;Ed}$ = 2,3 kN

$R_{z,Ed,A}$ =	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-90	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	70	kN
$M_{z,Ed,A}$ =	4,03	kNm	$M_{z,Ed,B}$ =	6,12	kNm
of					
$R_{z,Ed,A}$ =	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-90	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	110	kN
$M_{z,Ed,A}$ =	4,03	kNm	$M_{z,Ed,B}$ =	6,12	kNm

9.7.1.1 - Berekening clip



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	180	mm ;	d =	27	mm
h =	50	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

A =	7600	mm^2			
I_y =	9,85E+06	mm^4 ;	W_y =	1,09E+05	mm^3
e_o =	41,58	mm ;	$W_{z,min}$ =	1,31E+05	mm^3
e_b =	78,42	mm ;	$W_{z,max}$ =	2,47E+05	mm^3
I_z =	1,03E+07	mm^4 ;			

$N_{Rd} = A * f_y$ =	1799	kN
$M_{y,Rd} = W_y * f_y$ =	25,9	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	31,0	kNm
$V_{Rd} = L_b * t * f_y / 3^{0,5}$ =	491,9	kN

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
90,00	50,00
0,00	110,00

Per clip: $F_{Ed;max} = (F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5} =$ 110,0 kN

$\tau_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =$ 137 N/mm^2

$\tau = F_{Ed,max} / (2 *(t * (R - d/2)) =$ 96 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

N_{Ed} = 90,00 kN

$V_{z,Ed}$ = 50,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * e =$ 3,4 kNm (e = 10 mm)

$M_{z,Ed} = 8,94 + N_{Ed} * (e_o - t/2)$ 6,87 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	90,00	/	1799	=	0,05	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		11,8 N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	3,40	/	26	=	0,13	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		31,1 N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	6,87	/	31	=	0,22	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		52,5 N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	50,00	/	492	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		13,9 N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 11,8 + 24,2 + 52,5 } = 88,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 92 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 110,00 kN

$V_{z,Ed}$ = 0,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * e =$ 1,1 kNm (e = 10 mm)

$M_{z,Ed} = 13,56 + N_{Ed} * (e_o - t/2)$ 9,59 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	110,00	/	1799	=	0,06	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		14,5 N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,10	/	26	=	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		10,0 N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	9,59	/	31	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		73,2 N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 14,5 + 7,8 + 73,2 } = 95,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 96 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

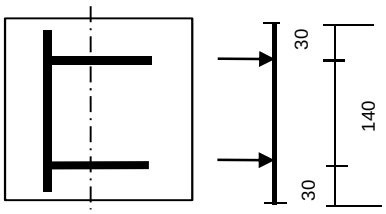
$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			125,1	N/mm^2
τ_1 =			125,1	N/mm^2
τ_2 =			27,8	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		254,8	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	254,8 /	302,2 =	0,84	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	125,1 /	244,8 =	0,51	< 1,0 -- Voldoet

of

σ_1 =			135,1	N/mm^2
τ_1 =			135,1	N/mm^2
τ_2 =			0,0	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		270,2	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	270,2 /	302,2 =	0,89	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	135,1 /	244,8 =	0,55	< 1,0 -- Voldoet

Versterkingsplaat 200 * 200 * 12 - S355



$F = \sigma_{max} * t * e_b / 4$

σ_{max} =	95,5	N/mm^2
t =	20	mm
e_b =	78,42	mm
F =	37,45	kN

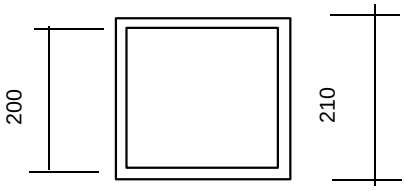
$M_{y,Ed,max} = (F * 30 * (200 - 30) / 200) * 10^{-3} =$ 0,96 kNm

$M_{y,Rd} = W_y * f_y = ((1/6) * 200* 12^2 * 355 / 1,5) * 10^{-6} =$ 1,136 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 0,96 / 1,14 = 0,84 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 199,0 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom



A_{las} =	4100	mm^2
W_{las} =	273659	mm^3

N_{Ed} =	110,00	kN ;	σ_N =	26,8	N/mm^2
$M_{y,Ed}$ =	1,1	kNm ;	$\sigma_{b,y}$ =	4,0	N/mm^2
$M_{z,Ed}$ =	9,59	kNm ;	$\sigma_{b,z}$ =	35,1	N/mm^2

$\sigma_{b,max} =$ 65,9 N/mm^2

σ_1 =	65,9	N/mm^2
τ_1 =	65,9	N/mm^2
τ_2 =	0,0	N/mm^2
$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	131,8	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 131,8 / 302,2 = 0,44 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 65,9 / 244,8 = 0,27 < 1,0 -- Voldoet

9.7.1.2 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +74,750 / 72,250

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	594	12,0	21931	S355	355	3126522
plaat	210,0	5,0	4100	S355	355	273659

$N_{i,Rd} = k_p * f_{y0} * t^2_0 * (4 + 20*\beta^2) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$;

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0$ $h_i / d_0 =$ 0,35

$\beta = b_i / d_0$ $b_i / d_0 =$ 0,35

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 11,5 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 37,2 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,03 of $n_p =$ -0,032

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,99

$N_{1,Rd} =$ 238,6 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 110,00 / 238,6 = 0,46 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 25,0 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 9,59 / 25,0 = 0,38 < 1,0 -- Voldoet

$M_{ip,i,Rd} =$ 50,1 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,40 / 50,1 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

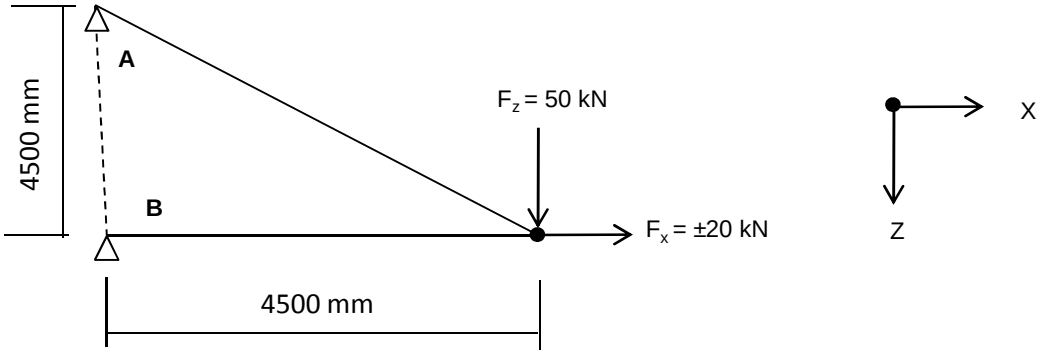
$N_{1,Ed} =$ 110,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 9,594 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 309 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

9.7.2 - Hijsbalk op 70,33 / 65,83 en 60,33 / 55,83

Hijsbalk 4,5m op 70,33 / 65,83 en 60,33 / 55,83

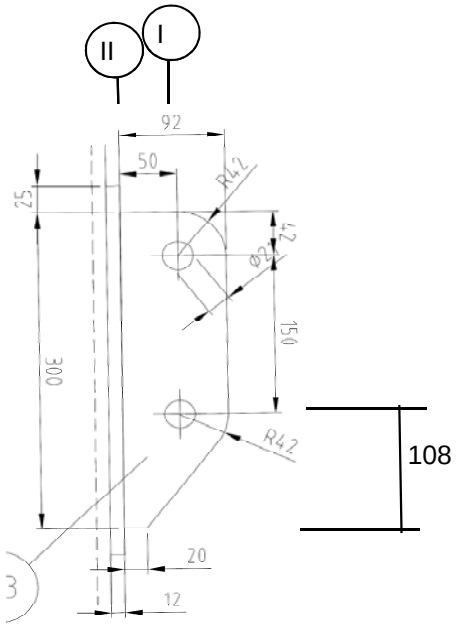


$R_{z,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	30,0	kN

of

$R_{z,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	70,0	kN

9.7.2.1 - Berekening clip positie 9 - t.b.v hijsmast 4,5m



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	300	mm ;	d =	27	mm
h =	50	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
50,00	50,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max} = (F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5} =$ 70,7 kN

$\tau_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =$ 137 N/mm^2

$\tau = F_{Ed,max} / (2 *(t * (R - d/2)) =$ 62 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	6000	mm^2	$N_{Rd} = A * f_y =$	1420	kN
W_y =	3,00E+05	mm^3	$M_{x,Rd} = W_y * f_y =$	71,0	kNm
W_z =	2,00E+04	mm^3	$M_{y,Rd} = W_z * f_y =$	4,7	kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =$	819,8	kN

N_{Ed} = 50,00 kN

$V_{z,Ed}$ = 50,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (h/2 - 108) =$ 4,60 kNm

$N_{Ed} / N_{Rd} =$ 50,00 / 1420 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_N =$ 8,3 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 4,60 / 71 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 15,3 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd} =$ 50,00 / 820 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_y =$ 8,3 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max} = \{ 8,3 + 15,3 \} =$ 23,7 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

$\sigma_{vlg} =$ 28 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} =$ 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =				33,5	N/mm^2
τ_1 =				33,5	N/mm^2
τ_2 = 0				16,7	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =			72,9	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	72,9	/	302,2 =	0,24	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	33,5	/	244,8 =	0,14	< 1,0 -- Voldoet

9.7.2.2 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +70,33 / 65,83

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	642	12,0	23741	S355	355	3669167
clip	300,0	20,0	6000	S355	355	300000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,47 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,47

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 56,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 425,2 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,33 of $n_p =$ -0,320

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,87

$N_{1,Rd} =$ 165,0 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 50,00 / 165,0 = 0,30 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 49,5 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 4,60 / 49,5 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 50,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 4,600 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 473 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +60,33 / 55,83

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	892	15,0	41316	S355	355	8906200
clip	300,0	20,0	6000	S355	355	300000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,34 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,34

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 105,0 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 1474,6 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,47 of $n_p =$ -0,459

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,79

$N_{1,Rd} =$ 228,2 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 50,00 / 228,2 = 0,22 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 68,5 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 4,60 / 68,5 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

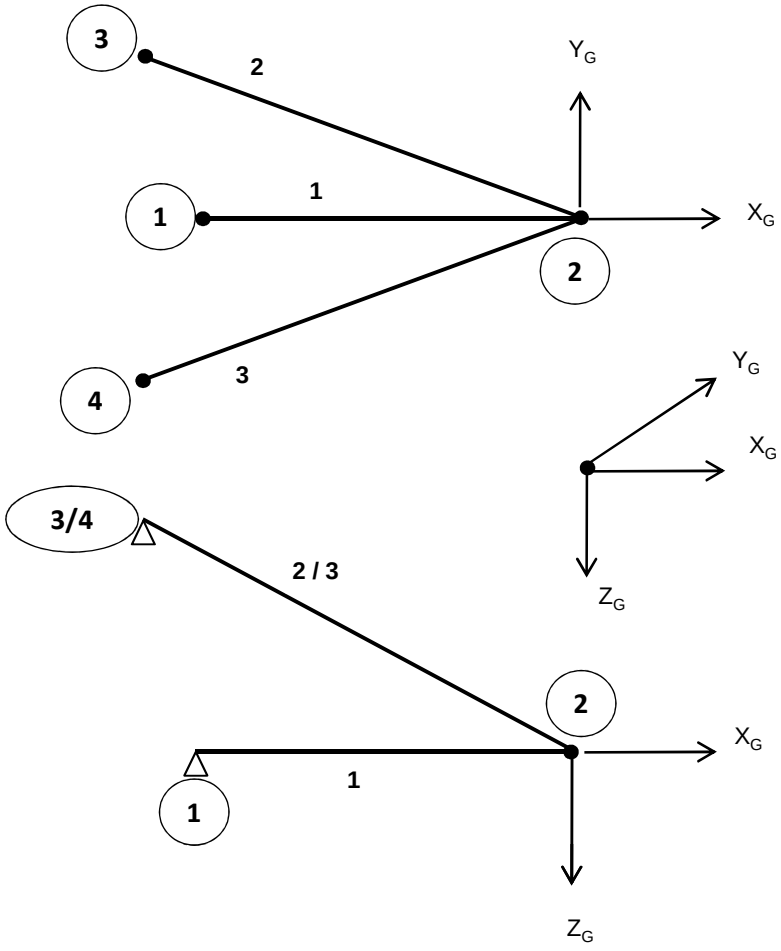
$N_{1,Ed} =$ 50,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 4,60 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 473 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4099 N/mm' ---> voldoet

9.8 - Berekening clips voor 1,5m hijsbalk

Computer model



Belastingen :

$F_{z,Ed}$	=	50	kN
$F_{x,Ed}$	=	20	kN
$F_{y,Ed}$	=	40	kN

Gebruikte staven: Hijsbalk : staaf 1 - buis 180*6
druk- en trek stangen : staaf 2 en 3 - buis 88,9*8

Matrix Bouwframe Project :Wintrack Datum 25-01-2013
Onderdeel:1.5 meter hijsmast

AANTAL KNOPEN : 4
AANTAL STAVEN : 3
AANTAL OPLEGGINGEN : 3

KNOOPCOORDINATEN

NR.	-X-	-Y-	-Z-
1	-1.500	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	-1.720	0.389	-1.156
4	-1.720	-0.389	-1.156

KONSTRUKTIE SCHEMA

STAAF	-i-	SCHARNIERCODE	-j-	SCHARNIERCODE	GAMMA	PROF	MAT	V/EXC	LENGTE
1	1	NxDyDz MxMyMz	2	NxDyDz MxMyMz	0	1	1	0	1.500
2	2	NxDyDz Mx- -	3	NxDyDz MxMyMz	0	2	1	0	2.109
3	2	NxDyDz Mx- -	4	NxDyDz MxMyMz	0	2	1	0	2.109

PROFIEL EIGENSCHAPPEN

PROF.NR.	DOORSNEDE	Ix-torsie	Iy-buig	Iz-buig	PROFIELNAAM
1	3.2798E-03	2.4854E-05	1.2427E-05	1.2427E-05	B180/6
2	2.0332E-03	3.3593E-06	1.6797E-06	1.6797E-06	B88.9/8

MATERIAAL EIGENSCHAPPEN

MAT.NR	ELAST. MOD	POISON	DICHTHEID	MATERIAALNAAM
1	2.1000E+08	0.30	78.500	S355

OPLEGGINGEN

KNOOP	LINEAIR	ROTATIE	X-(r)-veer	Y-(r)-veer	Z-(r)-veer
1	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

BELASTINGEN

BELASTING GEVAL 1 eg constructie

TYPE	STF	KNP	P1	P2	A	Richt.	Onschrijving
7	alle staven		factor = 1.00			Z	Eigen gewicht

BELASTING GEVAL 2 hijs last

TYPE	STF	KNP	P1	P2	A	Richt.	Onschrijving
9	2	t/m 2	50.00			Z	Knooplast
9	2	t/m 2	20.00			X	Knooplast
9	2	t/m 2	40.00			Y	Knooplast

Matrix Bouwframe Project :Wintrack Datum 25-01-2013
Onderdeel:1.5 meter hijsmast

COMBINATIES

B.G.	Omschrijving	1
1	eg constructie	1.00
2	hijs last	1.00

KNOOPVERPLAATSINGEN GLOB. (B.C.)

KNP	B.C.	X-VERPL.	Y-VERPL.	Z-VERPL.	X-ROTATIE	Y-ROTATIE	Z-ROTATIE
1	1	0.00000	0.00000	0.00000	-3.6792E-03	-4.0932E-04	1.9346E-03
2	1	-0.00012	0.00290	0.00059	-3.6792E-03	-3.8207E-04	1.9346E-03
3	1	0.00000	0.00000	0.00000	-2.3645E-03	-6.0138E-05	9.6872E-05
4	1	0.00000	0.00000	0.00000	-2.3104E-03	-7.7620E-04	3.0615E-05

N/D/M IN DE KNOPEN LOKAAL (B.C.)

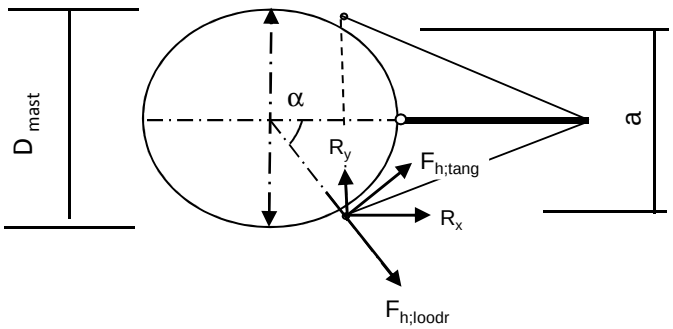
STAAF	B.C.	KNOOP	Nx	Dy	Dz	Mx	My	Mz
1	1	1	55.18	-0.00	-0.19	0.00	0.00	0.00
		2	-55.18	0.00	-0.19	0.00	-0.00	-0.00
2	1	2	62.42	-0.00	-0.14	-0.00	0.00	-0.00
		3	-62.23	0.00	-0.14	-0.00	-0.00	0.00
3	1	2	-154.40	-0.00	-0.14	-0.00	-0.00	-0.00
		4	154.59	0.00	-0.14	-0.00	-0.00	0.00

REACTIES GLOBAAL (B.C.)

B.C.	KNOOP	X-REACTIE	Y-REACTIE	Z-REAKTIE	Mx-REACT.	My-REACT.	Mz-REACT.
1	1	55.18	-0.00	-0.19	0.000	0.000	0.000
1	3	50.84	-11.50	34.00	0.000	0.000	0.000
1	4	-126.02	-28.50	-84.87	0.000	0.000	0.000
SOM REACT.		-20.00	-40.00	-51.06			
SOM LASTEN		20.00	40.00	51.06			

knoop nummer	hoogte mm	D_{mast} mm	t_{mast} mm	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
1	70330	642	12	55,18	0,00	-0,20
3	71487	613	12	50,84	-11,50	34,00
4	71487	613	12	-126,02	-28,50	-84,87
1	60330	892	15	55,18	0,00	-0,20
3	61487	863	15	50,84	-11,50	34,00
4	61487	863	15	-126,02	-28,50	-84,87
1	50330	1142	20	55,18	0,00	-0,20
3	51487	1113	20	50,84	-11,50	34,00
4	51487	1113	20	-126,02	-28,50	-84,87

Ontbinden van de krachten in knoop 3 en 4



α = arcsin(a/2 / (d/2 + 50))

$F_{h,loodr,Ed} = R_x * \cos\alpha + R_y * \sin\alpha$

$F_{h,tang,Ed} = R_x * \sin\alpha + R_y * \cos\alpha$

knoop nummer	hoogte mm	D_{mast} mm	a mm	α gr	$F_{h,lood,Ed}$ kN	$F_{h,tang,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
1	70330	642		0,00	55,18	0,00	0,20
3	71487	613	704	81,0	19,33	48,41	34,00
4	71487	613	704	81,0	8,38	128,93	84,87
1	60330	892		0,00	55,18	0,00	0,20
3	61487	863	854	62,5	33,68	39,78	34,00
4	61487	863	854	62,5	32,92	124,94	84,87
1	50330	1142		0,00	55,18	0,00	0,20
3	51487	1113	960	52,3	40,17	33,21	34,00
4	51487	1113	960	52,3	54,45	117,17	84,87

Beasting per clip :

Clip type 9,3 - 70,330 en 60,330m hoogte
Clip type 16,3 - 50,330 m hoogte

$F_{h,loodr,Ed}$ = 55,18 kN
$F_{z,Ed}$ = 0,20 kN

Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 71,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 4,19 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 64,47 kN

Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 61,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 16,46 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 62,47 kN

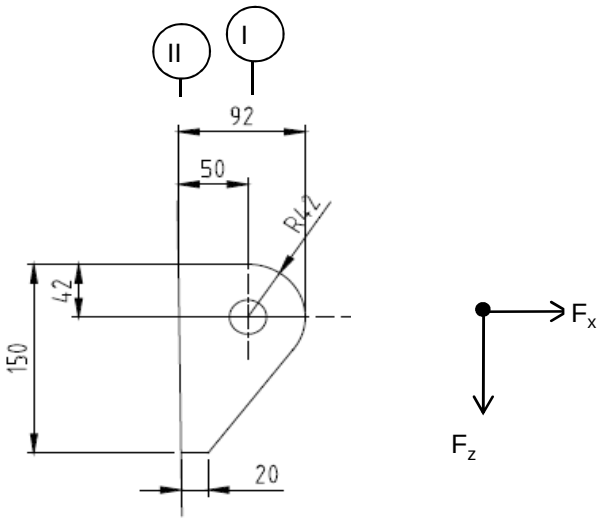
Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 51,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 27,23 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 58,58 kN

Clip type 16,1 - onderste ribbe- 71,487m, 61,487m en 51,487m hoogte;per cilp

Belasting als de bovenste clip + $F_{z,Ed}$ = 84,87 kN

9.8.1 - Berekening clip type 9,3 - 70,330 en 60,330m hoogte

en clip type16,3 op 50,330m hoogte



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	150	mm	;	d =	27	mm
h =	50	mm	;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
55,18	0,20

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 55,2 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 48 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	3000	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	710	kN
W_y =	7,50E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	17,8	kNm
W_z =	1,00E+04	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	2,4	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	409,9	kN

N_{Ed} =	55,18	kN
$V_{z,Ed}$ =	0,20	kN

$M_{y,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h + N_{Ed} * (h/2 - R) = 1,83 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	55,18	/	710	=	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		18,4	N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,83	/	18	=	0,10	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		24,4	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	0,20	/	410	=	0,00	< 1,0	-- Voldoet
			τ_y =		0,1	N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 18,4 + 24,4 } = 42,8 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 43 N/mm^2 > 237 MPa -- Voldoet niet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =	60,5	N/mm^2
τ_1 =	60,5	N/mm^2
τ_2 = 0	0,1	N/mm^2
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	121,1	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	121,1	/	302,2	=	0,40	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	60,5	/	244,8	=	0,25	< 1,0 -- Voldoet

9.8.2 - Controle capaciteit van de aansluiting clip 9,3 / 16,3

Clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +50,330 (maatgevend)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1142	20,0	70482	S355	355	19425631
clip	150,0	20,0	3000	S355	355	75000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,13 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,13

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 229,1 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 3509,0 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,52 of $n_p =$ -0,500

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,76

$N_{1,Rd} =$ 373,6 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 55,18 / 373,6 = 0,15 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 56,0 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,83 / 56,0 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

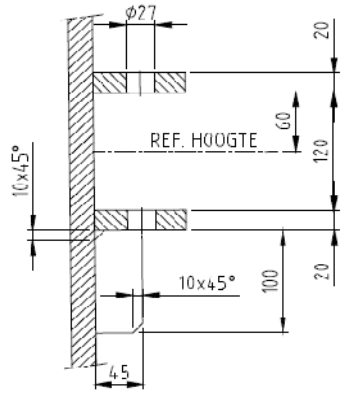
$N_{1,Ed} =$ 55,18 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,831 kNm

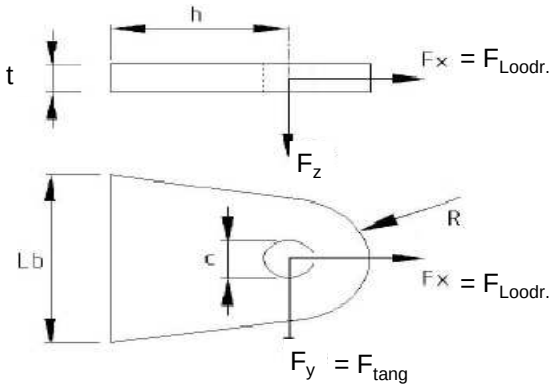
$\sigma_{max.}t_i =$ 856 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 5466 N/mm' ---> voldoet

9.8.3 - Berekening clip type 16,3 - bovenste ribbe - op 71,487m, 61,487 en 51,487 m hoogte.

A - Bovenste ribbe - op 71,487m, 61,487 en 51,487 m hoogte.





R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	140	mm ;	d =	27	mm
h =	45	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	71,487m kN	61,487m kN	51,487m kN
$F_{x,Ed}$ =	4,19	16,46	27,23
$F_{y,Ed}$ =	64,47	62,47	58,58

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$-kN=	64,60	64,60	64,60		
τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =			137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =			57	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	663	kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	15,5	kNm
W_y =	9,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	2,2	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	382,6	kN

Clip op 71,487m hoogte

N_{Ed} =	4,19	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,90	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,47	kN			

Clip op 61,487m hoogte

N_{Ed} =	16,46	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,81	kNm
$V_{y,Ed}$ =	62,47	kN			

Clip op 51,487m hoogte

N_{Ed} =	27,23	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,64	kNm
$V_{y,Ed}$ =	58,58	kN			

	71,487m hoogte spanning in N/mm^2	61,487m hoogte spanning in N/mm^2	51,487m hoogte spanning in N/mm^2
σ_N =	1,5	5,9	9,7
$\sigma_{b,z}$ =	44,4	43,0	43,0
τ_y =	23,0	22,3	20,9
$\sigma_{b,max}$ =	45,9	48,9	52,8
σ_{vlg} =	60,8	62,3	64,0

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

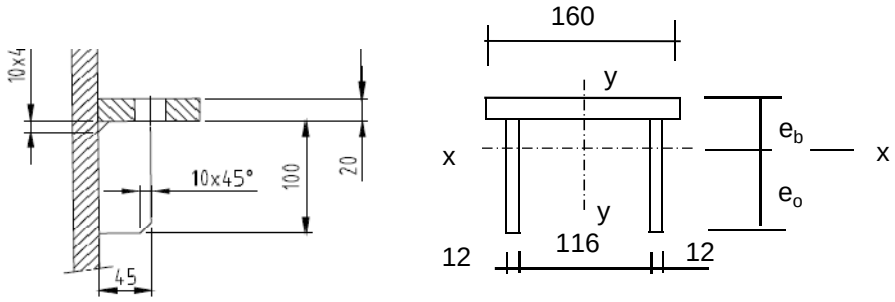
a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			74,6	N/mm^2
τ_1 =			74,6	N/mm^2
τ_2 = 0			105,5	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		235,9	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	235,9 /	302,2 =	0,78	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	74,6 /	244,8 =	0,30	< 1,0 -- Voldoet

B- Onderste ribbe - op 71,487m, 61,487 en 51,487 m hoogte.



Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

e_b =	35,7	mm
e_o =	84,3	mm
A =	5600	mm^2
A_{schot} =	2400	mm^3

I_x =	8377143	mm^4	I_y =	16790400	mm^4
$W_{x,min}$ =	99390	mm^3	W_y =	209880	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	1325	kN
$M_{y,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	23,5	kNm
$M_{x,Rd} = W_y * f_y$ =	49,7	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	327,9	kN
$V_{y,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	437,2	kN

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Zie berekening boven ribbe

Doorsnede II ;

	71,487m kN	61,487m kN	51,487m kN
$F_{x,Ed}$ =	4,19	16,46	27,23
$F_{y,Ed}$ =	64,47	62,47	58,58
$F_{z,Ed}$ =	84,87	84,87	84,87

Clip op 71,487m hoogte

N_{Ed} =	4,19	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,90	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,47	kN	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	3,927	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

Clip op 61,487m hoogte

N_{Ed} =	16,46	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,81	kNm
$V_{y,Ed}$ =	62,47	kN ;	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	4,242	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

Clip op 51,487m hoogte

N_{Ed} =	27,23	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,64	kNm
$V_{y,Ed}$ =	58,58	kN ;	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	4,519	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

	71,487m hoogte spanning in N/mm^2	61,487m hoogte spanning in N/mm^2	51,487m hoogte spanning in N/mm^2
σ_N =	0,7	2,9	4,9
$\sigma_{b,z}$ =	13,8	13,4	12,6
$\sigma_{b,y}$ =	39,5	42,7	45,5
τ_y =	20,1	19,5	18,3
τ_z =	35,4	35,4	35,4
$\sigma_{b,max}$ =	54,1	59,0	62,9
σ_{vlg} =	88,8	91,5	93,3

> 237 MPa -- Voldoet niet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a =	5	mm	t =	20	mm
			t_1 =	12	mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =			88,9	N/mm^2
τ_1 =			88,9	N/mm^2
τ_2 =	0		42,4	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		192,5	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	192,5	/	302,2 =	0,64	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	88,9	/	244,8 =	0,36	< 1,0 -- Voldoet

9.8.4 - Controle capaciteit van de aansluiting clip 16,3 (boveste clip hijsmast)

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +71,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	613	12,0	22651	S355	355	3336966
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,00 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,23

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 33,6 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 196,2 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,17 of n_p = -0,161

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,94

$N_{1,Rd}$ = 242,5 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 4,19 / 242,5 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 17,0 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,90 / 17,0 = 0,17 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 4,19 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,90 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 918,0 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 4919 N/mm' ---> voldoet

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +61,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	863	15,0	39953	S355	355	8323634
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,00 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,16

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 81,3 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 1007,1 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,35 of n_p = -0,335

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,86

$N_{1,Rd}$ = 310,9 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 16,46 / 310,9 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 21,8 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,81 / 21,8 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 16,46 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,81 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 978,1 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 6149 N/mm' ---> voldoet

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +51,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1113	20,0	68664	S355	355	18428513
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,00 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,13

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 196,1 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 3093,0 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,48 of n_p = -0,465

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,79

$N_{1,Rd}$ = 482,0 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 27,23 / 482,0 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 33,7 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,64 / 33,7 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

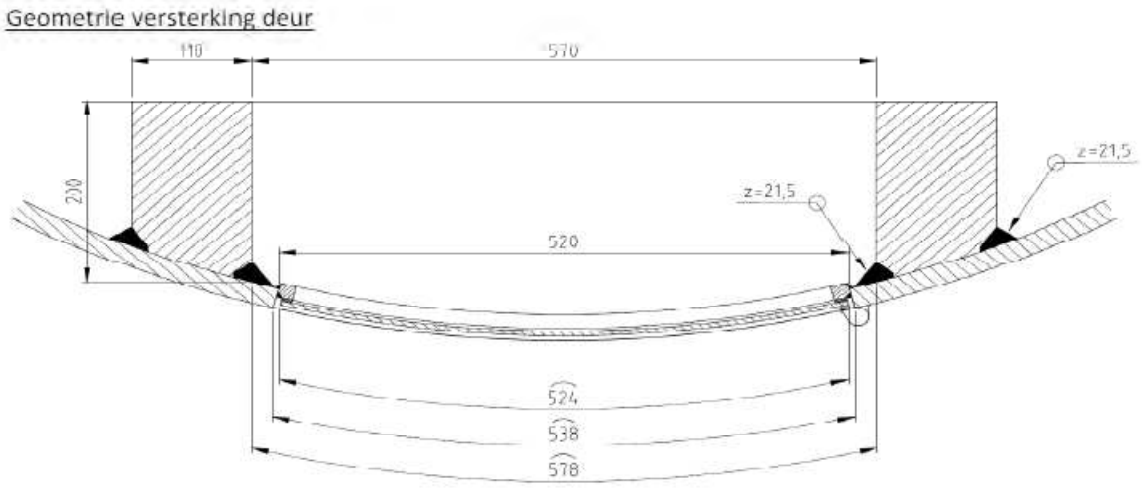
Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

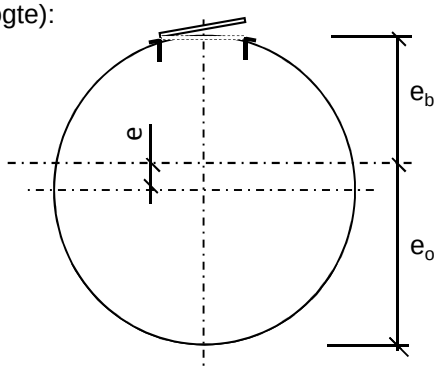
$N_{1,Ed}$ = 27,23 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,64 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 1001,5 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 8198 N/mm' ---> voldoet

9.9 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter :	2369	mm
dikte t ;	25	mm

A_{buis} =	184127	mm^2
$A_{versterking}$ =	40284	mm^2
$A_{verlies}$ =	12968	mm^2
A_{tot} =	211443	mm^2

e =	122,2	mm			
e_b =	1062,5	mm ;	e_o =	1306,9	mm

I_{tot} =	1,47E+11	mm^4
W_{min} =	1,13E+08	mm^3
W_{max} =	1,39E+08	mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 33 (inclusief 2^e orde effect)

M_{Ed} =	20238	kNm ;	N_{Ed} =	894 kN

σ_N =	N_{Ed} / A_{tot} =	4,2	N/mm^2
σ_b =	M_{Ed} / W_{min} =	179,3	N/mm^2

σ_{max} = 4,2 + 179,3 = 183,6 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 V10,0 - 18 -11-2013

bijlage AC en AC2

W2S400+24 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix AC

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
1a	GW / opgw	3154	0	19396	3154	0	-19396
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	24121	0	147923	24121	0	-147923
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	24121	0	147923	24121	0	-147923
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	24121	0	147923	24121	0	-147923
	Comp.conductor	6540	0	40192	6540	0	-40192
1b	GW / opgw	3276	0	21992	3276	0	-21992
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	25154	0	169944	25154	0	-169944
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	25154	0	169944	25154	0	-169944
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	25154	0	169944	25154	0	-169944
	Comp.conductor	6771	0	45123	6771	0	-45123
3	GW / opgw	12165	0	60826	12165	0	-60826
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	40813	0	238894	40813	0	-238894
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	40813	0	238894	40813	0	-238894
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	40813	0	238894	40813	0	-238894
	Comp.conductor	24565	0	122600	24565	0	-122600
4	GW / opgw	4176	0	25031	4176	0	-25031
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	28275	0	171853	28275	0	-171853
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	28275	0	171853	28275	0	-171853
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	28275	0	171853	28275	0	-171853
	Comp.conductor	8579	0	51354	8579	0	-51354
6	GW / opgw	3527	0	21373	3527	0	-21373
Permanent, +10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	26958	0	162590	26958	0	-162590
Permanent loads yg= 1.35	380C1F2 / 380C2F2	26958	0	162590	26958	0	-162590
	380C1F3 / 380C2F3	26958	0	162590	26958	0	-162590
	Comp.conductor	7313	0	44262	7313	0	-44262
1a	GW / opgw	2739	2931	29156	2739	2931	-29156
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	21738	16936	194368	21738	16936	-194368
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	21919	15864	189629	21919	15864	-189629
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	22143	14577	184113	22143	14577	-184113
	Comp.conductor	5883	4688	53561	5883	4688	-53561
1b	GW / opgw	3233	586	22564	3233	586	-22564
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	24958	3384	172372	24958	3384	-172372
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	24982	3170	172077	24982	3170	-172077
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	25008	2913	171749	25008	2913	-171749
	Comp.conductor	6718	937	45826	6718	937	-45826
3	GW / opgw	11986	3013	63102	11986	3013	-63102
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	40131	9461	247838	40131	9461	-247838
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	40209	8862	246773	40209	8862	-246773
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	40297	8143	245576	40297	8143	-245576
	Comp.conductor	24332	4809	125495	24332	4809	-125495
4	GW / opgw	4149	586	25414	4149	586	-25414
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	28136	3386	173762	28136	3386	-173762
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	28153	3172	173530	28153	3172	-173530
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	28172	2915	173271	28172	2915	-173271
	Comp.conductor	8545	937	51830	8545	937	-51830

W2S400+24 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix AC

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	GW / opgw	2497	5866	44150	2497	5866	-44150
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	19748	33892	276409	19748	33892	-276409
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	19922	31745	265794	19922	31745	-265794
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	20156	29168	253046	20156	29168	-253046
	Comp.conductor	5345	9381	77021	5345	9381	-77021
1b	GW / opgw	3129	1171	24147	3129	1171	-24147
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	24436	6769	179309	24436	6769	-179309
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	24516	6341	178208	24516	6341	-178208
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	24606	5826	176968	24606	5826	-176968
	Comp.conductor	6578	1874	47833	6578	1874	-47833
3	GW / opgw	11582	6027	69163	11582	6027	-69163
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	38586	18924	271731	38586	18924	-271731
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	38799	17726	268081	38799	17726	-268081
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	39052	16288	263909	39052	16288	-263909
	Comp.conductor	23754	9621	133523	23754	9621	-133523
4	GW / opgw	4077	1172	26511	4077	1172	-26511
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	27755	6773	179292	27755	6773	-179292
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	27814	6344	178408	27814	6344	-178408
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	27881	5830	177414	27881	5830	-177414
	Comp.conductor	8451	1875	53217	8451	1875	-53217
1a	GW / opgw	2739	2931	29156	2739	2931	-29156
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	21738	16936	194368	21738	16936	-194368
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	21919	15864	189629	21919	15864	-189629
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	22143	14577	184113	22143	14577	-184113
	Comp.conductor	5883	4688	53561	5883	4688	-53561
1b	GW / opgw	3233	586	22564	3233	586	-22564
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	24958	3384	172372	24958	3384	-172372
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	24982	3170	172077	24982	3170	-172077
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	25008	2913	171749	25008	2913	-171749
	Comp.conductor	6718	937	45826	6718	937	-45826
3	GW / opgw	11986	3013	63102	11986	3013	-63102
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	40131	9461	247838	40131	9461	-247838
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	40209	8862	246773	40209	8862	-246773
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	40297	8143	245576	40297	8143	-245576
	Comp.conductor	24332	4809	125495	24332	4809	-125495
4	GW / opgw	4149	586	25414	4149	586	-25414
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	28136	3386	173762	28136	3386	-173762
Permanent loads yg= 1.2	380C1F2 / 380C2F2	28153	3172	173530	28153	3172	-173530
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	28172	2915	173271	28172	2915	-173271
	Comp.conductor	8545	937	51830	8545	937	-51830
1a	GW / opgw	2398	0	15241	2398	0	-15241
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	18373	0	116970	18373	0	-116970
Permanent loads yg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	18373	0	116970	18373	0	-116970
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	18373	0	116970	18373	0	-116970
	Comp.conductor	4975	0	31630	4975	0	-31630
1b	GW / opgw	2508	0	17594	2508	0	-17594

W2S400+24 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix AC

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	19333	0	137389	19333	0	-137389
Permanent loads yg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	19333	0	137389	19333	0	-137389
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	19333	0	137389	19333	0	-137389
	Comp.conductor	5185	0	36110	5185	0	-36110
3	GW / opgw	11476	0	58126	11476	0	-58126
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	35273	0	212402	35273	0	-212402
Permanent loads yg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	35273	0	212402	35273	0	-212402
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	35273	0	212402	35273	0	-212402
	Comp.conductor	23137	0	117021	23137	0	-117021
4	GW / opgw	3434	0	21182	3434	0	-21182
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	22586	0	142171	22586	0	-142171
Permanent loads yg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	22586	0	142171	22586	0	-142171
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	22586	0	142171	22586	0	-142171
	Comp.conductor	7043	0	43419	7043	0	-43419
6	GW / opgw	2398	0	15241	2398	0	-15241
Permanent, +10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	18373	0	116970	18373	0	-116970
Permanent loads yg= 1.35	380C1F2 / 380C2F2	18373	0	116970	18373	0	-116970
	380C1F3 / 380C2F3	18373	0	116970	18373	0	-116970
	Comp.conductor	4975	0	31630	4975	0	-31630
1a	GW / opgw	1990	2930	27195	1990	2930	-27195
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	15852	16934	176206	15852	16934	-176206
Permanent loads yg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	16005	15862	170612	16005	15862	-170612
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	16201	14575	164011	16201	14575	-164011
	Comp.conductor	4286	4687	48586	4286	4687	-48586
1b	GW / opgw	2451	585	18411	2451	585	-18411
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	19060	3384	140902	19060	3384	-140902
Permanent loads yg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	19092	3169	140479	19092	3169	-140479
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	19128	2912	140006	19128	2912	-140006
	Comp.conductor	5113	937	37122	5113	937	-37122
3	GW / opgw	11284	3012	60586	11284	3012	-60586
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	34469	9459	223266	34469	9459	-223266
Permanent loads yg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	34559	8860	221984	34559	8860	-221984
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	34661	8142	220540	34661	8142	-220540
	Comp.conductor	22886	4809	120162	22886	4809	-120162
4	GW / opgw	3401	586	21677	3401	586	-21677
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	22406	3386	144752	22406	3386	-144752
Permanent loads yg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	22427	3171	144440	22427	3171	-144440
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	22452	2914	144091	22452	2914	-144091
	Comp.conductor	7000	937	44038	7000	937	-44038
1a	GW / opgw	1828	5865	43202	1828	5865	-43202
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	14398	33890	266840	14398	33890	-266840
Permanent loads yg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	14512	31742	255526	14512	31742	-255526
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	14669	29166	241826	14669	29166	-241826
	Comp.conductor	3896	9380	74407	3896	9380	-74407
1b	GW / opgw	2327	1171	20560	2327	1171	-20560
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	18391	6768	150606	18391	6768	-150606

W2S400+24 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix AC

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
Permanent loads γg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	18488	6339	149096	18488	6339	-149096
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	18601	5825	147381	18601	5825	-147381
	Comp.conductor	4935	1874	39912	4935	1874	-39912
3	GW / opgw	10866	6027	67053	10866	6027	-67053
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	32795	18922	251301	32795	18922	-251301
Permanent loads γg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	33015	17724	247095	33015	17724	-247095
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	33281	16286	242256	33281	16286	-242256
	Comp.conductor	22279	9620	128791	22279	9620	-128791
4	GW / opgw	3316	1172	23067	3316	1172	-23067
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	21933	6772	152085	21933	6772	-152085
Permanent loads γg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	22004	6343	150926	22004	6343	-150926
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	22086	5829	149617	22086	5829	-149617
	Comp.conductor	6885	1875	45818	6885	1875	-45818
1a	GW / opgw	1990	2930	27195	1990	2930	-27195
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	15852	16934	176206	15852	16934	-176206
Permanent loads γg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	16005	15862	170612	16005	15862	-170612
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	16201	14575	164011	16201	14575	-164011
	Comp.conductor	4286	4687	48586	4286	4687	-48586
1b	GW / opgw	2451	585	18411	2451	585	-18411
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	19060	3384	140902	19060	3384	-140902
Permanent loads γg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	19092	3169	140479	19092	3169	-140479
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	19128	2912	140006	19128	2912	-140006
	Comp.conductor	5113	937	37122	5113	937	-37122
3	GW / opgw	11284	3012	60586	11284	3012	-60586
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	34469	9459	223266	34469	9459	-223266
Permanent loads γg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	34559	8860	221984	34559	8860	-221984
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	34661	8142	220540	34661	8142	-220540
	Comp.conductor	22886	4809	120162	22886	4809	-120162
4	GW / opgw	3401	586	21677	3401	586	-21677
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	22406	3386	144752	22406	3386	-144752
Permanent loads γg= 0.9	380C1F2 / 380C2F2	22427	3171	144440	22427	3171	-144440
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	22452	2914	144091	22452	2914	-144091
	Comp.conductor	7000	937	44038	7000	937	-44038

W2S400+24 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (serviceability limit state)

-

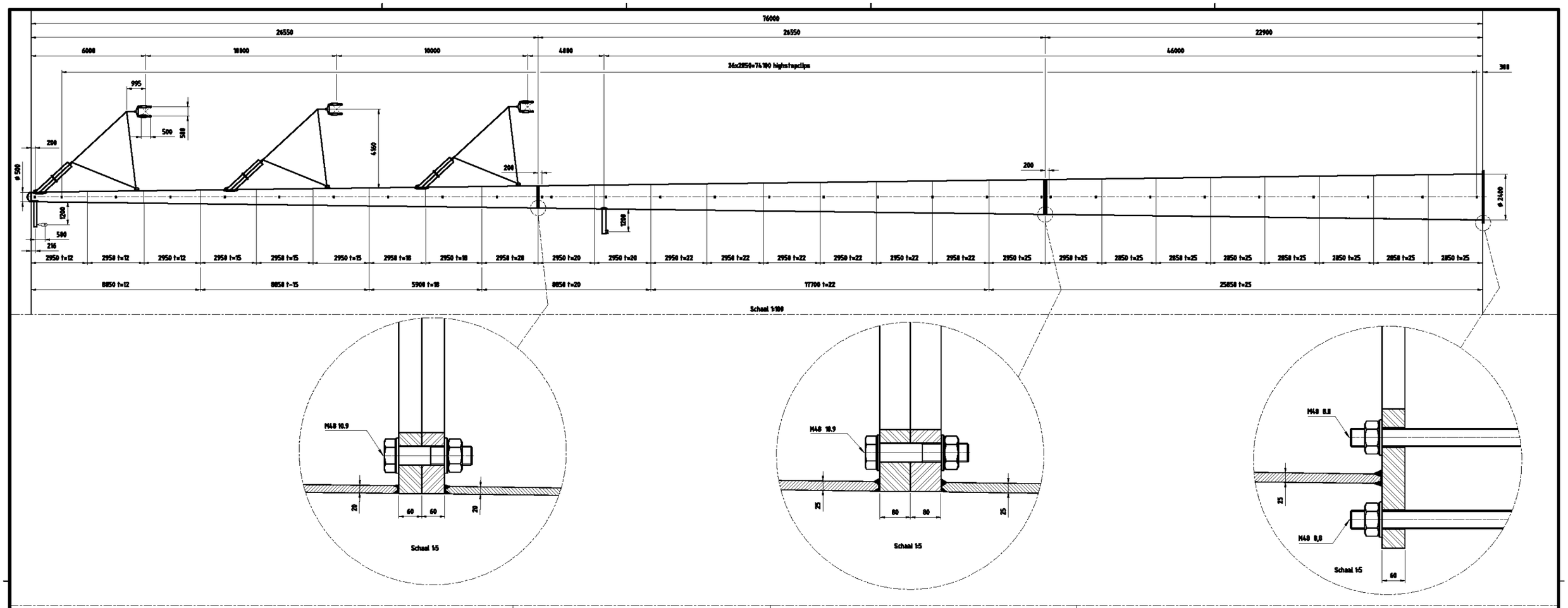
Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	GW / opgw	2651	0	16659	2651	0	-16659
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	20302	0	127555	20302	0	-127555
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	20302	0	127555	20302	0	-127555
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	20302	0	127555	20302	0	-127555
	Comp.conductor	5500	0	34554	5500	0	-34554
1b	GW / opgw	2766	0	19102	2766	0	-19102
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	21289	0	148577	21289	0	-148577
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	21289	0	148577	21289	0	-148577
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	21289	0	148577	21289	0	-148577
	Comp.conductor	5718	0	39202	5718	0	-39202
3	GW / opgw	8790	0	47128	8790	0	-47128
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	31746	0	194977	31746	0	-194977
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	31746	0	194977	31746	0	-194977
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	31746	0	194977	31746	0	-194977
	Comp.conductor	17776	0	95137	17776	0	-95137
4	GW / opgw	3347	0	20717	3347	0	-20717
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	23149	0	145177	23149	0	-145177
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	23149	0	145177	23149	0	-145177
Wind angle: 0 dgr	380C1F3 / 380C2F3	23149	0	145177	23149	0	-145177
	Comp.conductor	6887	0	42592	6887	0	-42592
1a	GW / opgw	2371	1953	22684	2371	1953	-22684
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	18768	11288	155540	18768	11288	-155540
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	18902	10573	152533	18902	10573	-152533
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	19064	9716	149069	19064	9716	-149069
	Comp.conductor	5077	3124	42599	5077	3124	-42599
1b	GW / opgw	2742	390	19427	2742	390	-19427
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	21179	2256	149955	21179	2256	-149955
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	21192	2113	149788	21192	2113	-149788
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	21207	1942	149600	21207	1942	-149600
	Comp.conductor	5688	624	39600	5688	624	-39600
3	GW / opgw	8666	2007	48732	8666	2007	-48732
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	31317	6305	200684	31317	6305	-200684
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	31367	5906	200000	31367	5906	-200000
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	31423	5427	199232	31423	5427	-199232
	Comp.conductor	17616	3204	97171	17616	3204	-97171
4	GW / opgw	3331	391	20947	3331	391	-20947
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	23070	2257	146295	23070	2257	-146295
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	23079	2114	146159	23079	2114	-146159
Wind angle: 45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	23090	1943	146007	23090	1943	-146007
	Comp.conductor	6867	625	42878	6867	625	-42878
1a	GW / opgw	2149	3908	33122	2149	3908	-33122
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	17081	22584	210918	17081	22584	-210918
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	17244	21154	203490	17244	21154	-203490
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	17459	19437	194651	17459	19437	-194651
	Comp.conductor	4620	6251	58426	4620	6251	-58426

W2S400+24 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (serviceability limit state)

-

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
1b	GW / opgw	2680	781	20351	2680	781	-20351
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	20873	4512	153961	20873	4512	-153961
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	20920	4226	153319	20920	4226	-153319
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	20975	3884	152599	20975	3884	-152599
	Comp.conductor	5607	1249	40755	5607	1249	-40755
3	GW / opgw	8380	4015	53055	8380	4015	-53055
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	30287	12611	216313	30287	12611	-216313
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	30434	11813	213893	30434	11813	-213893
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	30607	10855	211140	30607	10855	-211140
	Comp.conductor	17212	6409	102860	17212	6409	-102860
4	GW / opgw	3288	781	21615	3288	781	-21615
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	22845	4514	149572	22845	4514	-149572
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	22881	4229	149044	22881	4229	-149044
Wind angle: 90 dgr	380C1F3 / 380C2F3	22921	3886	148453	22921	3886	-148453
	Comp.conductor	6811	1250	43716	6811	1250	-43716
1a	GW / opgw	2371	1953	22684	2371	1953	-22684
Wind, 10 dgr	380C1F1 / 380C2F1	18768	11288	155540	18768	11288	-155540
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	18902	10573	152533	18902	10573	-152533
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	19064	9716	149069	19064	9716	-149069
	Comp.conductor	5077	3124	42599	5077	3124	-42599
1b	GW / opgw	2742	390	19427	2742	390	-19427
Wind, -20 dgr	380C1F1 / 380C2F1	21179	2256	149955	21179	2256	-149955
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	21192	2113	149788	21192	2113	-149788
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	21207	1942	149600	21207	1942	-149600
	Comp.conductor	5688	624	39600	5688	624	-39600
3	GW / opgw	8666	2007	48732	8666	2007	-48732
Wind+ice, -5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	31317	6305	200684	31317	6305	-200684
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	31367	5906	200000	31367	5906	-200000
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	31423	5427	199232	31423	5427	-199232
	Comp.conductor	17616	3204	97171	17616	3204	-97171
4	GW / opgw	3331	391	20947	3331	391	-20947
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F1 / 380C2F1	23070	2257	146295	23070	2257	-146295
Permanent loads yg= 1.0	380C1F2 / 380C2F2	23079	2114	146159	23079	2114	-146159
Wind angle: -45 dgr	380C1F3 / 380C2F3	23090	1943	146007	23090	1943	-146007
	Comp.conductor	6867	625	42878	6867	625	-42878



Toleranties volgens C DIN8570
Dit geeft: (maten in mm)

DIN 8570	klasse C
<30	+/-1
30-120	+/-3
120-315	+/-4
315-1000	+/-6
1000-2000	+/-8
2000-4000	+/-11
4000-8000	+/-14
8000-12000	+/-16
12000-16000	+/-21
16000-20000	+/-24
>20000	+/-27

-Onrondheid aan segment einden <0.2%
-Onrondheid bij overige secties
(niet aan de segment einden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Ankers kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor laadetails tek. 07.01.940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9018
Kleur uithouders, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 3
Gewicht mastdeel 1: 31303kg
Gewicht mastdeel 2: 22027kg
Gewicht mastdeel 3: 8704kg
Totaal gewicht W2S400+24: 62034kg

Benaming: Mast type W2S400+24

Uitg	Datum	Gel	Gas	Schaal: 1:100 1:25 1:20 1:5
1	27-11-2012	Wvl.		Maateenheid: mm
2	11-01-2013	HS		Materiaal: S 235 JR
3	30-01-2014	Wvl.		Finish: Thermisch verzinken

Plaats:
Adres:
Opslagpunt nr:

Volker Wessels Telecom

Projectie: Telc.nr.: MS-0004/13 A1

Volker Wessels Telecom Netwerk Solutions, Kanaal Zuid 286 Lieren
Postbus 676, 7380AR Apeldoorn Tel.:+31 (0)88 106 02 00

auteursrechten Volker Wessels Telecom Netwerk Solutions, nadruk verboden

VolkerWessels Telecom | Netwerk Solutions

TenneT

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2H400(+15)"

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00	29 - 11 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01 – Fundatiebel. SLS toestaand gewijzigd	6- 12 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
02-Detailberekening toegevoegd	15 - 05 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
03-Mast nummers verwijderd	07 - 02 - 14	ing. Miko Hakhverdian	7-2-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2H400(+15)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	13
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53
9.0 Detailberekening	55

blz.

9.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV 55
9.1.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 62m hoogte 56
9.1.2 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 52m hoogte 66
9.1.3 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 42m hoogte 71
9.2 Berekening draagarm bliksemdraad 76
9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast 78
9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4) 79
9.3 Berekening draagarm "Retourstroomgeleider" 82
9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast 87
9.3.2 Berekening clip "Retourstroomgeleider" 88
9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte) 90
9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting 92
9.5 Berekening clip hulprail - clip 8 93
9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting 95
9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast 97
9.7 Berekening versterking deur 100

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 - bijlage AE, AE1 en AE2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2H400(+15) van het project “R380 Wintrack hoogspanningslijn” Noordring , tracé Vijfhuizen – Bleiswijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2H400(+15) zijn de bijlage AE en AE1 (berekening maststerkte) en bijlage AE2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.
- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 72,0 meter. De basis diameter van de mast is 2,900 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit drie segmenten. De segmenten zijn 24,80 meter en 2* 23,60 meter lang. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en retourstroomgeleider) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2H400(+15) zijn de bijlage AE en AE1 (berekening maststerkte) en bijlage AE2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state), tabel 4.2.11/NL.3 voor de SPLS- toestand (Special limit state) en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS-toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype “W2H400(+15)”

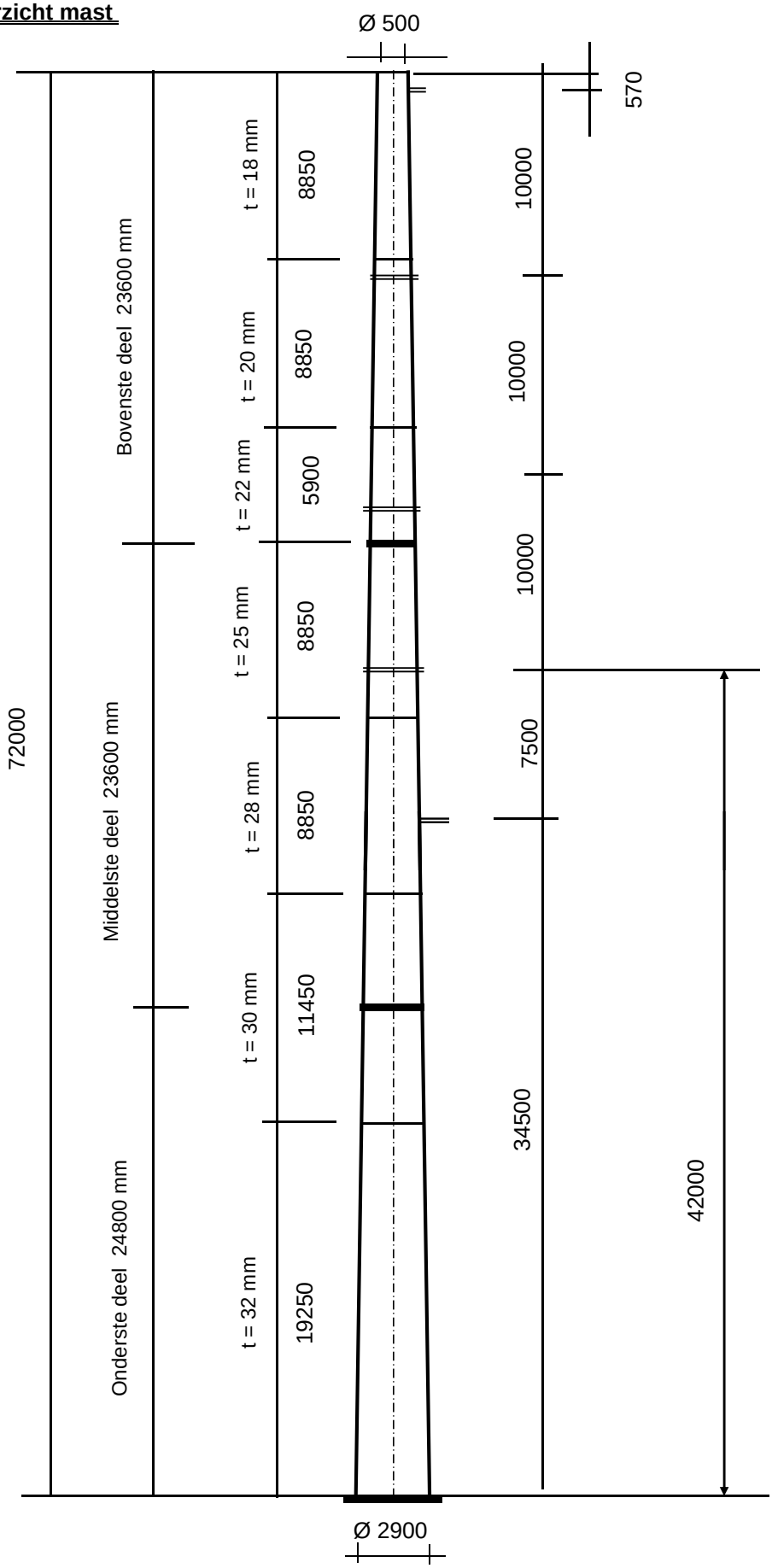
Berekening

W2H400+15

72,0 m - 2900 - 500

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2H400(+15)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	32	gem. breedte (m)	1,700

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	570	519	500	n.v.t.	2	1	71,72
2	2380	598	519	n.v.t.	2	1	70,24
3	2950	697	598	n.v.t.	2	1	67,58
4	2950	795	697	n.v.t.	2	1	64,63
5	1150	833	795	n.v.t.	2	1	62,58
6	1800	893	833	n.v.t.	2	1	61,10
7	2950	992	893	n.v.t.	2	1	58,73
8	2950	1090	992	n.v.t.	2	1	55,78
9	2300	1167	1090	n.v.t.	2	1	53,15
10	650	1188	1167	n.v.t.	2	1	51,68
11	2950	1287	1188	n.v.t.	2	1	49,88
12	2950	1385	1287	n.v.t.	2	1	46,93
13	2950	1483	1385	n.v.t.	2	1	43,98
14	500	1500	1483	n.v.t.	2	1	42,25
15	2450	1582	1500	n.v.t.	2	1	40,78
16	1475	1631	1582	n.v.t.	2	1	38,81
17	1475	1680	1631	n.v.t.	2	1	37,34
18	2100	1750	1680	n.v.t.	2	1	35,55
19	850	1778	1750	n.v.t.	2	1	34,08
20	1475	1828	1778	n.v.t.	2	1	32,91
21	1475	1877	1828	n.v.t.	2	1	31,44
22	2950	1975	1877	n.v.t.	2	1	29,23
23	2950	2073	1975	n.v.t.	2	1	26,28
24	2800	2167	2073	n.v.t.	2	1	23,40
25	2750	2258	2167	n.v.t.	2	1	20,63
26	2750	2350	2258	n.v.t.	2	1	17,88
27	2750	2442	2350	n.v.t.	2	1	15,13
28	2750	2533	2442	n.v.t.	2	1	12,38
29	2750	2625	2533	n.v.t.	2	1	9,63
30	2750	2717	2625	n.v.t.	2	1	6,88
31	2750	2808	2717	n.v.t.	2	1	4,13
32	2750	2900	2808	n.v.t.	2	1	1,38
	72000				33	32	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	510	18,0	27794	218,18	8,40E+08	173,89	3,30E+06
2	559	18,0	30574	240,01	1,12E+09	191,26	4,00E+06
3	648	18,0	35597	279,44	1,76E+09	222,65	5,45E+06
4	746	18,0	41158	323,09	2,73E+09	257,41	7,31E+06
5	814	20,0	49899	391,71	3,94E+09	280,87	9,67E+06
6	863	20,0	52988	415,96	4,71E+09	298,25	1,09E+07
7	943	20,0	57962	455,00	6,17E+09	326,23	1,31E+07
8	1041	20,0	64141	503,51	8,36E+09	360,99	1,61E+07
9	1128	22,0	76464	600,24	1,17E+10	391,23	2,07E+07
10	1178	22,0	79862	626,92	1,33E+10	408,60	2,26E+07
11	1238	22,0	84009	659,47	1,55E+10	429,81	2,51E+07
12	1336	25,0	102953	808,18	2,21E+10	463,53	3,31E+07
13	1434	25,0	110676	868,80	2,75E+10	498,29	3,83E+07
14	1492	25,0	115192	904,26	3,10E+10	518,62	4,15E+07
15	1541	25,0	119053	934,57	3,42E+10	536,00	4,44E+07
16	1606	28,0	138830	1089,82	4,32E+10	558,08	5,38E+07
17	1655	28,0	143155	1123,77	4,74E+10	575,46	5,73E+07
18	1715	28,0	148396	1164,91	5,28E+10	596,53	6,16E+07
19	1764	28,0	152721	1198,86	5,76E+10	613,91	6,53E+07
20	1803	28,0	156130	1225,62	6,15E+10	627,61	6,82E+07
21	1852	28,0	160455	1259,57	6,68E+10	644,99	7,21E+07
22	1926	30,0	178678	1402,62	8,03E+10	670,36	8,34E+07
23	2024	30,0	187946	1475,37	9,34E+10	705,12	9,23E+07
24	2120	30,0	196978	1546,28	1,08E+11	739,00	1,01E+08
25	2213	30,0	205696	1614,71	1,22E+11	771,70	1,11E+08
26	2304	32,0	228423	1793,12	1,47E+11	803,41	1,28E+08
27	2396	32,0	237638	1865,46	1,66E+11	835,82	1,39E+08
28	2488	32,0	246854	1937,80	1,86E+11	868,22	1,50E+08
29	2579	32,0	256069	2010,14	2,08E+11	900,63	1,61E+08
30	2671	32,0	265284	2082,48	2,31E+11	933,04	1,73E+08
31	2763	32,0	274500	2154,82	2,56E+11	965,44	1,85E+08
32	2854	32,0	283715	2227,16	2,82E+11	997,85	1,98E+08

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	72000	1 -- 2	1	570	2,78E+04	8,40E+08
2	71430	2 -- 3	2	2380	3,06E+04	1,12E+09
3	69050	3 -- 4	3	2950	3,56E+04	1,76E+09
4	66100	4 -- 5	4	2950	4,12E+04	2,73E+09
5	63150	5 -- 6	5	1150	4,99E+04	3,94E+09
6	62000	6 -- 7	6	1800	5,30E+04	4,71E+09
7	60200	7 -- 8	7	2950	5,80E+04	6,17E+09
8	57250	8 -- 9	8	2950	6,41E+04	8,36E+09
9	54300	9 -- 10	9	2300	7,65E+04	1,17E+10
10	52000	10 -- 11	10	650	7,99E+04	1,33E+10
11	51350	11 -- 12	11	2950	8,40E+04	1,55E+10
12	48400	12 -- 13	12	2950	1,03E+05	2,21E+10
13	45450	13 -- 14	13	2950	1,11E+05	2,75E+10
14	42500	14 -- 15	14	500	1,15E+05	3,10E+10
15	42000	15 -- 16	15	2450	1,19E+05	3,42E+10
16	39550	16 -- 17	16	1475	1,39E+05	4,32E+10
17	38075	17 -- 18	17	1475	1,43E+05	4,74E+10
18	36600	18 -- 19	18	2100	1,48E+05	5,28E+10
19	34500	19 -- 20	19	850	1,53E+05	5,76E+10
20	33650	20 -- 21	20	1475	1,56E+05	6,15E+10
21	32175	21 -- 22	21	1475	1,60E+05	6,68E+10
22	30700	22 -- 23	22	2950	1,79E+05	8,03E+10
23	27750	23 -- 24	23	2950	1,88E+05	9,34E+10
24	24800	24 -- 25	24	2800	1,97E+05	1,08E+11
25	22000	25 -- 26	25	2750	2,06E+05	1,22E+11
26	19250	26 -- 27	26	2750	2,28E+05	1,47E+11
27	16500	27 -- 28	27	2750	2,38E+05	1,66E+11
28	13750	28 -- 29	28	2750	2,47E+05	1,86E+11
29	11000	29 -- 30	29	2750	2,56E+05	2,08E+11
30	8250	30 -- 31	30	2750	2,65E+05	2,31E+11
31	5500	31 -- 32	31	2750	2,74E+05	2,56E+11
32	2750	32 -- 33	32	2750	2,84E+05	2,82E+11
33	0					

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0

Seizoensfactor C_{season} = 1,0

Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

Veiligheidsklaae 2

Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3

z_0 = 0,200 m

z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$

$c_r(z) = c_r(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7 * I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	71,72	0,21	1,23	33,25	0,17	1513
2	70,24	0,21	1,23	33,13	0,17	1506
3	67,58	0,21	1,22	32,91	0,17	1491
4	64,63	0,21	1,21	32,66	0,17	1475
5	62,58	0,21	1,20	32,48	0,17	1463
6	61,10	0,21	1,20	32,34	0,17	1454
7	58,73	0,21	1,19	32,12	0,18	1439
8	55,78	0,21	1,18	31,83	0,18	1420
9	53,15	0,21	1,17	31,56	0,18	1403
10	51,68	0,21	1,16	31,40	0,18	1393
11	49,88	0,21	1,16	31,20	0,18	1380
12	46,93	0,21	1,14	30,85	0,18	1358
13	43,98	0,21	1,13	30,49	0,19	1335
14	42,25	0,21	1,12	30,26	0,19	1321
15	40,78	0,21	1,11	30,06	0,19	1308
16	38,81	0,21	1,10	29,78	0,19	1291
17	37,34	0,21	1,09	29,56	0,19	1277
18	35,55	0,21	1,08	29,28	0,19	1260
19	34,08	0,21	1,08	29,04	0,19	1246
20	32,91	0,21	1,07	28,85	0,20	1234
21	31,44	0,21	1,06	28,59	0,20	1218
22	29,23	0,21	1,04	28,18	0,20	1193
23	26,28	0,21	1,02	27,57	0,20	1157
24	23,40	0,21	1,00	26,92	0,21	1119
25	20,63	0,21	0,97	26,21	0,22	1077
26	17,88	0,21	0,94	25,40	0,22	1031
27	15,13	0,21	0,91	24,45	0,23	978
28	12,38	0,21	0,86	23,32	0,24	917
29	9,63	0,21	0,81	21,90	0,26	841
30	6,88	0,21	0,74	20,00	0,28	744
31	4,13	0,21	0,63	17,11	0,33	606
32	1,38	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1329	400	0,40	0,00	2,81E-02	1141,04
2	2 -- 3	6069	4081	5,81	0,61	2,81E-02	1125,01
3	3 -- 4	8686		11,88	21,66	2,80E-02	1058,13
4	4 -- 5	9974		20,57	69,52	2,77E-02	975,85
5	5 -- 6	4677		30,54	144,90	2,71E-02	894,88
6	6 -- 7	7757	33303	68,52	182,70	2,69E-02	863,79
7	7 -- 8	13865		76,28	313,02	2,65E-02	815,71
8	8 -- 9	15296		90,14	558,49	2,55E-02	738,94
9	9 -- 10	14151		105,44	846,97	2,43E-02	665,37
10	10 -- 11	4172	33936	153,52	1105,75	2,34E-02	610,45
11	11 -- 12	19897		157,70	1206,90	2,31E-02	595,33
12	12 -- 13	24284	7049	184,64	1701,45	2,18E-02	528,92
13	13 -- 14	26072		208,93	2281,97	2,06E-02	466,32
14	14 -- 15	4596		235,00	2936,76	1,92E-02	407,56
15	15 -- 16	23264	34631	274,23	3055,41	1,90E-02	398,00
16	16 -- 17	16296		297,49	3755,76	1,78E-02	352,83
17	17 -- 18	16797		313,79	4206,58	1,72E-02	326,99
18	18 -- 19	24778		330,58	4681,80	1,65E-02	302,11
19	19 -- 20	10318	8716	364,08	5402,04	1,56E-02	268,36
20	20 -- 21	18299		374,40	5715,89	1,52E-02	255,29
21	21 -- 22	18800		392,69	6281,62	1,45E-02	233,38
22	22 -- 23	41820		411,49	6874,71	1,38E-02	212,49
23	23 -- 24	43966		453,31	8150,31	1,25E-02	173,63
24	24 -- 25	43716	33268	530,55	9552,44	1,12E-02	138,67
25	25 -- 26	44817		574,26	11099,17	9,89E-03	109,14
26	26 -- 27	49723		619,08	12740,02	8,62E-03	83,65
27	27 -- 28	51713		668,80	14510,87	7,41E-03	61,58
28	28 -- 29	53702		720,52	16421,18	6,19E-03	42,84
29	29 -- 30	55691		774,22	18476,45	4,96E-03	27,48
30	30 -- 31	57681		829,91	20682,13	3,73E-03	15,49
31	31 -- 32	59670		887,59	23043,69	2,49E-03	6,91
32	32 -- 33	61660		947,26	25566,61	1,25E-03	1,74
33			47422	1056,34	28256,37	0,00E+00	0,00

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_t : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	132,9	40,0	1,141	1925,07	222,705
2	2 -- 3	606,9	408,1	1,125	11003,41	1239,714
3	3 -- 4	868,6		1,058	8665,72	898,366
4	4 -- 5	997,4		0,976	9151,80	872,611
5	5 -- 6	467,7		0,895	4034,63	361,652
6	6 -- 7	775,7	3330,3	0,864	34610,91	3031,903
7	7 -- 8	1386,5		0,816	10572,89	837,770
8	8 -- 9	1529,6		0,739	10535,99	754,114
9	9 -- 10	1415,1		0,665	8855,33	575,832
10	10 -- 11	417,2	3393,6	0,610	22790,38	1416,293
11	11 -- 12	1989,7		0,595	10972,08	628,714
12	12 -- 13	2428,4	704,9	0,529	15512,20	798,540
13	13 -- 14	2607,2		0,466	11175,53	497,760
14	14 -- 15	459,6		0,408	1816,10	74,565
15	15 -- 16	2326,4	3463,1	0,398	22088,94	876,440
16	16 -- 17	1629,6		0,353	5433,90	188,279
17	17 -- 18	1679,7		0,327	5182,99	166,186
18	18 -- 19	2477,8		0,302	6933,32	201,593
19	19 -- 20	1031,8	871,6	0,268	4944,87	133,507
20	20 -- 21	1829,9		0,255	4386,17	109,245
21	21 -- 22	1880,0		0,233	4111,57	93,438
22	22 -- 23	4182,0		0,212	7920,43	155,875
23	23 -- 24	4396,6		0,174	6734,86	107,202
24	24 -- 25	4371,6	3326,8	0,139	9839,19	131,084
25	25 -- 26	4481,7		0,109	4238,01	41,643
26	26 -- 27	4972,3		0,084	3541,94	26,217
27	27 -- 28	5171,3		0,062	2648,62	14,096
28	28 -- 29	5370,2		0,043	1852,28	6,639
29	29 -- 30	5569,1		0,027	1173,77	2,571
30	30 -- 31	5768,1		0,015	633,86	0,724
31	31 -- 32	5967,0		0,007	253,28	0,112
32	32 -- 33	6166,0		0,002	52,71	0,005
33			4742,2	0,000	0,00	0,000
				Som	253593	14465

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	0,67	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	$\phi_i^2 * (s)$	$\phi_i^2 *(s)*m$	$\phi_i * (s)$
1 -- 2	1019	0,993	0,570	0,56	572,92	0,57
2 -- 3	255	0,957	2,380	2,18	555,43	2,28
3 -- 4	294	0,891	2,950	2,34	690,00	2,63
4 -- 5	338	0,820	2,950	1,98	670,22	2,42
5 -- 6	3303	0,771	1,150	0,68	2255,63	0,89
6 -- 7	431	0,736	1,800	0,97	420,15	1,32
7 -- 8	470	0,681	2,950	1,37	643,46	2,01
8 -- 9	519	0,615	2,950	1,12	579,21	1,82
9 -- 10	2091	0,559	2,300	0,72	1502,93	1,29
10 -- 11	642	0,528	0,650	0,18	116,49	0,34
11 -- 12	913	0,493	2,950	0,72	653,98	1,45
12 -- 13	823	0,436	2,950	0,56	461,86	1,29
13 -- 14	884	0,383	2,950	0,43	382,31	1,13
14 -- 15	7845	0,353	0,500	0,06	488,78	0,18
15 -- 16	950	0,329	2,450	0,27	251,83	0,81
16 -- 17	1105	0,298	1,475	0,13	144,61	0,44
17 -- 18	1139	0,276	1,475	0,11	127,64	0,41
18 -- 19	1595	0,250	2,100	0,13	209,30	0,52
19 -- 20	1214	0,229	0,850	0,04	54,33	0,20
20 -- 21	1241	0,214	1,475	0,07	83,91	0,32
21 -- 22	1275	0,195	1,475	0,06	71,77	0,29
22 -- 23	1418	0,169	2,950	0,08	119,72	0,50
23 -- 24	2618	0,137	2,950	0,06	144,64	0,40
24 -- 25	1561	0,109	2,800	0,03	51,55	0,30
25 -- 26	1630	0,084	2,750	0,02	31,98	0,23
26 -- 27	1808	0,064	2,750	0,01	20,14	0,18
27 -- 28	1880	0,046	2,750	0,01	10,83	0,13
28 -- 29	1953	0,031	2,750	0,00	5,10	0,08
29 -- 30	2025	0,019	2,750	0,00	1,97	0,05
30 -- 31	2097	0,010	2,750	0,00	0,56	0,03
31 -- 32	2170	0,004	2,750	0,00	0,09	0,01
32 -- 33	3967	0,001	2,750	0,00	0,01	0,00
		Σ	72,00	14,90	11323,32	24,49

m_e = 11323,3 / 14,9 = 759,8 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor $c_s c_d$

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$c_s c_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$

$n = n_{1,x}$ =	0,67	Hz
b =	1,70	m
h =	72,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	43,20	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	121,55	

$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$

B^2 = 0,53

δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s) / (2*n_1*m_e)$ =	0,077	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,089	
$v_m(z_s)$ =	30,39	m/s
$v_m(z)$ =	33,27	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,19	

$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3}$ = 0,07

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	2,43	
$c_y = c_z$ =	11,5	
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,43	
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	18,16	
G_y =	0,5	
G_z =	0,28	

$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$

$K_s(n)$ =	0,16	
R^2 =	0,67	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,50	Hz

$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\}$ = 3,55

$c_s c_d$ = **1,06**

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_f

$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_f
1	49,21	1,67E+06	0,80	0,82	0,66
2	49,08	1,83E+06	0,80	0,82	0,66
3	48,84	2,11E+06	0,80	0,82	0,65
4	48,57	2,42E+06	0,80	0,82	0,65
5	48,37	2,63E+06	0,80	0,82	0,65
6	48,23	2,78E+06	0,80	0,82	0,65
7	47,99	3,02E+06	0,80	0,82	0,65
8	47,67	3,31E+06	0,80	0,82	0,65
9	47,38	3,56E+06	0,79	0,82	0,65
10	47,20	3,71E+06	0,79	0,82	0,65
11	46,99	3,88E+06	0,79	0,82	0,65
12	46,61	4,15E+06	0,79	0,82	0,65
13	46,21	4,42E+06	0,79	0,82	0,65
14	45,97	4,57E+06	0,79	0,82	0,65
15	45,75	4,70E+06	0,79	0,82	0,65
16	45,44	4,87E+06	0,79	0,82	0,65
17	45,21	4,99E+06	0,79	0,82	0,65
18	44,90	5,13E+06	0,79	0,82	0,64
19	44,64	5,25E+06	0,79	0,82	0,64
20	44,43	5,34E+06	0,79	0,82	0,64
21	44,14	5,45E+06	0,79	0,82	0,64
22	43,69	5,61E+06	0,79	0,82	0,64
23	43,03	5,81E+06	0,79	0,82	0,64
24	42,31	5,98E+06	0,78	0,82	0,64
25	41,52	6,12E+06	0,78	0,82	0,64
26	40,62	6,24E+06	0,78	0,82	0,64
27	39,57	6,32E+06	0,78	0,82	0,64
28	38,29	6,35E+06	0,78	0,82	0,64
29	36,69	6,31E+06	0,78	0,82	0,63
30	34,51	6,14E+06	0,77	0,82	0,63
31	31,14	5,73E+06	0,77	0,82	0,63
32	30,93	5,89E+06	0,77	0,82	0,63

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	71,43	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 V10.0 (18 - 11 - 2013) Appendix - AE, AE1 en AE2		
1e traverse - 380C1F1	62,00	1			
2e traverse - 380C1F2	52,00	1			
3e traverse - 380C1F3	42,00	1			
Retourstroomgeleider	34,50	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	71,43	0,760
1e traverse - 380C1F1	62,00	0,000
2e traverse - 380C1F2	52,00	0,000
3e traverse - 380C1F3	42,00	0,000
Retourstroomgeleider	34,50	2,075

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	71,43	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	62,00	1			
2e traverse - 380C1F2	52,00	1			
3e traverse - 380C1F3	42,00	1			
Retourstroomgeleider	34,50	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1244	86	1329	0,190	0,068	417	0,731
2	5712	357	6069	0,871	0,286	1852	0,778
3	8243	443	8686	1,249	0,354	2542	0,862
4	9531	443	9974	1,436	0,354	2807	0,952
5	4505	173	4677	0,610	0,138	1164	1,012
6	7487	270	7757	1,012	0,216	1899	1,055
7	13423	443	13865	1,809	0,354	3312	1,123
8	14853	443	15296	1,995	0,354	3549	1,203
9	13806	345	14151	1,685	0,276	2926	1,272
10	4075	98	4172	0,497	0,078	851	1,309
11	19454	443	19897	2,367	0,354	3993	1,354
12	23841	443	24284	2,552	0,354	4197	1,423
13	25630	443	26072	2,737	0,354	4388	1,487
14	4521	75	4596	0,482	0,060	761	1,523
15	22897	368	23264	2,439	0,294	3802	1,552
16	16075	221	16296	1,529	0,177	2343	1,588
17	16576	221	16797	1,575	0,177	2381	1,614
18	24463	315	24778	2,322	0,252	3450	1,643
19	10190	128	10318	0,966	0,102	1415	1,665
20	18078	221	18299	1,713	0,177	2479	1,681
21	18579	221	18800	1,758	0,177	2507	1,700
22	41377	443	41820	3,653	0,354	5084	1,724
23	43524	443	43966	3,834	0,354	5155	1,747
24	43296	420	43716	3,806	0,336	4928	1,760
25	44405	413	44817	3,895	0,330	4841	1,760
26	49311	413	49723	4,049	0,330	4803	1,747
27	51300	413	51713	4,202	0,330	4716	1,715
28	53290	413	53702	4,352	0,330	4564	1,660
29	55279	413	55691	4,497	0,330	4319	1,571
30	57268	413	57681	4,636	0,330	3932	1,430
31	59258	413	59670	4,758	0,330	3280	1,193
32	61247	413	61660	4,913	0,330	3335	1,213
	842737	10800	853537	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	82564

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	2798	480	480	480	480
2	2 -- 3	3060	4801	5444	21108	7143
3	3 -- 4	3533				
4	4 -- 5	4057				
5	5 -- 6	4880				
6	6 -- 7	5171	39118	43647	70668	49933
7	7 -- 8	5640				
8	8 -- 9	6222				
9	9 -- 10	7383				
10	10 -- 11	7703	39865	44242	71385	50511
11	11 -- 12	8094				
12	12 -- 13	9878	8459	8459	8459	8459
13	13 -- 14	10606				
14	14 -- 15	11031				
15	15 -- 16	11395	40692	44848	72139	51097
16	16 -- 17	13258				
17	17 -- 18	13665				
18	18 -- 19	14159				
19	19 -- 20	14566	10231	11378	43027	14749
20	20 -- 21	14887				
21	21 -- 22	15295				
22	22 -- 23	17011				
23	23 -- 24	17884				
24	24 -- 25	18735	39921	39921	39921	39921
25	25 -- 26	19557				
26	26 -- 27	21697				
27	27 -- 28	22566				
28	28 -- 29	23434				
29	29 -- 30	24302				
30	30 -- 31	25170				
31	31 -- 32	26038				
32	32 -- 33	26906				
33			56906	56906	56906	56906

KEMA rapport - bijlage AE - windhoek 90 graden

eg flenzen+ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : rond 3540 / 2200 , t = 100 mm ; G = 4742 kg
Flenzen op 24,8m : 2 * rond 2073 / 1540 , t = 140 mm ; G = 3325 kg
Flenzen op 48,4m : 2 * rond 1287 / 970 , t = 80 mm ; G = 705 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg
Bevestigingsringen op 62m : 2 * rond 1103 / 833 , t = 20 mm ; G = 129 kg
Bevestigingsringen op 52m : 2 * rond 1437 / 1167 , t = 20 mm ; G = 173 kg
Bevestigingsringen op 42m : 2 * rond 1770 / 1500 , t = 20 mm ; G = 218 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	731				
2	2 -- 3	778	30650	18038	49333	19196
3	3 -- 4	862				
4	4 -- 5	952				
5	5 -- 6	1012				
6	6 -- 7	1055	191970	135136	195220	131715
7	7 -- 8	1123				
8	8 -- 9	1203				
9	9 -- 10	1272				
10	10 -- 11	1309	184469	134302	192463	130951
11	11 -- 12	1354				
12	12 -- 13	1423				
13	13 -- 14	1487				
14	14 -- 15	1523				
15	15 -- 16	1552	175290	133303	189161	130033
16	16 -- 17	1588				
17	17 -- 18	1614				
18	18 -- 19	1643				
19	19 -- 20	1665	50824	35573	92867	38231
20	20 -- 21	1681				
21	21 -- 22	1700				
22	22 -- 23	1724				
23	23 -- 24	1747				
24	24 -- 25	1760				
25	25 -- 26	1760				
26	26 -- 27	1747				
27	27 -- 28	1715				
28	28 -- 29	1660				
29	29 -- 30	1571				
30	30 -- 31	1430				
31	31 -- 32	1193				
32	32 -- 33	1213				
33		0				

KEMA rapport - bijlage AE2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1169				
2	2 -- 3	1245	41614	21602	65356	23766
3	3 -- 4	1379				
4	4 -- 5	1523				
5	5 -- 6	1620				
6	6 -- 7	1688	255309	158718	248175	159251
7	7 -- 8	1796				
8	8 -- 9	1925				
9	9 -- 10	2035				
10	10 -- 11	2095	244211	157378	243996	158046
11	11 -- 12	2166				
12	12 -- 13	2276				
13	13 -- 14	2380				
14	14 -- 15	2437				
15	15 -- 16	2483	230520	155774	238980	156599
16	16 -- 17	2541				
17	17 -- 18	2582				
18	18 -- 19	2629				
19	19 -- 20	2664	67624	41989	122013	46841
20	20 -- 21	2689				
21	21 -- 22	2719				
22	22 -- 23	2758				
23	23 -- 24	2796				
24	24 -- 25	2816				
25	25 -- 26	2817				
26	26 -- 27	2795				
27	27 -- 28	2744				
28	28 -- 29	2655				
29	29 -- 30	2513				
30	30 -- 31	2288				
31	31 -- 32	1908				
32	32 -- 33	1940				
33		0				

KEMA rapport - bijlage O - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,6)

4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	417		0	0,00E+00	4,15E-03	158
2	2 -- 3	1852		417	1,32E+05	4,15E-03	156
3	3 -- 4	2542		2269	3,44E+06	4,13E-03	146
4	4 -- 5	2807		4811	1,41E+07	4,07E-03	134
5	5 -- 6	1164		7618	3,28E+07	3,95E-03	122
6	6 -- 7	1899		8782	4,26E+07	3,90E-03	117
7	7 -- 8	3312		10682	6,06E+07	3,81E-03	110
8	8 -- 9	3549		13993	9,80E+07	3,63E-03	99
9	9 -- 10	2926		17543	1,46E+08	3,43E-03	89
10	10 -- 11	851		20468	1,90E+08	3,27E-03	81
11	11 -- 12	3993		21319	2,04E+08	3,23E-03	79
12	12 -- 13	4197		25312	2,75E+08	3,01E-03	70
13	13 -- 14	4388		29510	3,57E+08	2,81E-03	61
14	14 -- 15	761		33897	4,53E+08	2,61E-03	53
15	15 -- 16	3802		34659	4,70E+08	2,57E-03	52
16	16 -- 17	2343		38461	5,62E+08	2,39E-03	46
17	17 -- 18	2381		40804	6,21E+08	2,30E-03	42
18	18 -- 19	3450		43184	6,84E+08	2,20E-03	39
19	19 -- 20	1415		46634	7,80E+08	2,06E-03	35
20	20 -- 21	2479		48049	8,21E+08	2,01E-03	33
21	21 -- 22	2507		50529	8,95E+08	1,91E-03	30
22	22 -- 23	5084		53035	9,72E+08	1,81E-03	27
23	23 -- 24	5155		58120	1,14E+09	1,63E-03	22
24	24 -- 25	4928		63275	1,32E+09	1,44E-03	18
25	25 -- 26	4841		68203	1,51E+09	1,27E-03	14
26	26 -- 27	4803		73044	1,70E+09	1,10E-03	10
27	27 -- 28	4716		77848	1,91E+09	9,36E-04	8
28	28 -- 29	4564		82564	2,13E+09	7,77E-04	5
29	29 -- 30	4319		87127	2,37E+09	6,18E-04	3
30	30 -- 31	3932		91447	2,62E+09	4,61E-04	2
31	31 -- 32	3280		95379	2,87E+09	3,06E-04	1
32	32 -- 33	3335		98658	3,14E+09	1,52E-04	0
33		0		101993	3,42E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	5,37E-02	1976
2	2 -- 3		30650	205308	1,75E+05	5,37E-02	1945
3	3 -- 4			1692823	7,46E+07	5,33E-02	1818
4	4 -- 5			4844842	1,68E+08	5,24E-02	1662
5	5 -- 6			9432813	2,63E+08	5,13E-02	1509
6	6 -- 7		191970	13577691	3,02E+08	5,09E-02	1450
7	7 -- 8			20386070	7,10E+08	5,00E-02	1359
8	8 -- 9			33162907	1,38E+09	4,76E-02	1215
9	9 -- 10			47299305	2,05E+09	4,47E-02	1078
10	10 -- 11		184469	62643287	2,58E+09	4,26E-02	978
11	11 -- 12			66900508	2,85E+09	4,19E-02	950
12	12 -- 13			88569128	4,07E+09	3,88E-02	831
13	13 -- 14			111231470	5,29E+09	3,58E-02	721
14	14 -- 15			134680330	6,52E+09	3,28E-02	619
15	15 -- 16		175290	139249788	6,72E+09	3,23E-02	603
16	16 -- 17			161547522	8,17E+09	2,98E-02	527
17	17 -- 18			174800078	9,05E+09	2,84E-02	484
18	18 -- 19			188091199	9,92E+09	2,70E-02	443
19	19 -- 20		50824	207713331	1,12E+10	2,50E-02	389
20	20 -- 21			215417184	1,17E+10	2,42E-02	368
21	21 -- 22			228818209	1,27E+10	2,28E-02	333
22	22 -- 23			242034136	1,36E+10	2,14E-02	300
23	23 -- 24			268598478	1,55E+10	1,89E-02	241
24	24 -- 25			295824456	1,74E+10	1,64E-02	189
25	25 -- 26			320041906	1,92E+10	1,41E-02	146
26	26 -- 27			341984810	2,10E+10	1,20E-02	110
27	27 -- 28			361990233	2,27E+10	1,01E-02	80
28	28 -- 29			379834698	2,45E+10	8,19E-03	54
29	29 -- 30			395186304	2,62E+10	6,41E-03	34
30	30 -- 31			407713786	2,80E+10	4,70E-03	19
31	31 -- 32			417086373	2,97E+10	3,07E-03	8
32	32 -- 33			422973673	3,15E+10	1,50E-03	2
33				425142974	3,32E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,72E-02	1391
2	2 -- 3		18038	18038	1,21E+05	3,72E-02	1370
3	3 -- 4			18038	4,41E+07	3,70E-02	1282
4	4 -- 5			18038	9,95E+07	3,64E-02	1173
5	5 -- 6			18038	1,56E+08	3,57E-02	1067
6	6 -- 7		135136	153173	1,79E+08	3,55E-02	1026
7	7 -- 8			153173	4,60E+08	3,49E-02	962
8	8 -- 9			153173	9,21E+08	3,34E-02	861
9	9 -- 10			153173	1,38E+09	3,14E-02	766
10	10 -- 11		134302	287475	1,75E+09	3,00E-02	695
11	11 -- 12			287475	1,94E+09	2,96E-02	676
12	12 -- 13			287475	2,80E+09	2,74E-02	591
13	13 -- 14			287475	3,66E+09	2,54E-02	513
14	14 -- 15			287475	4,53E+09	2,33E-02	441
15	15 -- 16		133303	420778	4,67E+09	2,29E-02	430
16	16 -- 17			420778	5,72E+09	2,12E-02	376
17	17 -- 18			420778	6,35E+09	2,02E-02	345
18	18 -- 19			420778	6,98E+09	1,92E-02	316
19	19 -- 20		35573	456351	7,88E+09	1,78E-02	277
20	20 -- 21			456351	8,27E+09	1,72E-02	262
21	21 -- 22			456351	8,95E+09	1,62E-02	238
22	22 -- 23			456351	9,64E+09	1,53E-02	214
23	23 -- 24			456351	1,10E+10	1,35E-02	172
24	24 -- 25			456351	1,24E+10	1,17E-02	135
25	25 -- 26			456351	1,37E+10	1,01E-02	104
26	26 -- 27			456351	1,49E+10	8,57E-03	79
27	27 -- 28			456351	1,62E+10	7,19E-03	57
28	28 -- 29			456351	1,75E+10	5,86E-03	39
29	29 -- 30			456351	1,87E+10	4,58E-03	25
30	30 -- 31			456351	2,00E+10	3,36E-03	14
31	31 -- 32			456351	2,13E+10	2,19E-03	6
32	32 -- 33			456351	2,25E+10	1,07E-03	1
33				456351	2,38E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	6,19E-02	2217
2	2 -- 3		49333	49333	2,02E+05	6,19E-02	2182
3	3 -- 4			49333	1,19E+08	6,14E-02	2035
4	4 -- 5			49333	2,68E+08	5,98E-02	1856
5	5 -- 6			49333	4,19E+08	5,81E-02	1682
6	6 -- 7		195220	244553	4,80E+08	5,74E-02	1616
7	7 -- 8			244553	9,28E+08	5,62E-02	1513
8	8 -- 9			244553	1,66E+09	5,32E-02	1352
9	9 -- 10			244553	2,40E+09	4,98E-02	1199
10	10 -- 11		192463	437016	2,98E+09	4,73E-02	1087
11	11 -- 12			437016	3,27E+09	4,66E-02	1057
12	12 -- 13			437016	4,58E+09	4,31E-02	924
13	13 -- 14			437016	5,90E+09	3,97E-02	802
14	14 -- 15			437016	7,21E+09	3,64E-02	690
15	15 -- 16		189161	626177	7,44E+09	3,58E-02	672
16	16 -- 17			626177	8,99E+09	3,30E-02	587
17	17 -- 18			626177	9,93E+09	3,15E-02	540
18	18 -- 19			626177	1,09E+10	3,00E-02	494
19	19 -- 20		92867	719044	1,22E+10	2,78E-02	434
20	20 -- 21			719044	1,28E+10	2,69E-02	410
21	21 -- 22			719044	1,39E+10	2,54E-02	372
22	22 -- 23			719044	1,50E+10	2,38E-02	335
23	23 -- 24			719044	1,71E+10	2,10E-02	269
24	24 -- 25			719044	1,93E+10	1,83E-02	211
25	25 -- 26			719044	2,13E+10	1,58E-02	163
26	26 -- 27			719044	2,33E+10	1,34E-02	123
27	27 -- 28			719044	2,53E+10	1,12E-02	89
28	28 -- 29			719044	2,73E+10	9,17E-03	61
29	29 -- 30			719044	2,93E+10	7,18E-03	39
30	30 -- 31			719044	3,13E+10	5,27E-03	21
31	31 -- 32			719044	3,33E+10	3,44E-03	9
32	32 -- 33			719044	3,53E+10	1,68E-03	2
33				719044	3,73E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,68E-02	1372
2	2 -- 3		19196	19196	1,20E+05	3,68E-02	1351
3	3 -- 4			19196	4,68E+07	3,66E-02	1263
4	4 -- 5			19196	1,06E+08	3,60E-02	1156
5	5 -- 6			19196	1,65E+08	3,53E-02	1051
6	6 -- 7		131715	150911	1,90E+08	3,51E-02	1011
7	7 -- 8			150911	4,67E+08	3,45E-02	948
8	8 -- 9			150911	9,21E+08	3,29E-02	848
9	9 -- 10			150911	1,38E+09	3,10E-02	754
10	10 -- 11		130951	281862	1,73E+09	2,95E-02	684
11	11 -- 12			281862	1,92E+09	2,91E-02	665
12	12 -- 13			281862	2,77E+09	2,70E-02	582
13	13 -- 14			281862	3,61E+09	2,50E-02	505
14	14 -- 15			281862	4,46E+09	2,29E-02	435
15	15 -- 16		130033	411895	4,60E+09	2,26E-02	423
16	16 -- 17			411895	5,63E+09	2,08E-02	370
17	17 -- 18			411895	6,25E+09	1,99E-02	340
18	18 -- 19			411895	6,86E+09	1,89E-02	311
19	19 -- 20		38231	450126	7,74E+09	1,75E-02	273
20	20 -- 21			450126	8,13E+09	1,70E-02	258
21	21 -- 22			450126	8,80E+09	1,60E-02	234
22	22 -- 23			450126	9,48E+09	1,50E-02	211
23	23 -- 24			450126	1,08E+10	1,33E-02	169
24	24 -- 25			450126	1,22E+10	1,15E-02	133
25	25 -- 26			450126	1,34E+10	9,94E-03	103
26	26 -- 27			450126	1,47E+10	8,44E-03	77
27	27 -- 28			450126	1,60E+10	7,08E-03	56
28	28 -- 29			450126	1,72E+10	5,77E-03	38
29	29 -- 30			450126	1,85E+10	4,52E-03	24
30	30 -- 31			450126	1,97E+10	3,31E-03	13
31	31 -- 32			450126	2,09E+10	2,16E-03	6
32	32 -- 33			450126	2,22E+10	1,06E-03	1
33				450126	2,34E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	1,35E-04	2
2	2 -- 3				3,10E+06	1,35E-04	2
3	3 -- 4				3,10E+06	1,03E-04	2
4	4 -- 5				3,10E+06	7,86E-05	2
5	5 -- 6				3,10E+06	6,26E-05	1
6	6 -- 7				3,10E+06	5,83E-05	1
7	7 -- 8				3,10E+06	5,27E-05	1
8	8 -- 9				3,10E+06	4,56E-05	1
9	9 -- 10				3,10E+06	4,04E-05	1
10	10 -- 11				3,10E+06	3,75E-05	1
11	11 -- 12				3,10E+06	3,68E-05	1
12	12 -- 13				3,10E+06	3,40E-05	1
13	13 -- 14				3,10E+06	3,20E-05	1
14	14 -- 15				3,10E+06	3,04E-05	1
15	15 -- 16				3,10E+06	3,02E-05	1
16	16 -- 17				3,10E+06	2,91E-05	0
17	17 -- 18				3,10E+06	2,86E-05	0
18	18 -- 19				3,10E+06	2,82E-05	0
19	19 -- 20				2,12E+07	2,76E-05	0
20	20 -- 21				2,12E+07	2,61E-05	0
21	21 -- 22				2,12E+07	2,37E-05	0
22	22 -- 23				2,12E+07	2,14E-05	0
23	23 -- 24				2,12E+07	1,77E-05	0
24	24 -- 25				2,12E+07	1,45E-05	0
25	25 -- 26				2,12E+07	1,19E-05	0
26	26 -- 27				2,12E+07	9,65E-06	0
27	27 -- 28				2,12E+07	7,77E-06	0
28	28 -- 29				2,12E+07	6,09E-06	0
29	29 -- 30				2,12E+07	4,60E-06	0
30	30 -- 31				2,12E+07	3,27E-06	0
31	31 -- 32				2,12E+07	2,07E-06	0
32	32 -- 33				2,12E+07	9,82E-07	0
33					2,12E+07	0,00E+00	0

4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

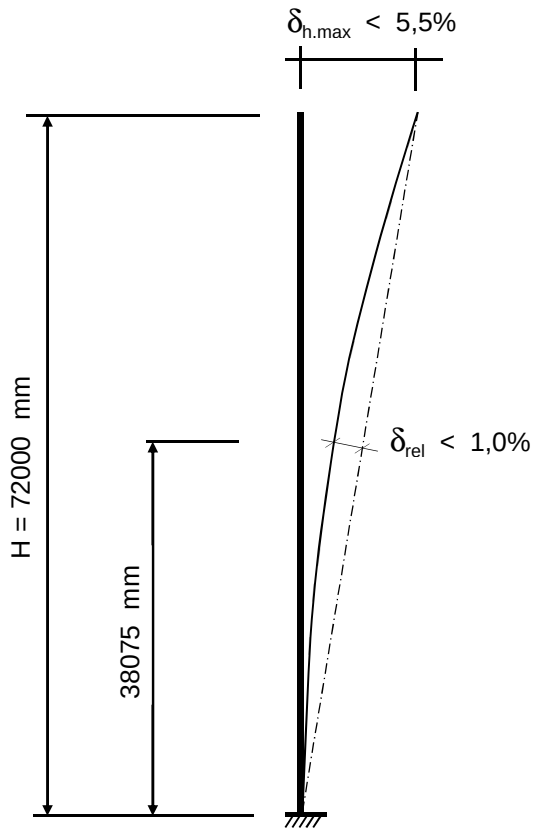
Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:)*

Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,00	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,00	0,30
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,00	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	6,3E-02	2267
2	2 -- 3	6,3E-02	2231
3	3 -- 4	6,3E-02	2081
4	4 -- 5	6,1E-02	1898
5	5 -- 6	5,9E-02	1720
6	6 -- 7	5,9E-02	1652
7	7 -- 8	5,7E-02	1548
8	8 -- 9	5,4E-02	1382
9	9 -- 10	5,1E-02	1227
10	10 -- 11	4,8E-02	1113
11	11 -- 12	4,8E-02	1081
12	12 -- 13	4,4E-02	946
13	13 -- 14	4,1E-02	821
14	14 -- 15	3,7E-02	706
15	15 -- 16	3,7E-02	688
16	16 -- 17	3,4E-02	601
17	17 -- 18	3,2E-02	553
18	18 -- 19	3,1E-02	506
19	19 -- 20	2,8E-02	444
20	20 -- 21	2,8E-02	420
21	21 -- 22	2,6E-02	381
22	22 -- 23	2,4E-02	344
23	23 -- 24	2,2E-02	276
24	24 -- 25	1,9E-02	216
25	25 -- 26	1,6E-02	167
26	26 -- 27	1,4E-02	126
27	27 -- 28	1,2E-02	91
28	28 -- 29	9,4E-03	63
29	29 -- 30	7,4E-03	40
30	30 -- 31	5,4E-03	22
31	31 -- 32	3,5E-03	10
32	32 -- 33	1,7E-03	2
33		0,0E+00	0

)* - Maatgevende belastingcombinatie

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h = 2267 mm ----> δ_h *100 / 72000

Percentage uitbuig. = 3,15 % voldoet , max verpl. < 5,5 %

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop 17 ; Hoogte = 38075 mm
$\delta_{knoop\ x}$ = 553 mm
α = 1,80 graden

δ_{rel} = 646 mm ----> δ_h *100 / 72000

Percentage uitbuig. = 0,90 % voldoet , max verpl. < 1 %

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	625	480	0	0,00E+00	6,52E-03	248
2	2 -- 3	2778	6876	667	1,90E+05	6,52E-03	245
3	3 -- 4	3813	14159	3630	5,30E+06	6,49E-03	229
4	4 -- 5	4211	24582	7697	2,20E+07	6,39E-03	210
5	5 -- 6	1746	36550	12189	5,13E+07	6,21E-03	192
6	6 -- 7	2849	81281	14052	6,64E+07	6,13E-03	184
7	7 -- 8	4967	90589	17091	9,45E+07	5,98E-03	174
8	8 -- 9	5324	107228	22389	1,53E+08	5,70E-03	156
9	9 -- 10	4388	125583	28068	2,27E+08	5,39E-03	140
10	10 -- 11	1277	182429	32749	2,97E+08	5,14E-03	128
11	11 -- 12	5990	187436	34111	3,19E+08	5,07E-03	124
12	12 -- 13	6296	219771	40500	4,29E+08	4,73E-03	110
13	13 -- 14	6582	248912	47215	5,58E+08	4,42E-03	96
14	14 -- 15	1142	280198	54236	7,08E+08	4,10E-03	84
15	15 -- 16	5703	326406	55454	7,35E+08	4,04E-03	82
16	16 -- 17	3514	354323	61538	8,79E+08	3,77E-03	72
17	17 -- 18	3571	373878	65286	9,72E+08	3,62E-03	67
18	18 -- 19	5175	394034	69095	1,07E+09	3,47E-03	62
19	19 -- 20	2123	433999	74615	1,22E+09	3,25E-03	54
20	20 -- 21	3719	446380	76879	1,29E+09	3,16E-03	52
21	21 -- 22	3760	468339	80846	1,40E+09	3,01E-03	47
22	22 -- 23	7627	490899	84857	1,53E+09	2,86E-03	43
23	23 -- 24	7732	541083	92992	1,79E+09	2,57E-03	35
24	24 -- 25	7392	633764	101240	2,07E+09	2,28E-03	28
25	25 -- 26	7262	686222	109125	2,37E+09	2,00E-03	22
26	26 -- 27	7205	740003	116871	2,68E+09	1,73E-03	17
27	27 -- 28	7074	799671	124556	3,01E+09	1,48E-03	12
28	28 -- 29	6846	861726	132102	3,36E+09	1,23E-03	8
29	29 -- 30	6479	926169	139404	3,74E+09	9,77E-04	5
30	30 -- 31	5898	992998	146315	4,13E+09	7,30E-04	3
31	31 -- 32	4919	1062215	152606	4,54E+09	4,84E-04	1
32	32 -- 33	5002	1133819	157853	4,97E+09	2,40E-04	0
33		0	1264717	163189	5,41E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	7,03E-02	2583
2	2 -- 3		41614	41614	0,00E+00	7,03E-02	2543
3	3 -- 4			41614	9,90E+07	6,98E-02	2376
4	4 -- 5			41614	2,22E+08	6,85E-02	2172
5	5 -- 6			41614	3,45E+08	6,70E-02	1972
6	6 -- 7		255309	296923	3,92E+08	6,65E-02	1895
7	7 -- 8			296923	9,27E+08	6,53E-02	1777
8	8 -- 9			296923	1,80E+09	6,22E-02	1588
9	9 -- 10			296923	2,68E+09	5,84E-02	1410
10	10 -- 11		244211	541134	3,36E+09	5,56E-02	1278
11	11 -- 12			541134	3,71E+09	5,48E-02	1242
12	12 -- 13			541134	5,31E+09	5,07E-02	1086
13	13 -- 14			541134	6,91E+09	4,68E-02	942
14	14 -- 15			541134	8,50E+09	4,29E-02	810
15	15 -- 16		230520	771654	8,77E+09	4,22E-02	788
16	16 -- 17			771654	1,07E+10	3,89E-02	689
17	17 -- 18			771654	1,18E+10	3,71E-02	633
18	18 -- 19			771654	1,29E+10	3,53E-02	579
19	19 -- 20		67624	839278	1,46E+10	3,27E-02	508
20	20 -- 21			839278	1,53E+10	3,16E-02	481
21	21 -- 22			839278	1,65E+10	2,98E-02	435
22	22 -- 23			839278	1,77E+10	2,80E-02	393
23	23 -- 24			839278	2,02E+10	2,47E-02	315
24	24 -- 25			839278	2,27E+10	2,14E-02	247
25	25 -- 26			839278	2,51E+10	1,85E-02	191
26	26 -- 27			839278	2,74E+10	1,57E-02	144
27	27 -- 28			839278	2,97E+10	1,32E-02	104
28	28 -- 29			839278	3,20E+10	1,07E-02	71
29	29 -- 30			839278	3,43E+10	8,39E-03	45
30	30 -- 31			839278	3,66E+10	6,15E-03	25
31	31 -- 32			839278	3,89E+10	4,01E-03	11
32	32 -- 33			839278	4,12E+10	1,96E-03	3
33				839278	4,35E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,30E-02	1608
2	2 -- 3		21602	21602	0,00E+00	4,30E-02	1583
3	3 -- 4			21602	5,14E+07	4,27E-02	1481
4	4 -- 5			21602	1,15E+08	4,21E-02	1356
5	5 -- 6			21602	1,79E+08	4,13E-02	1233
6	6 -- 7		158718	180320	2,04E+08	4,10E-02	1186
7	7 -- 8			180320	5,28E+08	4,04E-02	1112
8	8 -- 9			180320	1,06E+09	3,86E-02	996
9	9 -- 10			180320	1,59E+09	3,63E-02	885
10	10 -- 11		157378	337698	2,01E+09	3,46E-02	803
11	11 -- 12			337698	2,23E+09	3,42E-02	781
12	12 -- 13			337698	3,22E+09	3,17E-02	684
13	13 -- 14			337698	4,22E+09	2,93E-02	594
14	14 -- 15			337698	5,22E+09	2,69E-02	510
15	15 -- 16		155774	493472	5,38E+09	2,65E-02	497
16	16 -- 17			493472	6,59E+09	2,45E-02	435
17	17 -- 18			493472	7,32E+09	2,33E-02	399
18	18 -- 19			493472	8,05E+09	2,22E-02	366
19	19 -- 20		41989	535461	9,08E+09	2,06E-02	321
20	20 -- 21			535461	9,54E+09	1,99E-02	304
21	21 -- 22			535461	1,03E+10	1,88E-02	275
22	22 -- 23			535461	1,11E+10	1,77E-02	248
23	23 -- 24			535461	1,27E+10	1,56E-02	199
24	24 -- 25			535461	1,43E+10	1,35E-02	156
25	25 -- 26			535461	1,58E+10	1,17E-02	121
26	26 -- 27			535461	1,73E+10	9,91E-03	91
27	27 -- 28			535461	1,87E+10	8,32E-03	66
28	28 -- 29			535461	2,02E+10	6,78E-03	45
29	29 -- 30			535461	2,17E+10	5,31E-03	28
30	30 -- 31			535461	2,31E+10	3,89E-03	16
31	31 -- 32			535461	2,46E+10	2,54E-03	7
32	32 -- 33			535461	2,61E+10	1,24E-03	2
33				535461	2,76E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	7,83E-02	2792
2	2 -- 3		65356	65356	0,00E+00	7,83E-02	2747
3	3 -- 4			65356	1,56E+08	7,75E-02	2562
4	4 -- 5			65356	3,48E+08	7,55E-02	2336
5	5 -- 6			65356	5,41E+08	7,32E-02	2116
6	6 -- 7		248175	313531	6,16E+08	7,24E-02	2033
7	7 -- 8			313531	1,18E+09	7,07E-02	1904
8	8 -- 9			313531	2,11E+09	6,70E-02	1700
9	9 -- 10			313531	3,03E+09	6,27E-02	1508
10	10 -- 11		243996	557527	3,75E+09	5,95E-02	1368
11	11 -- 12			557527	4,11E+09	5,86E-02	1329
12	12 -- 13			557527	5,76E+09	5,41E-02	1163
13	13 -- 14			557527	7,40E+09	4,99E-02	1009
14	14 -- 15			557527	9,05E+09	4,57E-02	868
15	15 -- 16		238980	796507	9,33E+09	4,50E-02	845
16	16 -- 17			796507	1,13E+10	4,15E-02	739
17	17 -- 18			796507	1,25E+10	3,96E-02	679
18	18 -- 19			796507	1,36E+10	3,77E-02	622
19	19 -- 20		122013	918520	1,53E+10	3,49E-02	546
20	20 -- 21			918520	1,61E+10	3,38E-02	516
21	21 -- 22			918520	1,74E+10	3,19E-02	468
22	22 -- 23			918520	1,88E+10	3,00E-02	422
23	23 -- 24			918520	2,15E+10	2,65E-02	339
24	24 -- 25			918520	2,42E+10	2,30E-02	266
25	25 -- 26			918520	2,68E+10	1,99E-02	206
26	26 -- 27			918520	2,93E+10	1,69E-02	155
27	27 -- 28			918520	3,18E+10	1,42E-02	112
28	28 -- 29			918520	3,44E+10	1,15E-02	77
29	29 -- 30			918520	3,69E+10	9,04E-03	49
30	30 -- 31			918520	3,94E+10	6,64E-03	27
31	31 -- 32			918520	4,19E+10	4,33E-03	12
32	32 -- 33			918520	4,45E+10	2,12E-03	3
33				918520	4,70E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,39E-02	1634
2	2 -- 3		23766	23766	0,00E+00	4,39E-02	1609
3	3 -- 4			23766	5,66E+07	4,36E-02	1505
4	4 -- 5			23766	1,27E+08	4,29E-02	1377
5	5 -- 6			23766	1,97E+08	4,21E-02	1252
6	6 -- 7		159251	183017	2,24E+08	4,18E-02	1204
7	7 -- 8			183017	5,54E+08	4,11E-02	1129
8	8 -- 9			183017	1,09E+09	3,92E-02	1010
9	9 -- 10			183017	1,63E+09	3,69E-02	898
10	10 -- 11		158046	341063	2,05E+09	3,52E-02	815
11	11 -- 12			341063	2,28E+09	3,47E-02	792
12	12 -- 13			341063	3,28E+09	3,21E-02	694
13	13 -- 14			341063	4,29E+09	2,97E-02	602
14	14 -- 15			341063	5,29E+09	2,73E-02	518
15	15 -- 16		156599	497662	5,46E+09	2,69E-02	504
16	16 -- 17			497662	6,68E+09	2,48E-02	441
17	17 -- 18			497662	7,42E+09	2,37E-02	405
18	18 -- 19			497662	8,15E+09	2,25E-02	371
19	19 -- 20		46841	544503	9,20E+09	2,09E-02	326
20	20 -- 21			544503	9,66E+09	2,02E-02	308
21	21 -- 22			544503	1,05E+10	1,91E-02	279
22	22 -- 23			544503	1,13E+10	1,79E-02	252
23	23 -- 24			544503	1,29E+10	1,58E-02	202
24	24 -- 25			544503	1,45E+10	1,37E-02	158
25	25 -- 26			544503	1,60E+10	1,19E-02	123
26	26 -- 27			544503	1,75E+10	1,01E-02	92
27	27 -- 28			544503	1,90E+10	8,44E-03	67
28	28 -- 29			544503	2,05E+10	6,88E-03	46
29	29 -- 30			544503	2,20E+10	5,39E-03	29
30	30 -- 31			544503	2,35E+10	3,95E-03	16
31	31 -- 32			544503	2,50E+10	2,58E-03	7
32	32 -- 33			544503	2,65E+10	1,26E-03	2
33				544503	2,80E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	1,58E-04	3
2	2 -- 3				3,65E+06	1,58E-04	3
3	3 -- 4				3,65E+06	1,21E-04	2
4	4 -- 5				3,65E+06	9,24E-05	2
5	5 -- 6				3,65E+06	7,36E-05	2
6	6 -- 7				3,65E+06	6,85E-05	2
7	7 -- 8				3,65E+06	6,19E-05	1
8	8 -- 9				3,65E+06	5,36E-05	1
9	9 -- 10				3,65E+06	4,75E-05	1
10	10 -- 11				3,65E+06	4,40E-05	1
11	11 -- 12				3,65E+06	4,32E-05	1
12	12 -- 13				3,65E+06	3,99E-05	1
13	13 -- 14				3,65E+06	3,76E-05	1
14	14 -- 15				3,65E+06	3,57E-05	1
15	15 -- 16				3,65E+06	3,54E-05	1
16	16 -- 17				3,65E+06	3,42E-05	1
17	17 -- 18				3,65E+06	3,36E-05	1
18	18 -- 19				3,65E+06	3,31E-05	0
19	19 -- 20				2,49E+07	3,24E-05	0
20	20 -- 21				2,49E+07	3,06E-05	0
21	21 -- 22				2,49E+07	2,78E-05	0
22	22 -- 23				2,49E+07	2,52E-05	0
23	23 -- 24				2,49E+07	2,08E-05	0
24	24 -- 25				2,49E+07	1,71E-05	0
25	25 -- 26				2,49E+07	1,40E-05	0
26	26 -- 27				2,49E+07	1,13E-05	0
27	27 -- 28				2,49E+07	9,12E-06	0
28	28 -- 29				2,49E+07	7,16E-06	0
29	29 -- 30				2,49E+07	5,40E-06	0
30	30 -- 31				2,49E+07	3,84E-06	0
31	31 -- 32				2,49E+07	2,43E-06	0
32	32 -- 33				2,49E+07	1,15E-06	0
33					2,49E+07	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

		)*	)**
Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	G_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	6,88	65,54	16,09
3	3 -- 4	14,16	66,38	173,07
4	4 -- 5	24,58	67,52	370,57
5	5 -- 6	36,55	68,78	571,62
6	6 -- 7	81,28	317,48	651,02
7	7 -- 8	90,59	318,34	1223,26
8	8 -- 9	107,23	319,83	2164,55
9	9 -- 10	125,58	324,99	3110,40
10	10 -- 11	182,43	573,88	3851,19
11	11 -- 12	187,44	575,25	4219,69
12	12 -- 13	219,77	581,63	5895,35
13	13 -- 14	248,91	588,35	7576,44
14	14 -- 15	280,20	595,37	9263,23
15	15 -- 16	326,41	827,11	9549,71
16	16 -- 17	354,32	833,19	11545,79
17	17 -- 18	373,88	836,94	12777,52
18	18 -- 19	394,03	840,75	14014,81
19	19 -- 20	434,00	939,51	15807,41
20	20 -- 21	446,38	940,14	16585,18
21	21 -- 22	468,34	941,26	17939,44
22	22 -- 23	490,90	942,39	19325,29
23	23 -- 24	541,08	944,67	22108,70
24	24 -- 25	633,76	946,99	24898,91
25	25 -- 26	686,22	949,21	27553,59
26	26 -- 27	740,00	956,15	30166,92
27	27 -- 28	799,67	963,83	32786,21
28	28 -- 29	861,73	971,38	35411,40
29	29 -- 30	926,17	978,68	38045,62
30	30 -- 31	993,00	985,59	40746,49
31	31 -- 32	1062,22	991,88	43465,52
32	32 -- 33	1133,82	997,13	46200,42
33		1264,72	1002,47	48949,87

)** - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 1 t/m 27

)* - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 28 t/m 32

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel $D_{voet} - D_{top}$ mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 795	16,09	6,88	36	16,3	1217,6	0,01
2	500 / 795	173,07	14,16	150	175,4	1641,0	0,11
3	500 / 795	370,57	24,58	183	377,4	2253,4	0,17
4	500 / 795	571,62	36,55	178	585,0	2962,9	0,20
5	795 / 1090	651,02	81,28	68	669,9	3602,4	0,19
6	795 / 1090	1223,26	90,59	105	1251,6	4160,1	0,31
7	795 / 1090	2164,55	107,23	165	2210,6	5160,8	0,43
8	795 / 1090	3110,40	125,58	156	3176,0	6269,4	0,51
9	1090 / 1287	3851,19	182,43	114	3937,6	7888,4	0,51
10	1090 / 1287	4219,69	187,44	31	4312,0	8192,7	0,53
11	1090 / 1287	5895,35	219,77	135	6017,4	9645,7	0,63
12	1287/ 1582	7576,44	248,91	125	7729,6	12664,0	0,62
13	1287/ 1582	9263,23	280,20	115	9448,6	14578,7	0,66
14	1287/ 1582	9549,71	326,41	18	9741,1	14916,5	0,66
15	1287/ 1582	11545,79	354,32	86	11767,8	16628,1	0,72
16	1582/ 1877	12777,52	373,88	49	13017,7	19718,1	0,67
17	1582/ 1877	14014,81	394,03	46	14273,3	20956,6	0,69
18	1582/ 1877	15807,41	434,00	62	16092,8	22785,2	0,71
19	1582/ 1877	16585,18	446,38	24	16881,2	23547,1	0,73
20	1582/ 1877	17939,44	468,34	39	18253,9	24898,9	0,74
21	1582/ 1877	19325,29	490,90	37	19658,0	26288,4	0,76
22	1877/ 2258	22108,70	541,08	68	22478,1	31169,8	0,73
23	1877/ 2258	24898,91	633,76	60	25306,1	34425,6	0,74
24	1877/ 2258	27553,59	686,22	49	27994,4	37665,5	0,75
25	1877/ 2258	30166,92	740,00	41	30638,2	40989,3	0,76
26	2258/ 2900	32786,21	799,67	35	33285,3	47295,9	0,71
27	2258/ 2900	35411,40	861,73	29	35935,3	51136,3	0,71
28	2258/ 2900	38045,62	926,17	23	38590,9	55126,7	0,71
29	2258/ 2900	40746,49	993,00	18	41309,3	59267,0	0,71
30	2258/ 2900	43465,52	1062,22	12	44041,4	63557,2	0,70
31	2258/ 2900	46200,42	1133,82	7	46784,5	67997,4	0,70
32	2258/ 2900	48949,87	1264,72	2	49537,0	72587,5	0,69

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235$ N/mm^2

Indien $90 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
519	18,0	28,83	0,81	355	355
598	18,0	33,24	0,81	355	355
697	18,0	38,70	0,81	355	355
795	18,0	44,17	0,81	355	355
833	20,0	41,67	0,81	355	355
893	20,0	44,67	0,81	355	355
992	20,0	49,58	0,81	355	355
1090	20,0	54,50	0,81	355	355
1167	22,0	53,03	0,81	355	355
1188	22,0	54,02	0,81	355	355
1287	22,0	58,48	0,81	355	355
1385	25,0	55,40	0,81	355	355
1483	25,0	59,33	0,81	355	355
1500	25,0	60,00	0,81	353	355
1582	25,0	63,27	0,81	341	355
1631	28,0	58,24	0,81	355	355
1680	28,0	60,00	0,81	353	355
1750	28,0	62,50	0,81	343	355
1778	28,0	63,51	0,81	340	355
1828	28,0	65,27	0,81	333	355
1877	28,0	67,02	0,81	327	355
1975	30,0	65,83	0,81	331	355
2073	30,0	69,11	0,81	321	355
2167	30,0	72,22	0,81	311	355
2258	30,0	75,28	0,81	303	355
2350	32,0	73,44	0,81	308	355
2442	32,0	76,30	0,81	301	355
2533	32,0	79,17	0,81	294	355
2625	32,0	82,03	0,81	287	355
2717	32,0	84,90	0,81	281	355
2808	32,0	87,76	0,81	275	355
2900	32,0	90,63	0,81	270	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 795	4,95	0,25	355	355	0,01
2	500 / 795	43,82	0,46	355	355	0,12
3	500 / 795	69,24	0,69	355	355	0,20
4	500 / 795	80,00	0,89	355	355	0,23
5	795 / 1090	69,28	1,63	355	355	0,20
6	795 / 1090	114,63	1,71	355	355	0,33
7	795 / 1090	168,88	1,85	355	355	0,48
8	795 / 1090	197,75	1,96	355	355	0,56
9	1090 / 1287	189,82	2,39	355	355	0,54
10	1090 / 1287	190,40	2,35	355	355	0,54
11	1090 / 1287	239,90	2,62	355	355	0,68
12	1287/ 1582	233,39	2,42	355	355	0,66
13	1287/ 1582	246,55	2,53	355	355	0,70
14	1287/ 1582	234,49	2,83	355	353	0,67
15	1287/ 1582	265,06	2,98	355	341	0,76
16	1582/ 1877	241,79	2,69	355	355	0,69
17	1582/ 1877	249,21	2,75	355	353	0,71
18	1582/ 1877	261,33	2,92	355	343	0,74
19	1582/ 1877	258,71	2,92	355	340	0,74
20	1582/ 1877	267,57	3,00	355	333	0,76
21	1582/ 1877	272,72	3,06	355	327	0,78
22	1877/ 2258	269,56	3,03	355	331	0,77
23	1877/ 2258	274,08	3,37	355	321	0,78
24	1877/ 2258	275,85	3,48	355	311	0,79
25	1877/ 2258	276,69	3,60	355	303	0,79
26	2258/ 2900	260,09	3,50	355	308	0,74
27	2258/ 2900	259,30	3,63	355	301	0,74
28	2258/ 2900	257,94	3,75	355	294	0,74
29	2258/ 2900	256,48	3,88	355	287	0,74
30	2258/ 2900	254,66	4,00	355	281	0,73
31	2258/ 2900	252,57	4,13	355	275	0,73
32	2258/ 2900	250,24	4,46	355	270	0,72

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a / I_p - N_{Ed} / n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

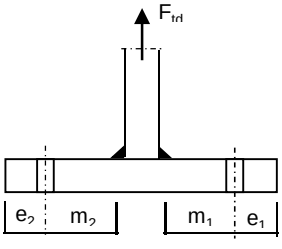
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1}./ 2)^2 + (d_{stc2}./ 2)^2]$

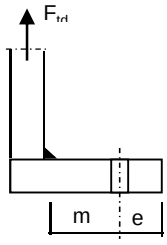
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld}./ 2)^2$$

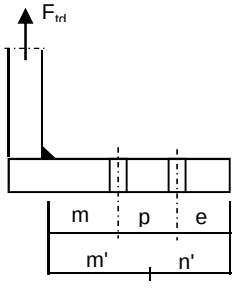
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat : $m = \max.(m_1;m_2)$

$e = \max.(e_1;e_2)$

$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$

Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :

m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$

Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :

$m' = m + p / 2$

$n' = n + p / 3$

$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$

Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1{,}25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		3250					
st.c binnenkant		2486					
2868	112	598,26	8,95	33	M 48 - 8,8	848,4	0,71
flenzen op 24,80 m hoogte.							
st.c buitenkant		1860,00					
st.c binnenkant		1660,00					
	80	737,22	11,84	24	M 48 - 10,9	1060,6	0,70
flenzen op 48,40 m hoogte.							
st.c buitenkant		1090,00					
1090,00	28	764,80	20,77	12	M 48 - 10,9	1060,6	0,72

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN - EN 1993-1-8,

Stc1	Stc2 mm	m mm	e mm	n mm	m' mm	n' mm	l_{ef} mm
voetplaat							
3250,00	2486,00	168,2	145,0	145,0			139,5
3250,00	2486,00	168,2	145,0	145,0			182,3
flenzen op 24,80 m hoogte.							
1860,00	1660,0	69,9	60,0	60,0	119,9	110	130,4
1860,00	1660,0	69,9	60,0	60,0	119,9	110	130,4
flenzen op 48,40 m hoogte.							
1090,00	1090,0	66,5	60,0	60,0			122,3
1090,00	1090,0	69,5	60,0	60,0			122,3

flens dikte mm	$M_{pl;d}$ Nmm	bezwijk-vorm 1	bezwijk-vorm 2	bezwijk-vorm 3	maatgev. $F_{t,Rd}$	$F_{t,Ed}$ kN	toetsing-regel
voetplaat							
100	1,17E+08	2777,48	1531,40	1696,90	1531,40	1196,53	0,78
100	1,53E+08	3631,06	1760,61	1696,90	1696,90	1196,53	0,71
flenzen op 24,80 m hoogte.							
140	1,76E+08	4152,25	1779,22	2121,12	1779,22	1474,44	0,83
140	1,76E+08	4152,25	1779,22	2121,12	1779,22	1474,44	0,83
flenzen op 48,40 m hoogte.							
80	6,56E+07	1970,14	1020,86	1060,56	1020,86	764,80	0,75
80	6,56E+07	1885,15	997,22	1060,56	997,22	764,80	0,77
	Krachten in kN						

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 2900	0,67	1,700	0,18	6,29

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht flenzen+ ge-leiders-kg	massa m kg/m
1	1141	1,000		1,000			
2	1125	0,986	1 -- 2	0,993	133	448	1019,4
3	1058	0,927	2 -- 3	0,957	607		255,0
4	976	0,855	3 -- 4	0,891	869		294,4
5	895	0,784	4 -- 5	0,820	997		338,1
6	864	0,757	5 -- 6	0,771	468	3330	3302,6
7	816	0,715	6 -- 7	0,736	776		431,0
8	739	0,648	7 -- 8	0,681	1387		470,0
9	665	0,583	8 -- 9	0,615	1530		518,5
10	610	0,535	9 -- 10	0,559	1415	3394	2090,7
11	595	0,522	10 -- 11	0,528	417		641,9
12	529	0,464	11 -- 12	0,493	1990	705	913,4
13	466	0,409	12 -- 13	0,436	2428		823,2
14	408	0,357	13 -- 14	0,383	2607		883,8
15	398	0,349	14 -- 15	0,353	460	3463	7845,4
16	353	0,309	15 -- 16	0,329	2326		949,6
17	327	0,287	16 -- 17	0,298	1630		1104,8
18	302	0,265	17 -- 18	0,276	1680		1138,8
19	268	0,235	18 -- 19	0,250	2478	872	1595,0
20	255	0,224	19 -- 20	0,229	1032		1213,9
21	233	0,205	20 -- 21	0,214	1830		1240,6
22	212	0,186	21 -- 22	0,195	1880		1274,6
23	174	0,152	22 -- 23	0,169	4182		1417,6
24	139	0,122	23 -- 24	0,137	4397	3327	2618,1
25	109	0,096	24 -- 25	0,109	4372		1561,3
26	84	0,073	25 -- 26	0,084	4482		1629,7
27	62	0,054	26 -- 27	0,064	4972		1808,1
28	43	0,038	27 -- 28	0,046	5171		1880,5
29	27	0,024	28 -- 29	0,031	5370		1952,8
30	15	0,014	29 -- 30	0,019	5569		2025,1
31	7	0,006	30 -- 31	0,010	5768		2097,5
32	2	0,002	31 -- 32	0,004	5967		2169,8
33	0	0,000	32 -- 33	0,001	6166	4742	3966,6

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	1019	0,993	0,570	0,56	572,92	0,57
2 -- 3	255	0,957	2,380	2,18	555,43	2,28
3 -- 4	294	0,891	2,950	2,34	690,00	2,63
4 -- 5	338	0,820	2,950	1,98	670,22	2,42
5 -- 6	3303	0,771	1,150	0,68	2255,63	0,89
6 -- 7	431	0,736	1,800	0,97	420,15	1,32
7 -- 8	470	0,681	2,950	1,37	643,46	2,01
8 -- 9	519	0,615	2,950	1,12	579,21	1,82
9 -- 10	2091	0,559	2,300	0,72	1502,93	1,29
10 -- 11	642	0,528	0,650	0,18	116,49	0,34
11 -- 12	913	0,493	2,950	0,72	653,98	1,45
12 -- 13	823	0,436	2,950	0,56	461,86	1,29
13 -- 14	884	0,383	2,950	0,43	382,31	1,13
14 -- 15	7845	0,353	0,500	0,06	488,78	0,18
15 -- 16	950	0,329	2,450	0,27	251,83	0,81
16 -- 17	1105	0,298	1,475	0,13	144,61	0,44
17 -- 18	1139	0,276	1,475	0,11	127,64	0,41
18 -- 19	1595	0,250	2,100	0,13	209,30	0,52
19 -- 20	1214	0,229	0,850	0,04	54,33	0,20
20 -- 21	1241	0,214	1,475	0,07	83,91	0,32
21 -- 22	1275	0,195	1,475	0,06	71,77	0,29
22 -- 23	1418	0,169	2,950	0,08	119,72	0,50
23 -- 24	2618	0,137	2,950	0,06	144,64	0,40
24 -- 25	1561	0,109	2,800	0,03	51,55	0,30
25 -- 26	1630	0,084	2,750	0,02	31,98	0,23
26 -- 27	1808	0,064	2,750	0,01	20,14	0,18
27 -- 28	1880	0,046	2,750	0,01	10,83	0,13
28 -- 29	1953	0,031	2,750	0,00	5,10	0,08
29 -- 30	2025	0,019	2,750	0,00	1,97	0,05
30 -- 31	2097	0,010	2,750	0,00	0,56	0,03
31 -- 32	2170	0,004	2,750	0,00	0,09	0,01
32 -- 33	3967	0,001	2,750	0,00	0,01	0,00
		Σ	72,00	14,90	11323,32	24,49

m_e = 11323,3 / 14,9 = 759,8 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 2900	759,8	0,030	1,25	1,700	12,6

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 12,6

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} \phi^2_i(s) \, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 24,49 / (4 * π * 14,90) = 0,131 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,700 * 6,29 / $15*10^{-6}$ = 7,1E+05

C_{lat} = 0,20

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)| \, ds}{\sum_{j=1}^{n} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6
Lj = 10,20 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 8,92 / 24,49 = 0,36

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,079 * 0,131 * 0,36 * 0,2 = 0,023

$y_{F;max}$ = 1,700 * 0,023 = 0,040 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		129371	129371	0,00E+00	4,5E-02	1000
2	2 -- 3			129371	7,37E+07	4,5E-02	974
3	3 -- 4			129371	3,82E+08	4,3E-02	869
4	4 -- 5			129371	7,63E+08	3,8E-02	748
5	5 -- 6			129371	1,14E+09	3,3E-02	642
6	6 -- 7			129371	1,29E+09	3,2E-02	604
7	7 -- 8			129371	1,53E+09	2,9E-02	549
8	8 -- 9			129371	1,91E+09	2,5E-02	469
9	9 -- 10			129371	2,29E+09	2,2E-02	399
10	10 -- 11			129371	2,59E+09	1,9E-02	352
11	11 -- 12			129371	2,67E+09	1,9E-02	339
12	12 -- 13			129371	3,05E+09	1,6E-02	287
13	13 -- 14			129371	3,43E+09	1,4E-02	242
14	14 -- 15			129371	3,82E+09	1,2E-02	203
15	15 -- 16			129371	3,88E+09	1,2E-02	197
16	16 -- 17			129371	4,20E+09	1,1E-02	169
17	17 -- 18			129371	4,39E+09	1,0E-02	154
18	18 -- 19			129371	4,58E+09	9,3E-03	140
19	19 -- 20			129371	4,85E+09	8,4E-03	121
20	20 -- 21			129371	4,96E+09	8,1E-03	114
21	21 -- 22			129371	5,15E+09	7,5E-03	102
22	22 -- 23			129371	5,34E+09	7,0E-03	92
23	23 -- 24			129371	5,72E+09	6,0E-03	73
24	24 -- 25			129371	6,11E+09	5,1E-03	56
25	25 -- 26			129371	6,47E+09	4,3E-03	43
26	26 -- 27			129371	6,82E+09	3,6E-03	32
27	27 -- 28			129371	7,18E+09	3,0E-03	23
28	28 -- 29			129371	7,54E+09	2,4E-03	16
29	29 -- 30			129371	7,89E+09	1,9E-03	10
30	30 -- 31			129371	8,25E+09	1,4E-03	5
31	31 -- 32			129371	8,60E+09	8,7E-04	2
32	32 -- 33			129371	8,96E+09	4,2E-04	1
33				129371	9,31E+09	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf nummer	profiel		$W_{y;el}$	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd})	$y_{F;max}$	$\Delta\sigma_{dyn}$
	D (mm)	t (mm)	mm^3	N/mm^2	m	MPa
1	519	18,0	3429797	22	0,0396	1,7
2	598	18,0	4622419	83	0,0396	6,5
3	697	18,0	6347640	120	0,0396	9,5
4	795	18,0	8346249	137	0,0396	10,9
5	833	20,0	10147741	127	0,0396	10,1
6	893	20,0	11718557	130	0,0396	10,3
7	992	20,0	14537510	131	0,0396	10,4
8	1090	20,0	17660233	130	0,0396	10,3
9	1167	22,0	22220983	116	0,0396	9,2
10	1188	22,0	23077929	116	0,0396	9,2
11	1287	22,0	27171032	112	0,0396	8,9
12	1385	25,0	35673323	96	0,0396	7,6
13	1483	25,0	41066638	93	0,0396	7,4
14	1500	25,0	42018393	92	0,0396	7,3
15	1582	25,0	46839668	90	0,0396	7,1
16	1631	28,0	55543845	79	0,0396	6,3
17	1680	28,0	59032816	78	0,0396	6,1
18	1750	28,0	64183606	76	0,0396	6,0
19	1778	28,0	66329719	75	0,0396	5,9
20	1828	28,0	70137651	73	0,0396	5,8
21	1877	28,0	74051903	72	0,0396	5,7
22	1975	30,0	87802354	65	0,0396	5,2
23	2073	30,0	96973545	63	0,0396	5,0
24	2167	30,0	106099898	61	0,0396	4,8
25	2258	30,0	115462850	59	0,0396	4,7
26	2350	32,0	133227860	54	0,0396	4,3
27	2442	32,0	144045926	52	0,0396	4,1
28	2533	32,0	155286359	51	0,0396	4,0
29	2625	32,0	166949160	49	0,0396	3,9
30	2717	32,0	179034330	48	0,0396	3,8
31	2808	32,0	191541868	47	0,0396	3,7
32	2900	32,0	204471774	46	0,0396	3,6

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y}$ = 0,67 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1}$ = 6,29 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvind

z_s = 66,9 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0
Seizoensfactor C_{season} = 1,0
Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

z_0 = 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$
$c_r(z) = c_r(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07}$ = 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\}$ = 1,22

$V_m(z)$ = 32,9 m/s

V_o = 32,9 * 20 / 100 = 6,57 m/s

$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 0,67 * [6,29 / 6,58]^2 * \exp[-(6,29 / 6,58)^2]$ = 2,34E+08

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5{}_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3{}_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

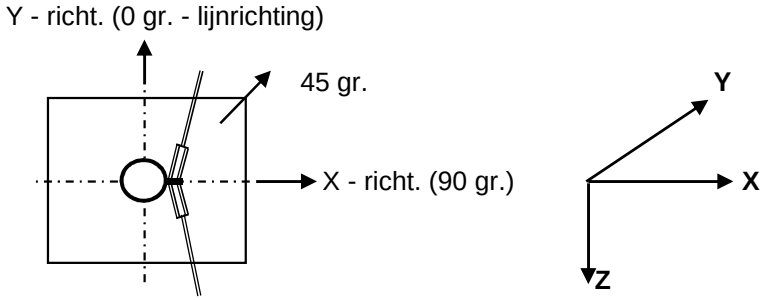
$\gamma * \Delta\sigma =$ 1,2 * $\Delta\sigma$

$\Delta\sigma$k =	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma$k =	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling		$\gamma * \Delta\sigma$ = in MPa	$\Delta\sigma_k$ in MPa	0,55 $\Delta\sigma_k$ in MPa	N - wissel. $\Delta\sigma_i$-N lijn	N span.wissl.	D beschadiging < 1
Knoop							
3	Lasnaad	7,85	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
4	Lasnaad	11,44	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
5	Lasnaad	13,05	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
6							
7	Lasnaad	12,39	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
8	Lasnaad	12,48	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
9	Lasnaad	12,33	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
10							
11	Lasnaad	11,01	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
12	flenzen	10,69	35	19,25	1,000E+10	2,34E+08	0,02
13	Lasnaad	9,16	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
14	Lasnaad	8,84	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
15							
16	Lasnaad	8,52	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
17							
18	Lasnaad	7,38	35	19,25	1,000E+10	2,34E+08	0,02
19							
20	Lasnaad	7,11	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
21							
22	Lasnaad	6,86	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
23	Lasnaad	6,20	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
24	flenzen	5,99	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
25	Lasnaad	5,80	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
26	Lasnaad	5,62	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
27	Lasnaad	5,13	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
28	Lasnaad	4,98	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
29	Lasnaad	4,83	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
30	Lasnaad	4,70	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
31	Lasnaad	4,57	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
32	Lasnaad	4,45	45	24,75	1,000E+10	2,34E+08	0,02
33	voetplaat	4,33	35	19,25	1,000E+10	2,34E+08	0,02

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			1136			
2 - Windbelasting mast	163				5409	
3 - Belasting geval 1a	839		128		43540	
4 - Belasting geval 1b	535		143		27586	
5 - Belasting geval 3	919		272		47095	
6 - Belasting geval 4	545		167		28019	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	1002		**1265**		**48950**	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	566		1280		28600	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	964		1408		48616	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	575		1303		29033	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	40186	kNm	48950	kNm	48950	kNm
Dwarskracht	821	kN	1002	kN	1002	kN
Verticale kracht	1056	kN	1265	kN	951	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		3250,00					
st.c binnenkant		2486,00					
2868	112	598,26	8,95	33	M 48 - 8,8	848,45	0,71
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		3250,00					
st.c binnenkant		2486,00					
2868	112	491,00	7,33	33	M 48 - 8,8	848,45	0,58

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 598,3 kN

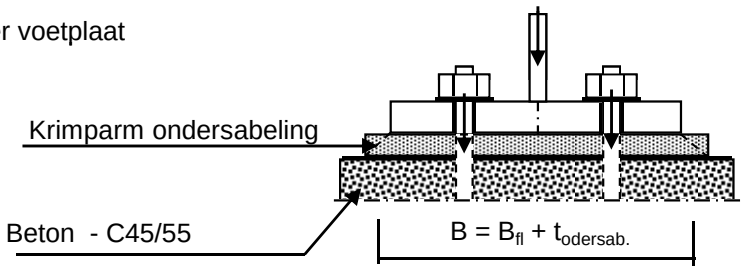
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 491,0 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 620,8 + 1,00 * 491,0 = 1111,8 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

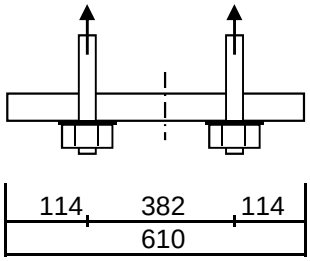
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	670,0	mm	D =	2868	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	112	
B =	710,0	mm			

A_{voetpl} = 710 * 2*π*D / n = 114235 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 19,5 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring

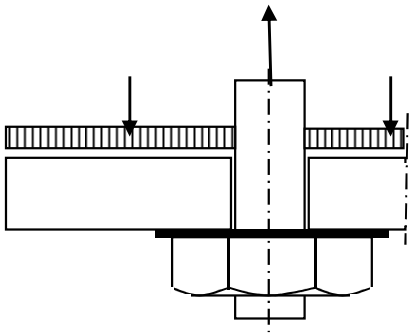


D = 2868 mm
n = 112

$A_{stortring}$ = 610 * $2*\pi*D / n$ = 98146 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 12,2 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring



$L_{uitkr.}$ = 114 mm
L_{veld} = 382 mm

t = 45 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 79220 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 2329 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 143157 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 143157 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 2329 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 179719 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 9223 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 143157 / 179718,8 = 0,80 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 282,8 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 2329 / 9223 = 0,25 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 51,7 N/mm^2

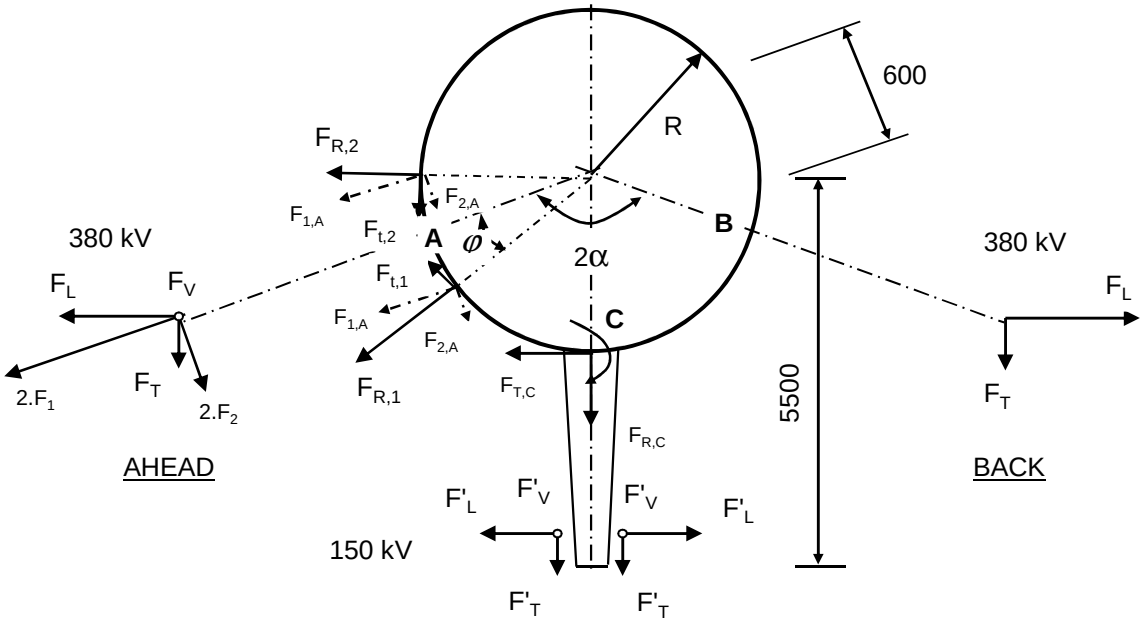
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (282,8^2 + 3*51,7^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 297 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV

Schema



F_V en F'_V : Verticale kracht resp. 380kV en 150kV
F_T en F'_T : Transverse kracht resp. 380kV en 150kV
F_L en F'_L : Longitudinale kracht resp. 380kV en 150kV

2α is hoek tussen lijnen en α is bissectrice van hoek tussen de lijnen

380 kV: Per bevevestigingsring

$F_{1;A} = (F_{L,Ah}.\text{Sin}\alpha + F_{T,Ah}.\text{Cos}\alpha) / 4$; $F_{1;B} = (F_{L,Ba}.\text{Sin}\alpha + F_{T,Ba}.\text{Cos}\alpha) / 4$

$F_{2;A} = (F_{L,Ah}.\text{Cos}\alpha - F_{T,Ah}.\text{Sin}\alpha) / 4$; $F_{2;B} = (F_{L,Ba}.\text{Cos}\alpha - F_{T,Ba}.\text{Sin}\alpha) / 4$

$F_{3;A} = F_{V,ah} / 4$; $F_{3;B} = F_{V,bh} / 4$;

$F_{R;1;A} = F_{1,A}.\text{Cos}\varphi + F_{2;A}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;1;A} = F_{1,A}.\text{Sin}\varphi - F_{2;A}.\text{Cos}\varphi$

$F_{R;2;A} = F_{1,A}.\text{Cos}\varphi - F_{2;A}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;2;A} = F_{1,A}.\text{Sin}\varphi + F_{2;A}.\text{Cos}\varphi$

; $M_w = \text{I } F_{T;1;A} + F_{T;2;A} \text{ I} * R$

$F_{R;1;B} = F_{1,B}.\text{Cos}\varphi + F_{2;B}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;1;B} = F_{1,B}.\text{Sin}\varphi - F_{2;B}.\text{Cos}\varphi$

$F_{R;2;B} = F_{1,B}.\text{Cos}\varphi - F_{2;B}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;2;B} = F_{1,B}.\text{Sin}\varphi + F_{2;B}.\text{Cos}\varphi$

; $M_w = \text{I } F_{T;1;B} + F_{T;2;B} \text{ I} * R$

150 kV: Per bevevestigingsring

$F_{T;C} = \Sigma F'_L / 2$ $M_{T;C} = F_{T;C} * (5500 - R)$

$F_{R;C} = \Sigma F'_T / 2$

$F_{V;C} = \Sigma F'_V / 2$ $M_{V;C} = 2 * F_{V;C} * (5500 - R)$

$F'_{R;C} = \pm M_{C;L} / (2 * z)$

$z = 2*(d^3_{uit} - d^3_{inw}) / 3*\pi*(d^2_{uit} - d^2_{inw})$

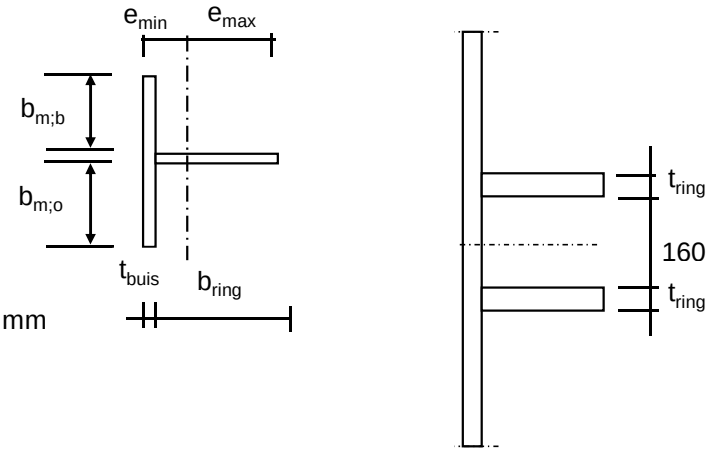
$F_{R;C;max} = F_{R;C} + F'_{R;C}$

Opmerking:
In mast W2H400+15 zijn de geleiders van de 150 kV niet aanwezig.

9.1.1 - Afspanpunt trekisolatoren op 62,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	20	mm
$t_{buis;reken}$ =	20	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	135	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	210,9	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	8918	mm^2
e_{min} =	33,5	mm
e_{max} =	121,5	mm
I =	15614845	mm^4
W_{min} =	128480	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	2111	kN
$M_{y;Rd}$ =	30	kNm
$M_{w;Rd}$ =	4803	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	369	kN

Belastingen op 62,0 meter

Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV V10.0 - Appendix AE en AE1
Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	18785	127655	209263	18785	127655	-209263
BG 3 - (wind (90) + ijs)	34560	124088	230090	34560	124088	-230090
BG 1a - (wind (45 gr))	20655	67316	135180	18678	133783	-217562
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	35367	103131	216037	34457	126455	-232463
1a- Bundelbr.-(90 gr)	19765	89925	159324	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	23464	95728	176488	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	20734	64695	133966	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	24241	76762	160515	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 833 mm

R = 416,7 mm

Mast 161 : Lijnhoek = 2. α = 169,2 graden

Lijnhoek = 2. α = 169,2 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (417+80)) = 37,2 graden

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	60,1	27,7	60,1	27,7		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	63,4	32,6	63,4	32,6		
BG 1a - (wind (45 gr))	36,3	19,9	62,7	28,6		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	57,2	32,4	64,2	32,8		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	44,5	22,0	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	48,7	24,9	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	35,6	20,0	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	42,5	24,0	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

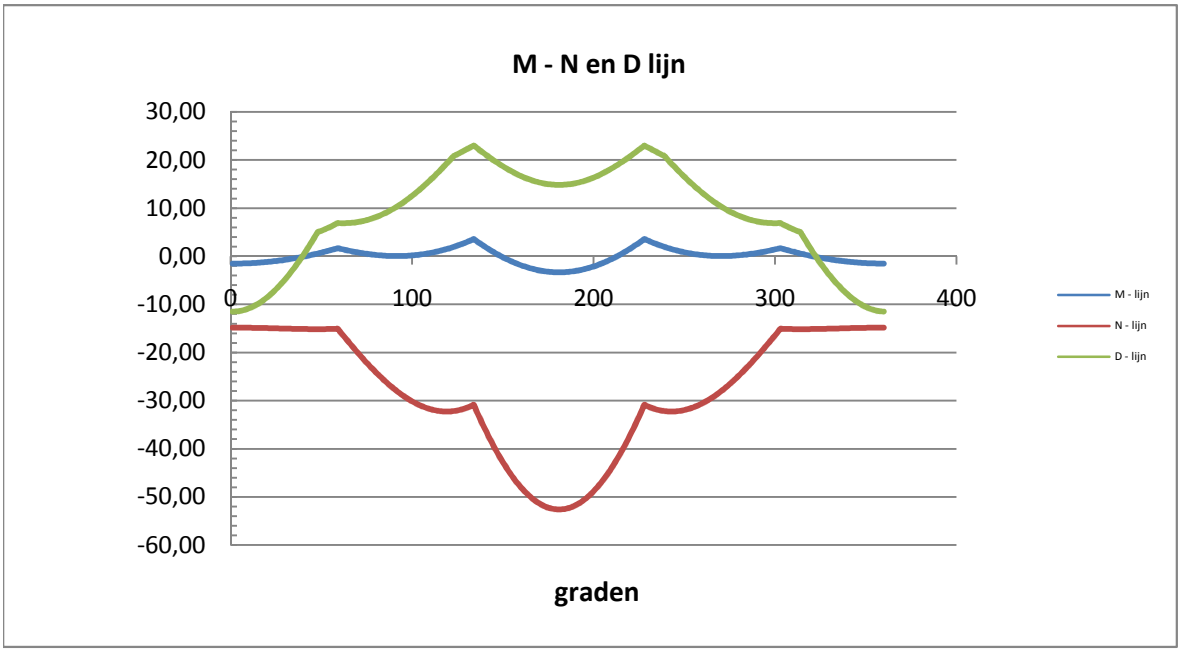
Belastinggeval : BG 1 - wind 90 gr.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,51	-14,82	-11,50	0,21	2,47
15,0	-1,30	-14,88	-9,65	0,64	7,44
30,0	-0,67	-15,03	-4,34	1,07	12,44
45,0	0,40	-15,14	3,79	1,10	12,78
60,0	1,50	-15,98	6,88	1,04	12,19
75,0	0,45	-22,53	7,63	0,40	4,72
90,0	0,05	-27,84	10,19	0,39	4,51
105,0	0,43	-31,25	14,45	1,27	14,86
120,0	1,71	-32,24	20,04	1,31	15,32
135,0	3,02	-32,56	22,41	3,40	39,68
150,0	-0,38	-43,38	18,47	2,17	25,33
165,0	-2,55	-50,26	15,78	0,75	8,70
180,0	-3,30	-52,63	14,83	0,75	8,70
195,0	-2,55	-50,26	15,78	2,17	25,33
210,0	-0,38	-43,38	18,47	3,40	39,68
225,0	3,02	-32,56	22,41	1,31	15,32
240,0	1,71	-32,24	20,04	1,27	14,86
255,0	0,43	-31,25	14,45	0,39	4,51
270,0	0,05	-27,84	10,19	0,40	4,72
285,0	0,45	-22,53	7,63	1,04	12,19
300,0	1,50	-15,98	6,88	1,10	12,78
315,0	0,40	-15,14	3,79	1,07	12,44
330,0	-0,67	-15,03	-4,34	0,64	7,44
345,0	-1,30	-14,88	-9,65	0,21	2,46
360,0	-1,51	-14,82	-11,49	0,00	0,01

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

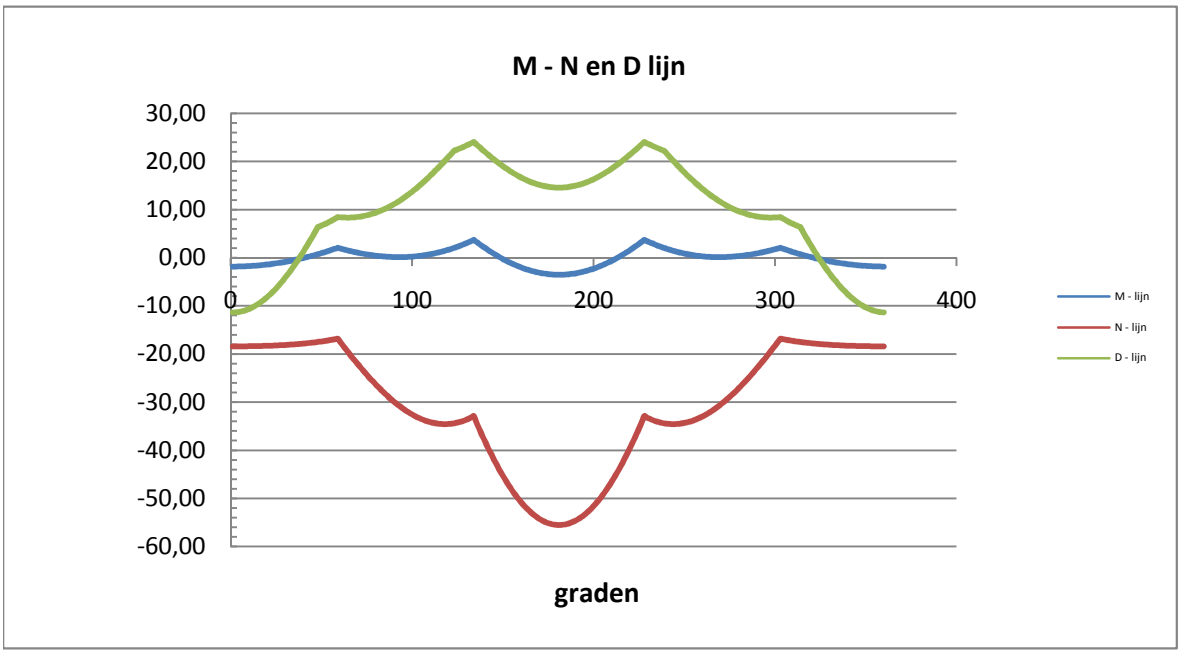
$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 15614845 mm^4



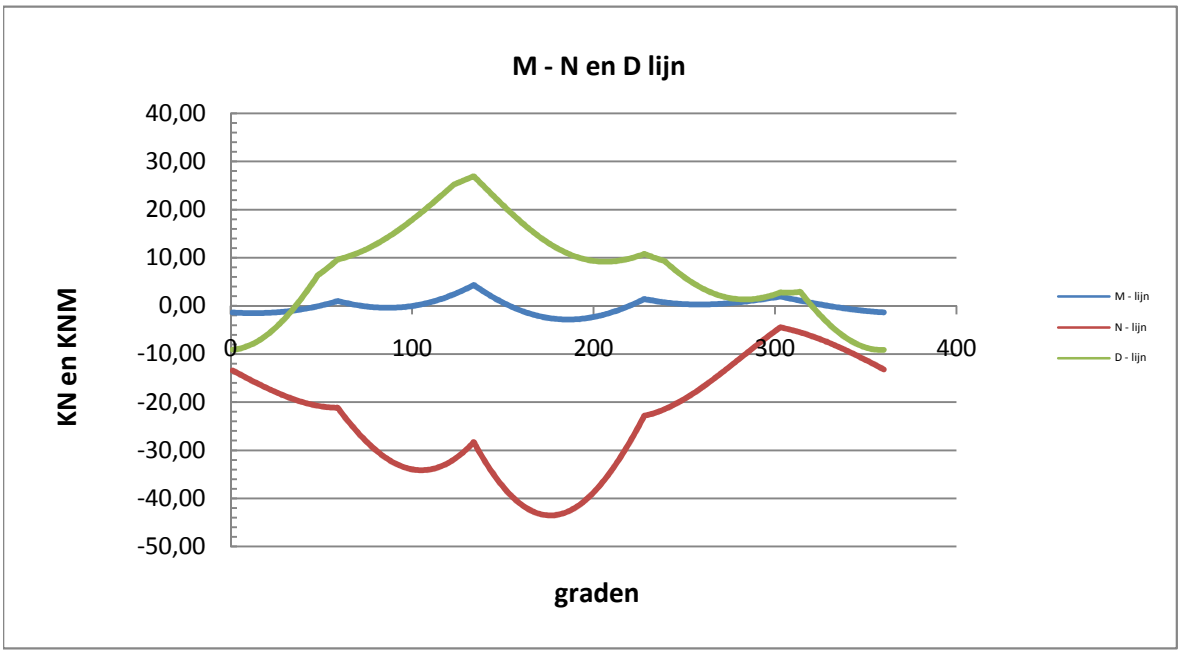
Belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr + ijs.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,84	-18,44	-11,35	0,26	3,07
15,0	-1,58	-18,37	-9,37	0,79	9,19
30,0	-0,79	-18,13	-3,67	1,30	15,23
45,0	0,51	-17,62	5,05	1,33	15,56
60,0	1,85	-17,85	8,41	1,21	14,15
75,0	0,63	-24,74	8,94	0,51	5,95
90,0	0,13	-30,24	11,38	0,35	4,07
105,0	0,47	-33,67	15,65	1,30	15,22
120,0	1,78	-34,52	21,38	1,36	15,90
135,0	3,14	-34,68	23,39	3,59	41,94
150,0	-0,45	-45,92	18,80	2,29	26,74
165,0	-2,74	-53,07	15,69	0,79	9,19
180,0	-3,53	-55,52	14,59	0,79	9,19
195,0	-2,74	-53,07	15,69	2,29	26,74
210,0	-0,45	-45,92	18,80	3,59	41,94
225,0	3,14	-34,68	23,39	1,36	15,90
240,0	1,78	-34,52	21,38	1,30	15,22
255,0	0,47	-33,67	15,65	0,35	4,07
270,0	0,13	-30,24	11,38	0,51	5,95
285,0	0,63	-24,74	8,94	1,21	14,15
300,0	1,85	-17,85	8,41	1,33	15,56
315,0	0,51	-17,62	5,05	1,30	15,23
330,0	-0,79	-18,13	-3,67	0,79	9,19
345,0	-1,58	-18,37	-9,37	0,26	3,06
360,0	-1,84	-18,44	-11,34	0,00	0,01



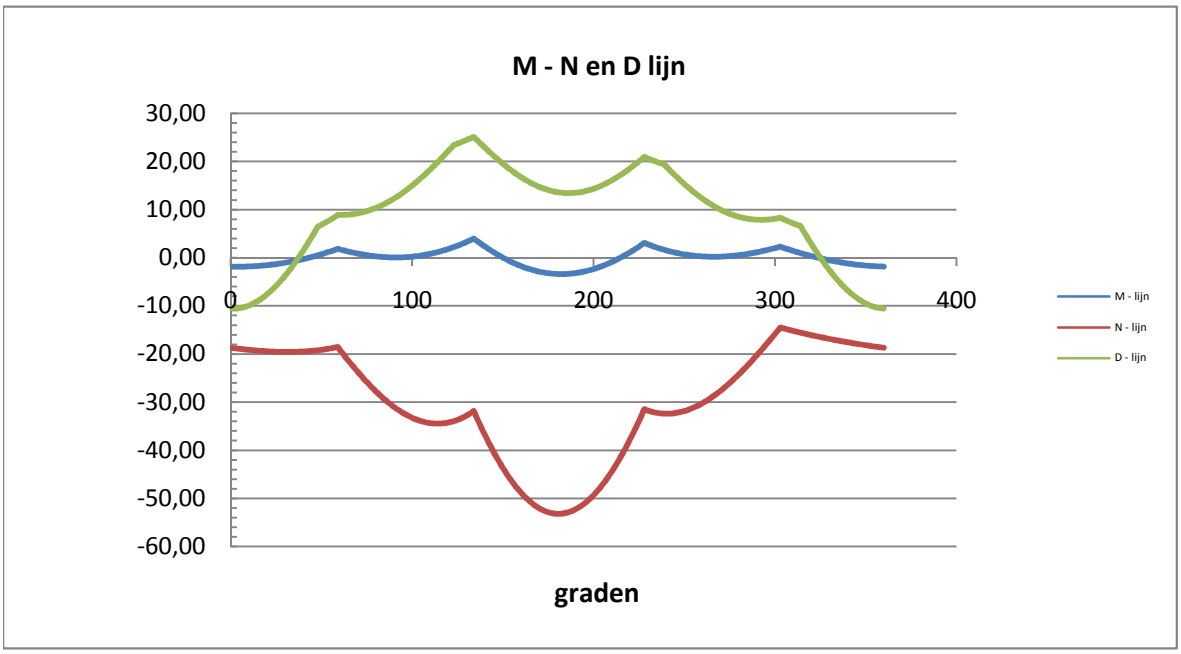
Belastinggeval : BG 1a - wind 45 gr.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,35	-13,42	-9,13	0,11	1,30
15,0	-1,46	-16,34	-7,10	0,35	4,14
30,0	-1,11	-18,87	-2,15	0,89	10,41
45,0	-0,22	-20,61	5,21	1,06	12,38
60,0	0,84	-22,17	9,82	0,99	11,60
75,0	-0,15	-28,62	11,99	0,18	2,13
90,0	-0,33	-32,79	15,35	0,75	8,72
105,0	0,41	-34,14	19,67	1,71	20,01
120,0	2,13	-32,39	24,53	1,72	20,08
135,0	3,85	-29,66	26,17	3,32	38,69
150,0	0,53	-37,96	20,58	2,24	26,14
165,0	-1,71	-42,61	15,55	1,03	12,05
180,0	-2,74	-43,34	11,76	0,20	2,29
195,0	-2,54	-40,21	9,61	1,34	15,60
210,0	-1,20	-33,62	9,25	2,29	26,73
225,0	1,09	-24,25	10,52	0,42	4,92
240,0	0,66	-21,16	8,68	0,35	4,07
255,0	0,31	-17,93	4,48	0,16	1,88
270,0	0,48	-13,81	1,97	0,56	6,48
285,0	1,03	-9,33	1,35	0,82	9,59
300,0	1,85	-5,00	2,50	0,90	10,47
315,0	0,96	-5,75	1,95	1,02	11,90
330,0	-0,06	-7,85	-4,20	0,79	9,27
345,0	-0,86	-10,48	-8,09	0,47	5,51
360,0	-1,33	-13,22	-9,16	0,02	0,26



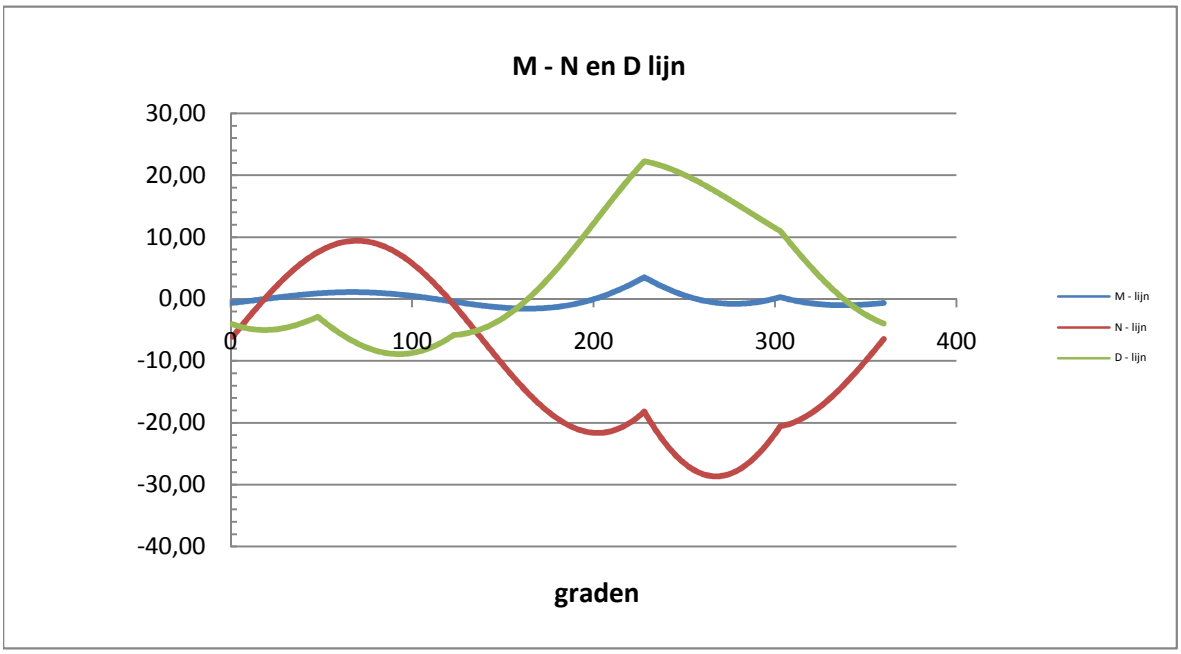
Belastinggeval : BG 3 - wind 45 gr + ijs.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,86	-18,78	-10,58	0,16	1,92
15,0	-1,70	-19,36	-8,73	0,72	8,36
30,0	-0,98	-19,59	-3,27	1,27	14,88
45,0	0,30	-19,34	5,15	1,35	15,74
60,0	1,64	-19,56	8,87	1,17	13,62
75,0	0,48	-26,24	9,79	0,42	4,92
90,0	0,06	-31,29	12,52	0,47	5,45
105,0	0,52	-34,09	16,92	1,43	16,74
120,0	1,96	-34,18	22,59	1,47	17,15
135,0	3,43	-33,56	24,35	3,60	41,97
150,0	-0,17	-44,27	19,23	2,34	27,33
165,0	-2,51	-51,01	15,44	0,90	10,45
180,0	-3,40	-53,23	13,57	0,61	7,16
195,0	-2,79	-50,78	13,88	2,05	23,97
210,0	-0,74	-43,90	16,27	3,30	38,49
225,0	2,56	-33,18	20,30	1,12	13,13
240,0	1,44	-32,42	18,58	1,04	12,10
255,0	0,40	-31,03	13,41	0,16	1,82
270,0	0,24	-27,37	9,79	0,62	7,25
285,0	0,86	-21,96	8,04	1,25	14,54
300,0	2,11	-15,44	8,15	1,35	15,72
315,0	0,76	-15,76	5,35	1,37	15,96
330,0	-0,60	-16,96	-3,04	0,88	10,32
345,0	-1,49	-17,96	-8,59	0,36	4,24
360,0	-1,85	-18,73	-10,56	0,01	0,10



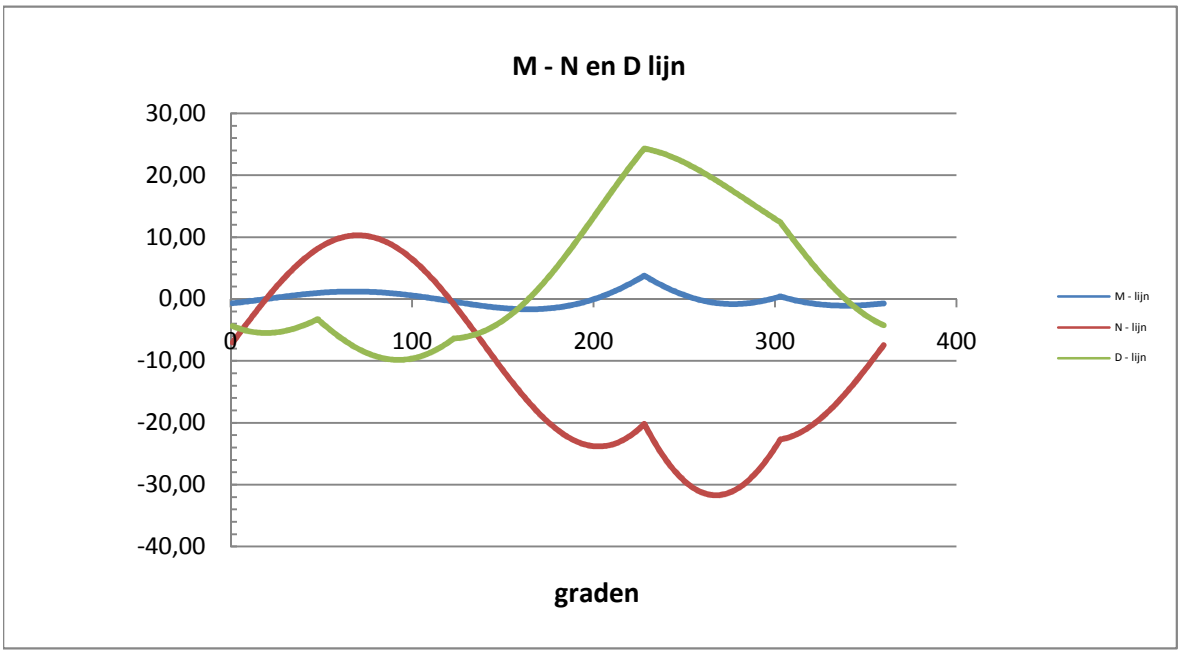
Belastinggeval : BG 1a - Bundelbreuk 90 gr

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-0,62	-6,12	-4,09	0,51	5,93
15,0	-0,11	-0,88	-5,00	0,53	6,24
30,0	0,43	3,74	-4,60	0,43	5,03
45,0	0,86	7,21	-3,14	0,23	2,67
60,0	1,09	9,12	-5,69	0,03	0,32
75,0	1,06	9,25	-7,97	0,29	3,36
90,0	0,77	7,57	-8,90	0,50	5,83
105,0	0,27	4,28	-8,32	0,62	7,22
120,0	-0,35	-0,28	-6,21	0,61	7,11
135,0	-0,96	-5,56	-5,09	0,45	5,25
150,0	-1,41	-10,97	-2,92	0,14	1,61
165,0	-1,55	-15,83	0,60	0,31	3,63
180,0	-1,23	-19,51	5,26	0,86	10,09
195,0	-0,37	-21,46	10,67	1,47	17,18
210,0	1,10	-21,27	16,31	2,07	24,20
225,0	3,18	-18,72	21,60	1,57	18,35
240,0	1,60	-23,86	21,18	1,55	18,04
255,0	0,06	-27,76	19,21	0,76	8,87
270,0	-0,70	-28,60	16,73	0,05	0,58
285,0	-0,65	-26,38	14,02	0,80	9,29
300,0	0,14	-21,41	11,31	0,66	7,74
315,0	-0,52	-19,17	6,42	0,44	5,14
330,0	-0,96	-15,90	1,79	0,01	0,13
345,0	-0,95	-11,35	-1,79	0,30	3,55
360,0	-0,65	-6,48	-3,98	0,03	0,34



Belastinggeval : BG 3 - Bundelbreuk 90 gr + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-0,70	-7,04	-4,38	0,55	6,42
15,0	-0,15	-1,26	-5,45	0,59	6,86
30,0	0,43	3,87	-5,09	0,48	5,60
45,0	0,91	7,75	-3,54	0,26	3,06
60,0	1,18	9,93	-6,35	0,02	0,19
75,0	1,16	10,16	-8,83	0,30	3,52
90,0	0,86	8,41	-9,82	0,54	6,28
105,0	0,32	4,85	-9,15	0,67	7,85
120,0	-0,35	-0,10	-6,80	0,67	7,80
135,0	-1,02	-5,89	-5,61	0,50	5,83
150,0	-1,52	-11,84	-3,28	0,16	1,90
165,0	-1,68	-17,23	0,54	0,33	3,81
180,0	-1,36	-21,33	5,62	0,93	10,87
195,0	-0,42	-23,56	11,55	1,60	18,66
210,0	1,17	-23,44	17,75	2,26	26,40
225,0	3,44	-20,74	23,59	1,72	20,02
240,0	1,72	-26,41	23,22	1,68	19,57
255,0	0,04	-30,70	21,16	0,81	9,43
270,0	-0,76	-31,61	18,55	0,09	1,01
285,0	-0,68	-29,14	15,67	0,91	10,64
300,0	0,23	-23,61	12,77	0,76	8,82
315,0	-0,52	-21,24	7,38	0,52	6,03
330,0	-1,04	-17,72	2,24	0,01	0,16
345,0	-1,05	-12,77	-1,77	0,32	3,71
360,0	-0,73	-7,43	-4,25	0,03	0,37



Maatgevende belastinggeval : BG 1a - wind 45 gr + ijs

Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	43,5	kN	N_{Rd} =	2111	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	4,36	kNm	M_{Rd} =	30	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	17,8	kNm	M_{Rd} =	4803	kNm
$V_{Ed;max}$ =	26,9	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 43,54 / 2111 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 4,9 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 4,36 / 30,4 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 33,9 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 26,92 / 369 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 10,0 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 28,30

V_{Ed} = 26,92

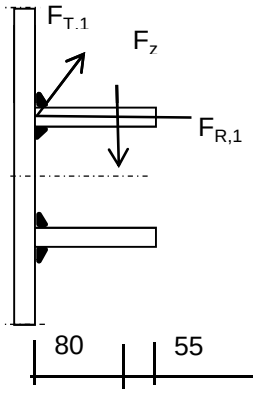
$\sigma_b + \sigma_N$ = 33,9 + 3,2 = 37,1 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 10,0 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 41 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{R,1,h}$ =	63,35	kN
$F_{T,1,h}$ =	56,65	kN
F_z =	17,28	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	41,97	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} = 160 mm - maatgevend

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,0 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 35,41 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 26,23 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 52,37 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 80,36 N/mm^2

σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 193,0 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$	193,0	/	302,2	=	0,64	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	80,4	/	244,8	=	0,33	< 1,0 -- Voldoet

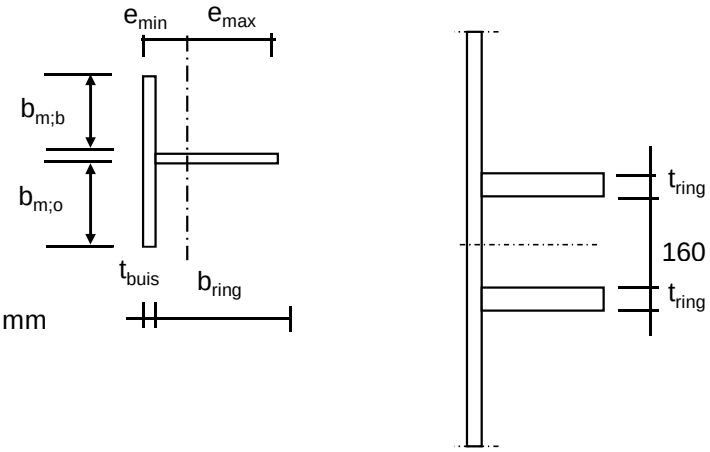
9.1.2 - Afspanpunt trekisolatoren op 52,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 22 mm
$t_{buis;reken}$ = 22 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²
E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 232,0 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 10004 mm²
e_{min} = 32,2 mm
e_{max} = 124,8 mm

I = 16542576 mm⁴
W_{min} = 132539 mm³

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 2367 kN
$M_{y;Rd}$ = 31 kNm
$M_{w;Rd}$ = 10518 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 52,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 62 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	18785	127655	209263	18785	127655	-209263
BG 3 - (wind (90) + ijs)	34560	124088	230090	34560	124088	-230090
BG 1a - (wind (45 gr))	20655	67316	135180	18678	133783	-217562
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	35367	103131	216037	34457	126455	-232463
1a- Bundelbr.-(90 gr)	19765	89925	159324	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	23464	95728	176488	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	20734	64695	133966	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	24241	76762	160515	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1167 mm

R = 583,3 mm

Mast 161 : Lijnhoek = 2. α = 169,2 graden

Lijnhoek = 2. α = 169,2 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (583+80)) = 26,9 graden

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	61,3	37,0	61,3	37,0		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	65,2	42,2	65,2	42,2		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,6	25,3	63,8	38,4		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	59,4	40,8	66,0	42,5		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	45,7	28,8	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	50,1	32,3	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	37,0	25,2	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	44,2	30,3	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

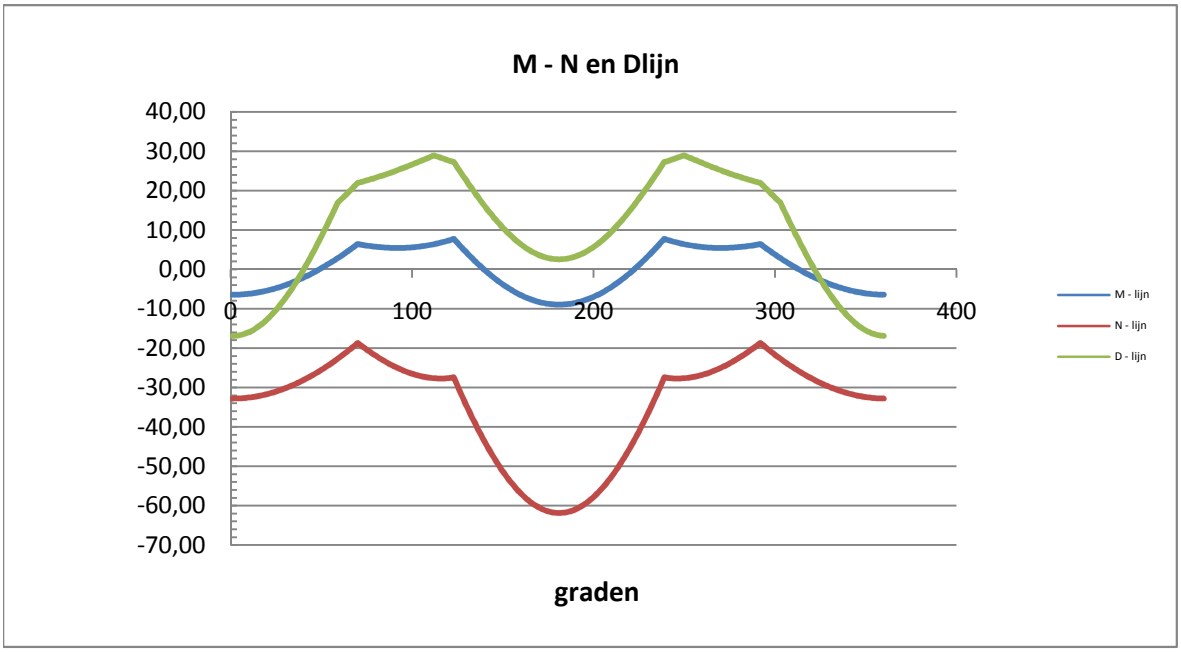
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr. + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-6,42	-32,81	-16,88	0,65	7,20
15,0	-5,77	-32,11	-14,26	1,93	21,29
30,0	-3,84	-30,03	-6,73	3,13	34,47
45,0	-0,71	-26,63	4,80	4,19	46,16
60,0	3,48	-22,02	17,80	2,50	27,49
75,0	5,98	-20,72	22,70	0,53	5,81
90,0	5,45	-24,83	25,00	0,46	5,06
105,0	5,91	-27,24	27,74	1,54	16,99
120,0	7,45	-27,59	27,52	5,92	65,20
135,0	1,53	-40,30	18,54	5,65	62,20
150,0	-4,11	-51,94	10,11	3,58	39,48
165,0	-7,69	-59,32	4,52	1,23	13,53
180,0	-8,92	-61,85	2,56	1,23	13,53
195,0	-7,69	-59,32	4,52	3,58	39,48
210,0	-4,11	-51,94	10,11	5,65	62,20
225,0	1,53	-40,30	18,54	5,92	65,20
240,0	7,45	-27,59	27,52	1,54	16,99
255,0	5,91	-27,24	27,74	0,46	5,06
270,0	5,45	-24,83	25,00	0,53	5,81
285,0	5,98	-20,72	22,70	2,50	27,49
300,0	3,48	-22,02	17,80	4,19	46,16
315,0	-0,71	-26,63	4,80	3,13	34,47
330,0	-3,84	-30,03	-6,73	1,93	21,29
345,0	-5,77	-32,11	-14,26	0,65	7,17
360,0	-6,42	-32,80	-16,87	0,00	0,03

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 16542576 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	61,8	kN		N_{Rd} =	2367	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	8,92	kNm		M_{Rd} =	31	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	26,5	kNm		M_{Rd} =	10518	kNm
$V_{Ed;max}$ =	28,9	kN		V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 61,85 / 2367 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 6,2 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 8,92 / 31,4 = 0,28 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 67,3 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 28,90 / 369 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 10,7 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 61,85

V_{Ed} = 2,56

$\sigma_b + \sigma_N$ = 67,3 + 6,2 = 73,5 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

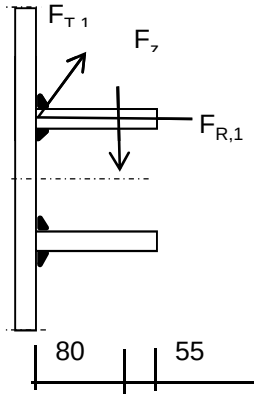
τ_z = 0,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 74 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)



$F_{R,1,h}$ =	65,20	kN
$F_{T,1,h}$ =	49,94	kN
F_z =	17,28	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	65,20	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,8 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 31,21 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 40,75 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 52,37 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 81,18 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 204,7 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{w;u;d} = f_{t;d} / (\beta * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 204,7 / 302,2 = 0,68 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 81,2 / 244,8 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet

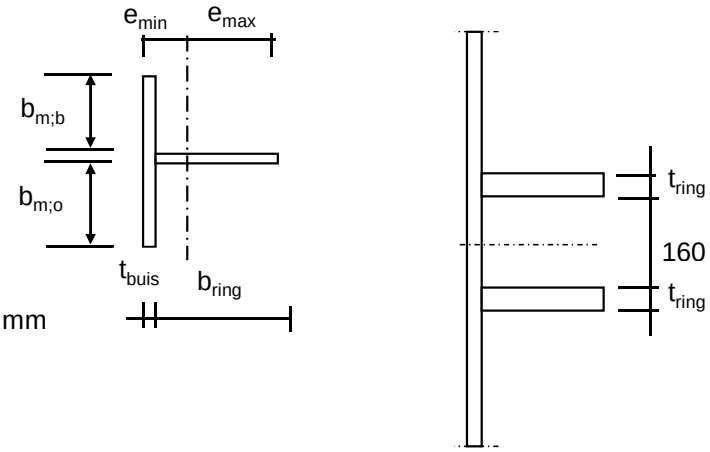
9.1.3 - Afspanpunt trekisolatoren op 42,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 25 mm
$t_{buis;reken}$ = 25 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 263,6 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 11790 mm²
e_{min} = 30,8 mm
e_{max} = 129,2 mm

I = 17896923 mm⁴
W_{min} = 138543 mm³

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 2790 kN
$M_{y;Rd}$ = 33 kNm
$M_{w;Rd}$ = 19889 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 42,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 62 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	18785	127655	209263	18785	127655	-209263
BG 3 - (wind (90) + ijs)	34560	124088	230090	34560	124088	-230090
BG 1a - (wind (45 gr))	20655	67316	135180	18678	133783	-217562
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	35367	103131	216037	34457	126455	-232463
1a- Bundelbr.-(90 gr)	19765	89925	159324	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	23464	95728	176488	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	20734	64695	133966	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	24241	76762	160515	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1500 mm

R = 750,0 mm

Mast 161 : Lijnhoek = 2. α = 169,2 graden

hoek tussen lijnen 2. α = 169,2 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (750+80)) = 21,2 graden

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	61,1	41,7	61,1	41,7		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	65,3	46,9	65,3	46,9		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,8	27,9	63,6	43,2		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	59,8	45,0	66,1	47,3		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	45,7	32,2	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	50,2	35,9	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	37,2	27,8	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	44,5	33,4	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

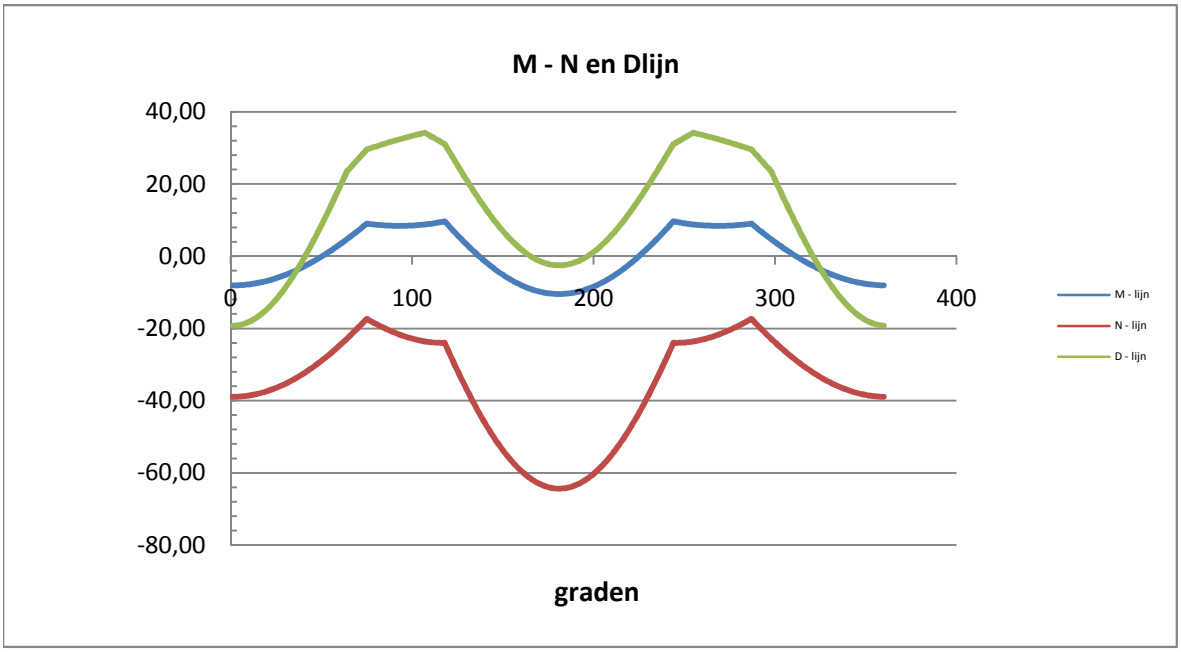
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr. + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-8,09	-38,94	-19,21	0,78	7,89
15,0	-7,31	-37,97	-16,32	2,29	23,29
30,0	-5,02	-35,12	-8,02	3,69	37,53
45,0	-1,34	-30,49	4,68	4,90	49,89
60,0	3,56	-24,30	20,22	5,39	54,88
75,0	8,95	-17,63	29,79	0,53	5,40
90,0	8,42	-21,29	32,13	0,32	3,22
105,0	8,74	-23,51	34,12	0,74	7,58
120,0	7,99	-27,35	28,58	7,58	77,19
135,0	0,41	-42,55	16,51	5,89	59,99
150,0	-5,48	-54,34	6,46	3,73	38,01
165,0	-9,21	-61,80	-0,17	1,28	13,01
180,0	-10,49	-64,36	-2,48	1,28	13,01
195,0	-9,21	-61,80	-0,17	3,73	38,01
210,0	-5,48	-54,34	6,46	5,89	59,99
225,0	0,41	-42,55	16,51	7,58	77,19
240,0	7,99	-27,35	28,58	0,74	7,58
255,0	8,74	-23,51	34,12	0,32	3,22
270,0	8,42	-21,29	32,13	0,53	5,40
285,0	8,95	-17,63	29,79	5,39	54,88
300,0	3,56	-24,30	20,22	4,90	49,89
315,0	-1,34	-30,49	4,68	3,69	37,53
330,0	-5,02	-35,12	-8,02	2,29	23,29
345,0	-7,31	-37,97	-16,32	0,77	7,86
360,0	-8,08	-38,94	-19,19	0,00	0,04

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 17896923 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	64,4	kN		N_{Rd} =	2790	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	10,49	kNm		M_{Rd} =	33	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	35,6	kNm		M_{Rd} =	19889	kNm
$V_{Ed;max}$ =	34,2	kN		V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 64,36 / 2790 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,5 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 10,49 / 32,8 = 0,32 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 75,7 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 34,24 / 369 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 12,7 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 64,36

V_{Ed} = 2,48

$\sigma_b + \sigma_N$ = 75,7 + 5,5 = 81,2 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

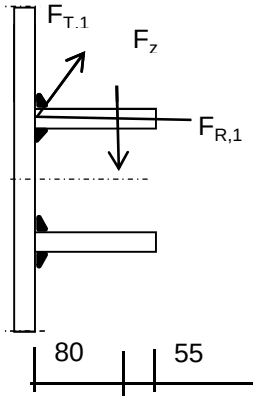
τ_z = 0,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 81 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)



$F_{R,1,h}$ = 65,32 kN

$F_{T,1,h}$ = 45,50 kN

F_z = 17,28 kN

$F_{Langs,Ed}$ = 77,19 kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,9 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 28,44 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 48,25 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 52,37 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 81,24 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 209,9 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{w;u;d} = f_{t;d} / (\beta * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

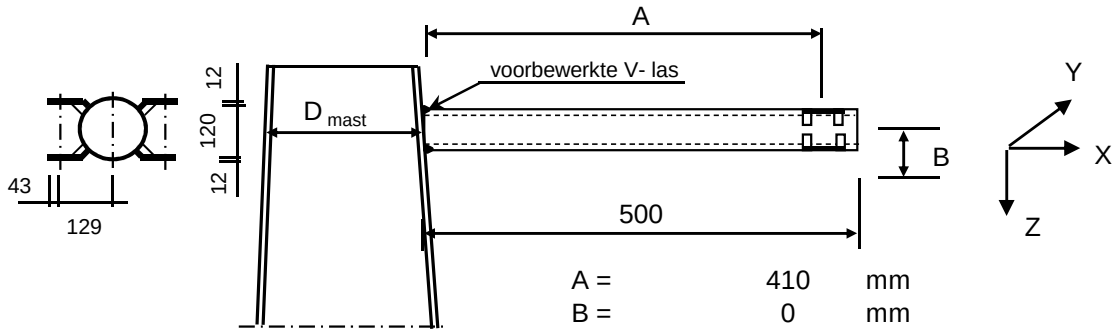
Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 209,9 / 302,2 = 0,69 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 81,2 / 244,8 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	410	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	519,0	mm
t_{mast} =	18	mm
Hoogte :	71,43	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV V10.0 - Appendix AE en AE1

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (wind (90 gr))	20807	33198	2400	20807	-33198	2400
BG 3 - (wind (90) + ijs)	32678	58339	10554	32678	-58339	10554
BG 1a - (wind (45 gr))	9134	17962	2689	21919	-34725	2388
BG 3 - (wind (45) + ijs)	26402	54947	10773	33367	-58934	10526
BG 1a - bundelbr. (90gr).	13717	23480	2527	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	21093	35855	4297	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (45gr).	8607	17614	2707	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	13851	28368	4573	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	14276	24233	2513	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	21883	36843	4273	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm	$M_{y,Ed}$ kNm	$M_{z,Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	41,61	0,00	4,80	0,00	1,97	0,00
BG 3 - (wind (90) + ijs)	65,36	0,00	21,11	0,00	8,65	0,00
BG 1a - (wind (45 gr))	31,05	16,76	5,08	0,00	2,08	6,87
BG 3 - (wind (45) + ijs)	59,77	3,99	21,30	0,00	8,73	1,63
BG 1a - bundelbr. (90gr).	13,72	23,48	2,53	0,00	1,04	9,63
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	21,09	35,85	4,30	0,00	1,76	14,70
BG 1a - bundelbr. (45gr).	8,61	17,61	2,71	0,00	1,11	7,22
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	13,85	28,37	4,57	0,00	1,87	11,63
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	14,28	24,23	2,51	0,00	1,03	9,94
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	**21,88**	**36,84**	**4,27**	**0,00**	**1,75**	**15,11**

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - bundelbreuk (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 1,75 / 36 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 11,4 N/mm²

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = 15,11 / 36 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 98,0 N/mm²

N_{Ed} / N_{Rd} = 21,88 / 953 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,4 N/mm²

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 4,27 / 275 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 2,1 N/mm²

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 36,84 / 275 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 18,3 N/mm²

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N$ = 104 N/mm²

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 109 N/mm² < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm² en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm² $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm²

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	519,0	18,0	28331	S355	355	3429797
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,32

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 14,4

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 6,88 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 16,09 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,01 of n_p = -0,013

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 1,00

$M_{ip,1,Rd}$ = 76,7 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 69,7 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 8,73 / 69,7 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 47,1 kNm

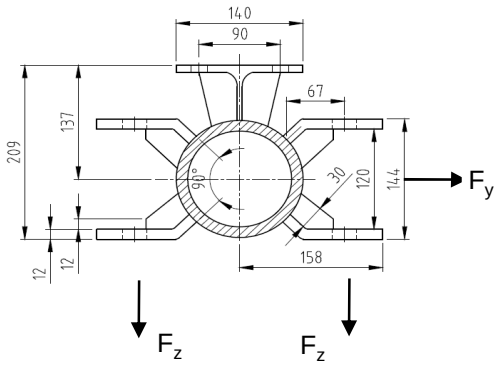
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

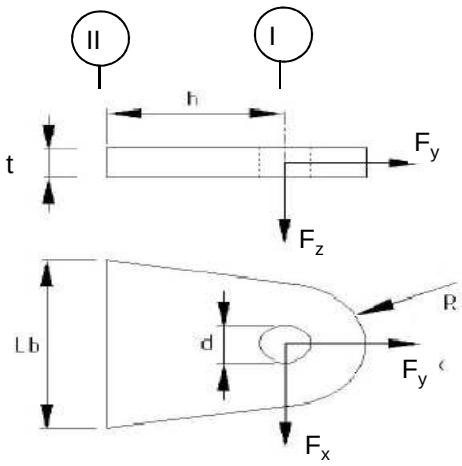
$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 69,7 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 15,11 / 47,1 = 0,32 < 1,0 -- Voldoet

9.2,2 - Berekening clip bliksemdraad (clip type 2)





R =	42	mm ;	t =	12	mm
Lb =	120	mm ;	d =	27	mm
h =	65	mm ;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (wind (90 gr))	20,81	33,20	2,40
BG 3 - (wind (90) + ijs)	**32,68**	**58,34**	**10,55**
BG 1a - (wind (45 gr))	9,13	17,96	2,69
BG 3 - (wind (45) + ijs)	26,40	54,95	10,77

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

Per clip :	**16,34**	**29,17**	**10,55**

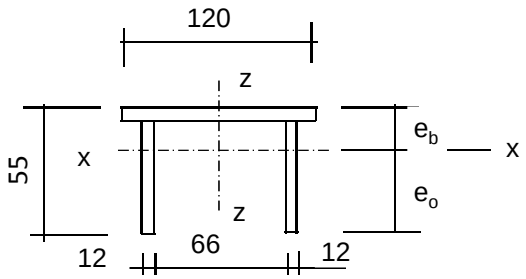
Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 29,6 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 43 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips



e_b =	17,5	mm
e_o =	37,5	mm
A =	2472	mm^2
A_{schot} =	1032	mm^3

I_x =	630925	mm^4	I_z =	3310056	mm^4
$W_{x,min}$ =	16816	mm^3	W_z =	55168	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	585	kN
$M_{x,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	4,0	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	10,5	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	141,0	kN
$V_{x,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	196,8	kN

N_{Ed} =	29,17	kN	$M_{z,Ed} = V_{x,Ed} * h$ =	1,06	kNm
$V_{z,Ed}$ =	10,55	kN	$M_{x,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,69	kNm
$V_{x,Ed}$ =	16,34	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	29,17	/	585	=	0,05	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		11,8	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	1,06	/	10,5	=	0,10	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		23,9	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	0,69	/	4,0	=	0,17	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		40,8	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	10,55	/	141	/	0,07	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		10,2	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	16,34	/	197	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		11,3	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 76,4 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 81 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a =	5	mm	t =	12	mm
			t_1 =	12	mm

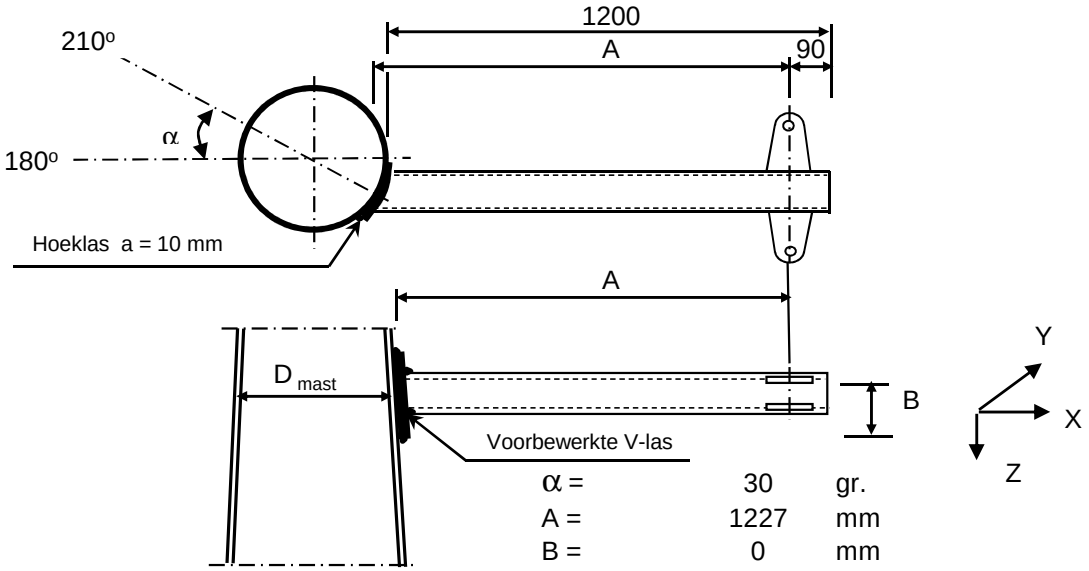
Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =			64,9	N/mm^2
τ_1 =			64,9	N/mm^2
τ_2 =	0		13,6	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=	131,9	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	131,9	/	302,2	=	0,44	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	64,9	/	244,8	=	0,26	< 1,0 -- Voldoet

9.3 - Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"



α =	30	gr.
A =	1227	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	1750	mm
t_{mast} =	28	mm
Hoogte :	34,5	m

Buisgegevens

Buis Ø273 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	6660	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	1576	kN
$W_y = W_z$ =	4,29E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	101,5	kNm
W_x =	8,57E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	101,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	117,2	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	455,0	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV V10.0 - Appendix AE en AE1

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (wind (90 gr))	33812	55912	5115	33812	-55912	5115
BG 3 - (wind (90) + ijs)	61006	113803	21514	61006	-113803	21514
BG 1a - (wind (45 gr))	18213	36696	5601	35420	-58113	5086
BG 3 - (wind (45) + ijs)	52800	110805	21765	61891	-114421	21478
BG 1a - bundelbr. (90gr).	23997	42834	5377	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	37030	65807	8988	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (45gr).	17545	36396	5620	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	27798	57677	9355	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	24735	43768	5352	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	38072	67021	8949	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm	$M_{y,Ed}$ kNm	$M_{z,Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	67,62	0,00	10,23	0,00	12,56	0,00
BG 3 - (wind (90) + ijs)	122,01	0,00	43,03	0,00	52,80	0,00
BG 1a - (wind (45 gr))	53,63	21,42	10,69	0,00	13,12	26,28
BG 3 - (wind (45) + ijs)	114,69	3,62	43,24	0,00	53,07	4,44
BG 1a - bundelbr. (90gr).	24,00	42,83	5,38	0,00	6,60	52,57
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	37,03	65,81	8,99	0,00	11,03	80,76
BG 1a - bundelbr. (45gr).	17,54	36,40	5,62	0,00	6,90	44,67
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	27,80	57,68	9,35	0,00	11,48	70,78
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	24,73	43,77	5,35	0,00	6,57	53,71
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	**38,07**	**67,02**	**8,95**	**0,00**	**10,98**	**82,25**

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - bundelbreuk (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 10,98 / 101 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 25,6 N/mm^2

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = 82,25 / 101 = 0,81 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 191,9 N/mm^2

N_{Ed} / N_{Rd} = 38,07 / 1576 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,7 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 8,95 / 455 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 2,7 N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 67,02 / 455 = 0,15 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 20,1 N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N$ = 199 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 202 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \le f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \le 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

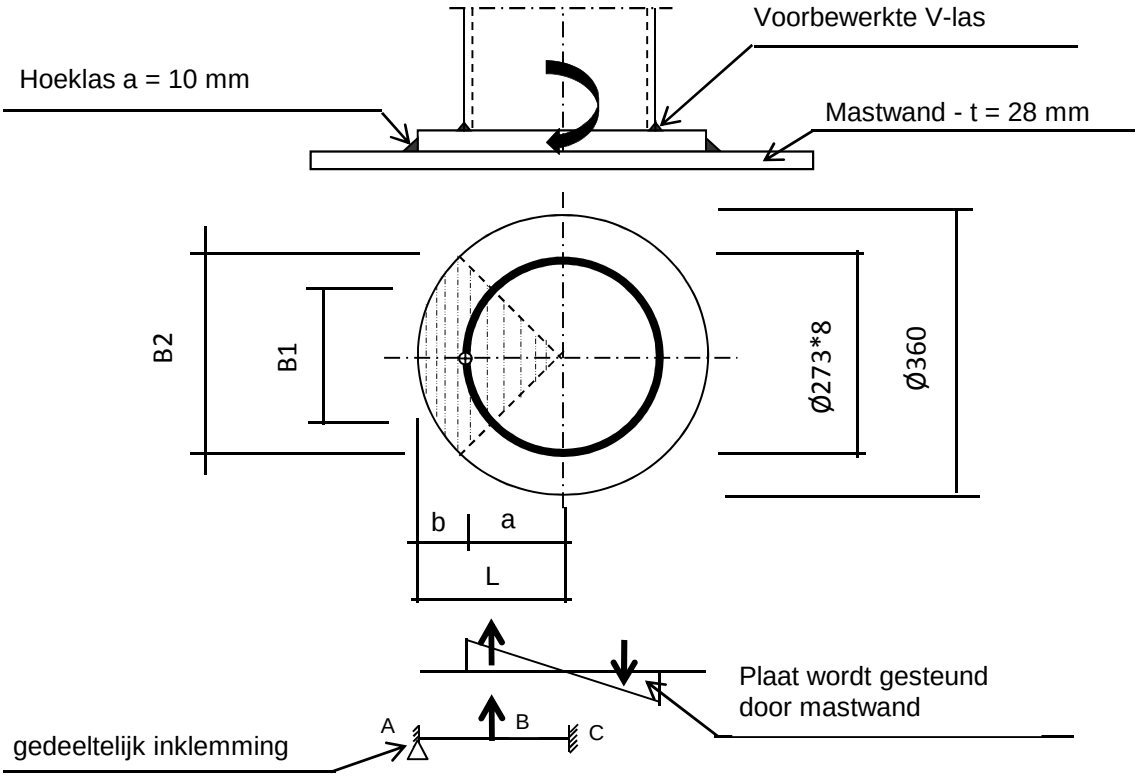
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 273*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond 360 * 25 - S355

Buis Ø273 * 8 - S355 ; A = 6660 mm^2
W = 428697 mm^3
I = 58517143 mm^4
R = 137 mm

Hoeklas a= 10,0 mm
$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{ed,max} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5}$ = 83,0 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 275,1 kN

a = R_{buis} = 136,5
b = R_{pl} - a = 43,5

B1 = 193,0 mm ; Boog B1 = 214 mm
B2 = 254,6 mm ; Boog B2 = 283 mm

Percentage inklemming= a_{las} / t_{pl} = 40,0%
Percentage vrij oplegging = 60,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 0,00 kNm
$M_{B;Ed} = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3)$ = 7,71 kNm
$R_{A;Ed} = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L)$ = 177,3 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed} = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) =$ 6,88 kNm

$M_{B;Ed} = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) =$ 3,33 kNm

$R_{A;Ed} = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) =$ 234,7 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed} =$ 0,0 * 60,0% + 6,9 * 40,0% = 2,75 kNm

$M_{B;Ed} =$ 7,7 * 60,0% + 3,3 * 40,0% = 5,96 kNm

$R_{A;Ed} =$ 177,3 * 60,0% + 234,7 * 40,0% = 200,3 kN

$M_{A;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B2} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 10,46 kNm

$M_{B;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B1} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 7,93 kNm

$M_{A,Ed} / M_{A,Rd} =$ 2,75 / 10,46 = 0,26 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A} =$ 62,3 N/mm^2

$M_{B,Ed} / M_{B,Rd} =$ 5,96 / 7,93 = 0,75 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B} =$ 177,8 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

$V_{Ed} =$ 200,3 kN

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B2} =$ 28,3 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B1} =$ 37,4 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max} = \{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5} =$ 189,3 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 110,1 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 50,1 N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	110,1	+	50,1	=		160,2	N/mm^2
$\tau_{1,max}$ =	110,1	-	50,1	=		60,1	N/mm^2
$\tau_2 = 0$							
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=		191,0	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	191,0	/	302,2	=	0,63	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	160,2	/	244,8	=	0,65	< 1,0	-- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1750,0	28,0	151475	S355	355	64183606
Plaat	360,0		101788	S355	355	4580442

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,21

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 31,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 434,0 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 15807,4 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,70 of n_p = -0,686

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,64

$M_{ip,1,Rd}$ = 239,1 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 495,8 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 53,07 / 239,1 = 0,22 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 138,9 kNm

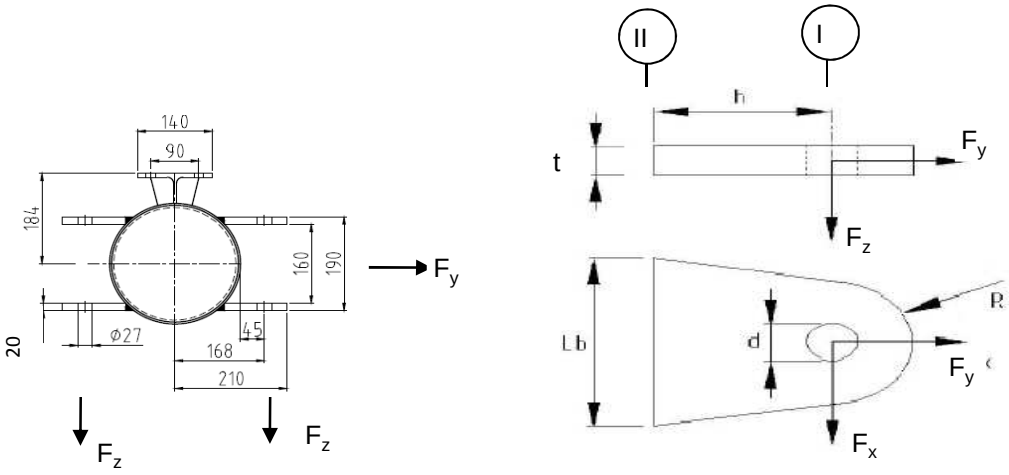
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 495,8 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 82,25 / 138,9 = 0,59 < 1,0 -- Voldoet

9.3,2 - Berekening clip "Retourstroomgeleider" (clip type 2)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	140	mm ;	d =	27	mm
h =	75	mm ;	a las =	voorbewerkte V-las	

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (wind (90 gr))	33,81	55,91	5,12
BG 3 - (wind (90) + ijs)	**61,01**	**113,80**	**21,51**
BG 1a - (wind (45 gr))	18,21	36,70	5,60
BG 3 - (wind (45) + ijs)	52,80	110,81	21,76

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

Per clip :	**30,50**	**56,90**	**21,51**

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 57,9 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 51 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	663	kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	15,5	kNm
W_x =	9,33E+03	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	2,2	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	382,6	kN

N_{Ed} =	56,90	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{x,Ed}$ * h =	2,29	kNm
$V_{z,Ed}$ =	21,51	kN	$M_{x,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h =	1,61	kNm
$V_{x,Ed}$ =	30,50	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	56,90	/	663	=	0,09	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		20,3	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	2,29	/	15,5	=	0,15	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		35,0	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	1,61	/	2,2	=	0,73	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		172,9	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	21,51	/	383	/	0,06	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		7,7	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	30,50	/	383	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		10,9	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 228,2 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 229 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

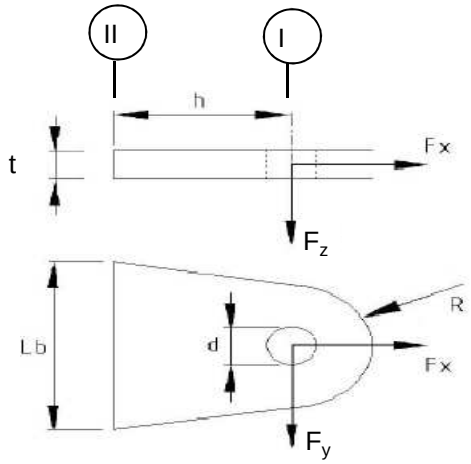
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm ;	t =	20	mm
Lb =	110	mm ;	d =	27	mm
h =	55	mm ;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 200 kN	141,42	141,42	0,00
of	0,00	200,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van de gat (twee clips)

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 100,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 60 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips (twee clips)

A =	2200	mm^2	$N_{Rd} = A * f_y$ =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd} = W_y * f_y$ =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd} = W_z * f_y$ =	1,7	kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	70,71	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	3,889	kNm
$V_{y,Ed}$ =	70,71	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 70,71 / 521 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 32,1 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 3,89 / 10 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 96,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 70,71 / 301 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 32,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 32,1 + 96,4 } = 128,6 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 140 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN
$V_{y,Ed}$ = 100,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 5,500 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 5,50 / 10 = 0,58 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 136,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 100,00 / 301 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 45,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 157 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	2883,3	32,0	286647	S355	355	202089466
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 1264,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 48949,9 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,69 of $n_p =$ -0,670

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,65

$N_{1,Rd} =$ 791,2 kN ---> > N1,Ed ; voldoet

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 70,71 / 791,2 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 87,0 kNm ---> > M1,Ed ; voldoet

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,89 / 87,0 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

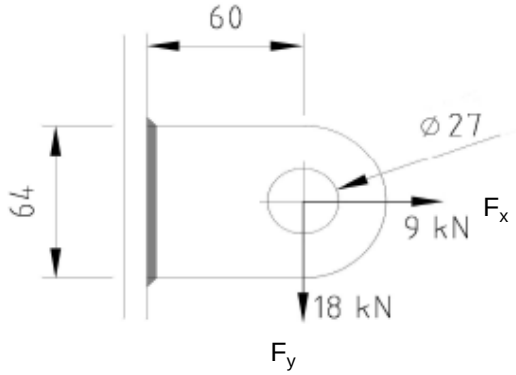
$N_{1,Ed} =$ 70,71 kN ; $M_{1,Ed} =$ 3,889 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 2571 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 8745 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8

Clip hoogte:
71,43 - 69,93 - 61,8 - 59,3 - 51,8 - 49,3 - 41,8 en 39,3 m



R =	32	mm ;	t =	20	mm
Lb =	64	mm ;	d =	27	mm
h =	60	mm ;	a las =	5	mm - hoeklas

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)
Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN

N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	9,00	/	303	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		7,0	N/mm^2
$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ =	1,08	/	3	=	0,33	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		79,1	N/mm^2
$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ =	18,00	/	175	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		14,1	N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 = 121,8 N/mm^2

τ_1 = 121,8 N/mm^2

τ_2 = 0 28,1 N/mm^2

σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 248,4 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 248,4 / 302,2 = 0,82 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 121,8 / 244,8 = 0,50 < 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 39.3 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1590,0	28,0	137401	S355	355	52727042
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 354,3 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 11545,8 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,62 of $n_p =$ -0,610

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,70

$N_{1,Rd} =$ 652,1 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 652,1 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 41,7 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 41,7 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 7652 N/mm' ---> voldoet

Clip op 69,93 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	569,0	18,0	31158	S355	355	4160717
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,11 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,11

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 36,6 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 571,6 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,39 of $n_p =$ -0,384

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,84

$N_{1,Rd} =$ 330,0 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 330,0 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 21,1 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 21,1 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

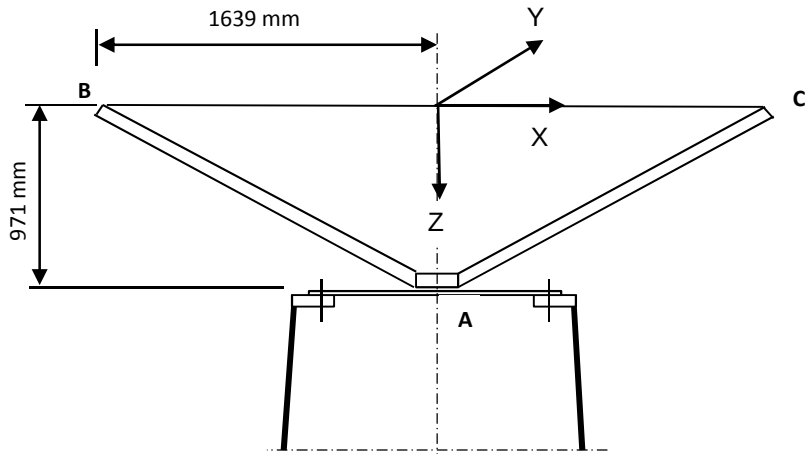
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



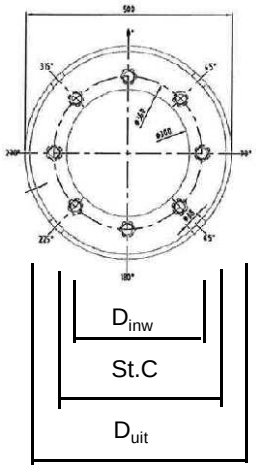
Buis rond 500 * 18

Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed}$ = $F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;



D-uitwendig	500	mm
D-inwendig	300	mm
StC	360	mm
plaat dikte t =	30	mm
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2
Aantal bouten	8	
BoutenM24 - 8,8		

M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03	/ 1,5	=	135,4	kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36	/ 1,5	=	90,2	kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

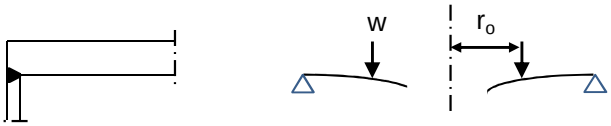
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

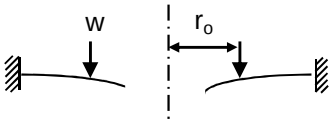
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} = 60,0%

Percentage vrij oplegging = 40,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ = 519230769

$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ = 0,3859

$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ = 0,9733

$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ = 0,4853

$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ = 0,0031

$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ = 0,0316

$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ = 0,2144

$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor $r = r_o$ = 0,1668

$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ = 0,0001

M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ = 922 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 21060 Nmm/mm'

$M_{ra;max,Ed}$ = 21982 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'

Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 21982 / 35500 = 0,62 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 146,5 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 150 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 18 - S355 ;

A = 27256 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 9676 kN

$W_y = W_z$ = 3,17E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 1125,6 kNm

N_{Ed} = 35 kN

$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 9676 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 1,3 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 1126 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 22,7 N/mm^2

σ_{max} = 24,0 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

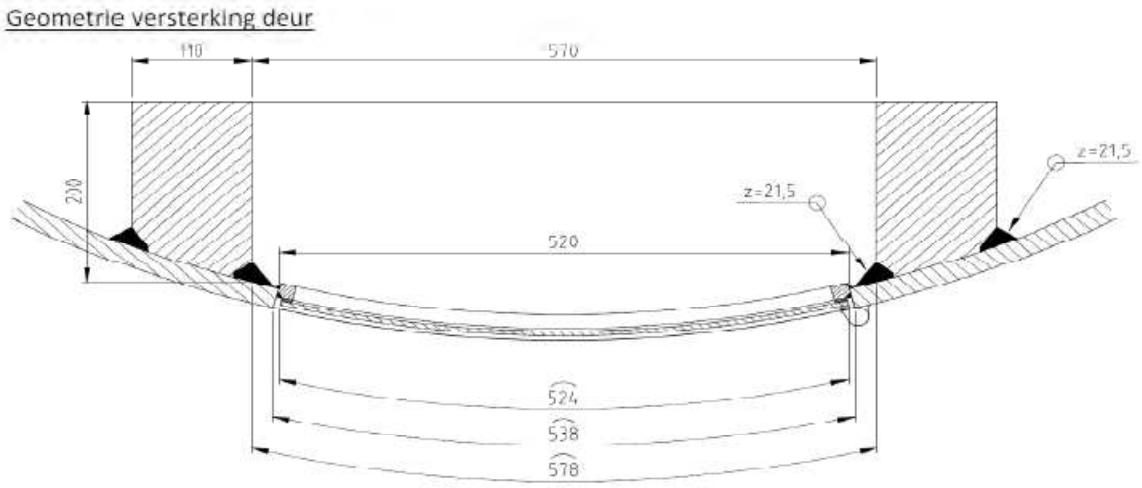
γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

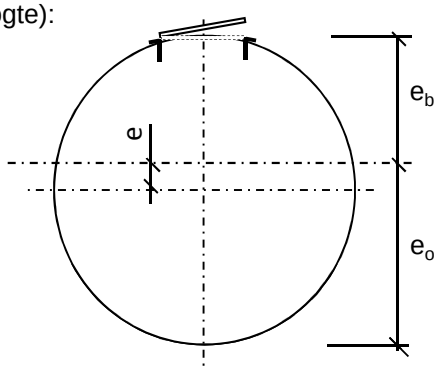
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter :	2859	mm
dikte t ;	32	mm

A_{buis} =	284218	mm^2
$A_{versterking}$ =	40963	mm^2
$A_{verlies}$ =	16546	mm^2
A_{tot} =	308634	mm^2

e =	92,0	mm			
e_b =	1337,5	mm ;	e_o =	1521,6	mm

I_{tot} =	3,14E+11	mm^4
W_{min} =	2,06E+08	mm^3
W_{max} =	2,35E+08	mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 33 (inclusief 2e orde effect)

M_{Ed} =	49537	kNm ;	N_{Ed} =	1265 kN

σ_N =	N_{Ed} / A_{tot} =	4,1	N/mm^2
σ_b =	M_{Ed} / W_{min} =	240,1	N/mm^2

σ_{max} = 4,1 + 240,1 = 244,2 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 V10,0 - 18 -11-2013

bijlage AE, AE1 en AE2

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Appendix AE

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	20521	70817	137853	20521	70817	-137853
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20551	70077	137220	20551	70077	-137220
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20585	69190	136505	20585	69190	-136505
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2660	9854	18650	2660	9854	-18650
	Comp. gl	5568	19105	37363	5568	19105	-37363
1b	380C1F1 / 380C2F1	21291	73020	153791	21291	73020	-153791
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21293	72930	153789	21293	72930	-153789
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21294	72821	153791	21294	72821	-153791
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2774	9516	19911	2774	9516	-19911
	Comp. gl	5746	19377	40834	5746	19377	-40834
3	380C1F1 / 380C2F1	35340	104437	216136	35340	104437	-216136
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	35346	104171	216098	35346	104171	-216098
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	35353	103845	216063	35353	103845	-216063
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	10766	26811	54945	10766	26811	-54945
	Comp. gl	21757	53364	110739	21757	53364	-110739
4	380C1F1 / 380C2F1	24365	73802	155465	24365	73802	-155465
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24367	73715	155471	24367	73715	-155471
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24368	73610	155482	24368	73610	-155482
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3606	10790	22642	3606	10790	-22642
	Comp. gl	7411	22001	46460	7411	22001	-46460
6	380C1F1 / 380C2F1	23267	68714	147358	23267	68714	-147358
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23267	68714	147358	23267	68714	-147358
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	23267	68714	147358	23267	68714	-147358
	GW / opgw	3042	9033	19370	3042	9033	-19370
	Comp. gl	6308	18706	40115	6308	18706	-40115
1a	380C1F1 / 380C2F1	20655	67316	135180	18678	133783	-217562
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20669	66909	134934	18783	127798	-209458
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20685	66420	134662	18928	120398	-199459
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2689	9134	17962	2388	21919	-34725
	Comp. gl	5601	18213	36696	5086	35420	-58113
1b	380C1F1 / 380C2F1	21298	72578	153808	21014	80120	-157968
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21299	72523	153815	21049	79377	-157317
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21300	72455	153826	21090	78487	-156581
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2776	9432	19903	2715	10959	-21049
	Comp. gl	5747	19264	40839	5680	21188	-41873
3	380C1F1 / 380C2F1	35367	103131	216037	34457	126455	-232463
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	35370	102970	216042	34558	124142	-230144
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	35373	102773	216053	34680	121365	-227465
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	10773	26402	54947	10526	33367	-58934
	Comp. gl	21765	52800	110805	21478	61891	-114421
4	380C1F1 / 380C2F1	24371	73374	155516	24166	80308	-158363
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24371	73321	155527	24192	79641	-157877
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24372	73255	155540	24222	78841	-157333
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3607	10712	22647	3566	12013	-23309
	Comp. gl	7413	21894	46478	7369	23584	-47009
1a	380C1F1 / 380C2F1	18785	127655	209263	18785	127655	-209263
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18892	122106	201763	18892	122106	-201763

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) **Appendix AE**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19040	115260	192543	19040	115260	-192543
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2400	20807	33198	2400	20807	-33198
	Comp. gl	5115	33812	55912	5115	33812	-55912
1b	380C1F1 / 380C2F1	21050	79359	157302	21050	79359	-157302
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21081	78689	156744	21081	78689	-156744
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21118	77887	156114	21118	77887	-156114
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2722	10801	20881	2722	10801	-20881
	Comp. gl	5689	20994	41706	5689	20994	-41706
3	380C1F1 / 380C2F1	34560	124088	230090	34560	124088	-230090
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	34652	121998	228064	34652	121998	-228064
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	34763	119490	225734	34763	119490	-225734
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	10554	32678	58339	10554	32678	-58339
	Comp. gl	21514	61006	113803	21514	61006	-113803
4	380C1F1 / 380C2F1	24193	79625	157866	24193	79625	-157866
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24216	79023	157453	24216	79023	-157453
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24242	78299	156992	24242	78299	-156992
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3571	11883	23201	3571	11883	-23201
	Comp. gl	7374	23421	46907	7374	23421	-46907
1a	380C1F1 / 380C2F1	18678	133783	217562	20655	67316	-135180
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18783	127798	209458	20669	66909	-134934
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	18928	120398	199459	20685	66420	-134662
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2388	21919	34725	2689	9134	-17962
	Comp. gl	5086	35420	58113	5601	18213	-36696
1b	380C1F1 / 380C2F1	21014	80120	157968	21298	72578	-153808
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21049	79377	157317	21299	72523	-153815
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21090	78487	156581	21300	72455	-153826
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2715	10959	21049	2776	9432	-19903
	Comp. gl	5680	21188	41873	5747	19264	-40839
3	380C1F1 / 380C2F1	34457	126455	232463	35367	103131	-216037
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	34558	124142	230144	35370	102970	-216042
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	34680	121365	227465	35373	102773	-216053
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	10526	33367	58934	10773	26402	-54947
0	Comp. gl	21478	61891	114421	21765	52800	-110805
4	380C1F1 / 380C2F1	24166	80308	158363	24371	73374	-155516
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24192	79641	157877	24371	73321	-155527
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24222	78841	157333	24372	73255	-155540
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3566	12013	23309	3607	10712	-22647
	Comp. gl	7369	23584	47009	7413	21894	-46478
1a	380C1F1 / 380C2F1	15404	58916	112334	15404	58916	-112334
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15441	58036	111402	15441	58036	-111402
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15484	56985	110333	15484	56985	-110333
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1985	8360	15446	1985	8360	-15446
	Comp. gl	4180	15781	30235	4180	15781	-30235
1b	380C1F1 / 380C2F1	16204	59319	124410	16204	59319	-124410
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	59222	124392	16206	59222	-124392
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16209	59103	124375	16209	59103	-124375
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2106	7671	15954	2106	7671	-15954

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Appendix AE

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
	Comp. gl	4363	15583	32696	4363	15583	-32696
3	380C1F1 / 380C2F1	30394	93348	192357	30394	93348	-192357
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	30402	93067	192288	30402	93067	-192288
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	30410	92726	192219	30410	92726	-192219
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	10138	25681	52521	10138	25681	-52521
	Comp. gl	20456	51018	105707	20456	51018	-105707
4	380C1F1 / 380C2F1	19350	61293	128640	19350	61293	-128640
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19351	61202	128636	19351	61202	-128636
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19353	61090	128635	19353	61090	-128635
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2951	9169	19167	2951	9169	-19167
	Comp. gl	6055	18654	39282	6055	18654	-39282
6	380C1F1 / 380C2F1	15721	49434	106011	15721	49434	-106011
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15721	49434	106011	15721	49434	-106011
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	15721	49434	106011	15721	49434	-106011
	GW / opgw	2052	6441	13813	2052	6441	-13813
	Comp. gl	4257	13367	28666	4257	13367	-28666
1a	380C1F1 / 380C2F1	15573	54776	108291	13772	129062	-207442
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15591	54301	107899	13844	122726	-198585
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15613	53733	107457	13946	114832	-187528
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2019	7504	14466	1765	21457	-33735
	Comp. gl	4221	14729	29224	3748	34031	-55136
1b	380C1F1 / 380C2F1	16214	58844	124356	15835	67625	-131175
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16215	58785	124356	15880	66732	-130204
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16217	58714	124358	15933	65665	-129088
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2108	7579	15929	2031	9382	-17668
	Comp. gl	4365	15461	32684	4277	17694	-34381
3	380C1F1 / 380C2F1	30427	91981	192126	29399	117316	-212871
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	30430	91814	192118	29507	114787	-210087
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	30433	91610	192114	29639	111746	-206842
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	10146	25265	52510	9886	32432	-56932
	Comp. gl	20464	50447	105759	20159	59779	-109896
4	380C1F1 / 380C2F1	19356	60845	128647	19097	68566	-133185
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19357	60790	128653	19129	67801	-132488
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19358	60721	128662	19166	66885	-131697
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2953	9088	19164	2903	10524	-20116
	Comp. gl	6057	18543	39292	6002	20381	-40141
1a	380C1F1 / 380C2F1	13846	122573	198372	13846	122573	-198372
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	13921	116660	190090	13921	116660	-190090
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14027	109306	179779	14027	109306	-179779
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1773	20306	32125	1773	20306	-32125
	Comp. gl	3769	32321	52715	3769	32321	-52715
1b	380C1F1 / 380C2F1	15881	66711	130181	15881	66711	-130181
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15921	65908	129337	15921	65908	-129337
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15968	64949	128371	15968	64949	-128371
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2039	9193	17433	2039	9193	-17433
	Comp. gl	4287	17462	34131	4287	17462	-34131
3	380C1F1 / 380C2F1	29510	114727	210022	29510	114727	-210022

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) **Appendix AE**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29609	112439	207570	29609	112439	-207570
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	29730	109691	204725	29730	109691	-204725
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	9915	31721	56288	9915	31721	-56288
	Comp. gl	20196	58866	109214	20196	58866	-109214
4	380C1F1 / 380C2F1	19129	67783	132472	19129	67783	-132472
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19158	67094	131873	19158	67094	-131873
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19191	66269	131195	19191	66269	-131195
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2909	10377	19972	2909	10377	-19972
	Comp. gl	6009	20198	39998	6009	20198	-39998
1a	380C1F1 / 380C2F1	13772	129062	207442	15573	54776	-108291
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	13844	122726	198585	15591	54301	-107899
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	13946	114832	187528	15613	53733	-107457
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1765	21457	33735	2019	7504	-14466
	Comp. gl	3748	34031	55136	4221	14729	-29224
1b	380C1F1 / 380C2F1	15835	67625	131175	16214	58844	-124356
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15880	66732	130204	16215	58785	-124356
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15933	65665	129088	16217	58714	-124358
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2031	9382	17668	2108	7579	-15929
	Comp. gl	4277	17694	34381	4365	15461	-32684
3	380C1F1 / 380C2F1	29399	117316	212871	30427	91981	-192126
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29507	114787	210087	30430	91814	-192118
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	29639	111746	206842	30433	91610	-192114
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	9886	32432	56932	10146	25265	-52510
0	Comp. gl	20159	59779	109896	20464	50447	-105759
4	380C1F1 / 380C2F1	19097	68566	133185	19356	60845	-128647
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19129	67801	132488	19357	60790	-128653
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19166	66885	131697	19358	60721	-128662
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2903	10524	20116	2953	9088	-19164
	Comp. gl	6002	20381	40141	6057	18543	-39292

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Appendix AE1

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	20694	66121	134510	20694	66121	-134510
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20703	65825	134370	20703	65825	-134370
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20714	65466	134219	20714	65466	-134219
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2697	8891	17777	2697	8891	-17777
	Comp. gl	5611	17909	36530	5611	17909	-36530
1b	380C1F1 / 380C2F1	21295	72760	153793	21295	72760	-153793
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21297	72691	153798	21297	72691	-153798
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21298	72606	153805	21298	72606	-153805
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2775	9466	19904	2775	9466	-19904
	Comp. gl	5747	19311	40835	5747	19311	-40835
3	380C1F1 / 380C2F1	24214	77879	160751	24214	77879	-160751
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24220	77649	160684	24220	77649	-160684
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24227	77370	160615	24227	77370	-160615
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	4559	14266	28555	4559	14266	-28555
	Comp. gl	9341	28340	57819	9341	28340	-57819
4	380C1F1 / 380C2F1	23664	71834	151805	23664	71834	-151805
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23665	71766	151814	23665	71766	-151814
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23666	71684	151826	23666	71684	-151826
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3430	10315	21723	3430	10315	-21723
	Comp. gl	7060	21084	44637	7060	21084	-44637
6	380C1F1 / 380C2F1	23267	68714	147358	23267	68714	-147358
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23267	68714	147358	23267	68714	-147358
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	23267	68714	147358	23267	68714	-147358
	GW / opgw	3042	9033	19370	3042	9033	-19370
	Comp. gl	6308	18706	40115	6308	18706	-40115
1a	380C1F1 / 380C2F1	20734	64695	133966	19666	92787	-162944
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20738	64524	133925	19762	89992	-159407
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20743	64317	133884	19885	86611	-155207
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2707	8607	17614	2513	14276	-24233
	Comp. gl	5620	17545	36396	5352	24735	-43768
1b	380C1F1 / 380C2F1	21300	72417	153832	21112	78006	-156205
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21301	72375	153840	21136	77466	-155803
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21301	72322	153851	21164	76819	-155352
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2776	9402	19904	2735	10520	-20599
	Comp. gl	5748	19223	40846	5704	20650	-41431
3	380C1F1 / 380C2F1	24241	76762	160515	23371	97906	-178997
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24244	76626	160503	23462	95778	-176546
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24247	76460	160494	23574	93222	-173684
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	4573	13851	28368	4273	21883	-36843
	Comp. gl	9355	27798	57677	8949	38072	-67021
4	380C1F1 / 380C2F1	23667	71499	151862	23529	76746	-153497
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23668	71457	151872	23547	76251	-153190
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23668	71405	151885	23568	75654	-152849
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3431	10254	21729	3403	11242	-22145
	Comp. gl	7061	20999	44655	7031	22294	-44957
1a	380C1F1 / 380C2F1	19765	89925	159324	19765	89925	-159324
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19856	87384	156158	19856	87384	-156158

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Appendix AE1

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19971	84315	152416	19971	84315	-152416
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2527	13717	23480	2527	13717	-23480
	Comp. gl	5377	23997	42834	5377	23997	-42834
1b	380C1F1 / 380C2F1	21137	77454	155793	21137	77454	-155793
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21158	76967	155451	21158	76967	-155451
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21182	76382	155070	21182	76382	-155070
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2740	10406	20491	2740	10406	-20491
	Comp. gl	5709	20509	41328	5709	20509	-41328
3	380C1F1 / 380C2F1	23464	95728	176488	23464	95728	-176488
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23548	93804	174327	23548	93804	-174327
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23650	91496	171814	23650	91496	-171814
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	4297	21093	35855	4297	21093	-35855
	Comp. gl	8988	37030	65807	8988	37030	-65807
4	380C1F1 / 380C2F1	23547	76239	153183	23547	76239	-153183
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23563	75790	152924	23563	75790	-152924
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23581	75250	152638	23581	75250	-152638
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3406	11144	22073	3406	11144	-22073
	Comp. gl	7035	22171	44891	7035	22171	-44891
1a	380C1F1 / 380C2F1	19666	92787	162944	20734	64695	-133966
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19762	89992	159407	20738	64524	-133925
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19885	86611	155207	20743	64317	-133884
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2513	14276	24233	2707	8607	-17614
	Comp. gl	5352	24735	43768	5620	17545	-36396
1b	380C1F1 / 380C2F1	21112	78006	156205	21300	72417	-153832
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21136	77466	155803	21301	72375	-153840
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21164	76819	155352	21301	72322	-153851
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2735	10520	20599	2776	9402	-19904
	Comp. gl	5704	20650	41431	5748	19223	-40846
3	380C1F1 / 380C2F1	23371	97906	178997	24241	76762	-160515
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23462	95778	176546	24244	76626	-160503
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23574	93222	173684	24247	76460	-160494
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	4273	21883	36843	4573	13851	-28368
0	Comp. gl	8949	38072	67021	9355	27798	-57677
4	380C1F1 / 380C2F1	23529	76746	153497	23667	71499	-151862
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23547	76251	153190	23668	71457	-151872
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23568	75654	152849	23668	71405	-151885
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3403	11242	22145	3431	10254	-21729
	Comp. gl	7031	22294	44957	7061	20999	-44655
1a	380C1F1 / 380C2F1	15625	53388	107205	15625	53388	-107205
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15637	53047	106970	15637	53047	-106970
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15651	52637	106709	15651	52637	-106709
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2031	7218	14188	2031	7218	-14188
	Comp. gl	4234	14376	28955	4234	14376	-28955
1b	380C1F1 / 380C2F1	16211	59038	124368	16211	59038	-124368
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16212	58964	124361	16212	58964	-124361
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16214	58874	124357	16214	58874	-124357
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2107	7617	15937	2107	7617	-15937

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Appendix AE1

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
	Comp. gl	4364	15511	32686	4364	15511	-32686
3	380C1F1 / 380C2F1	19171	65274	133721	19171	65274	-133721
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19180	65020	133602	19180	65020	-133602
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19189	64713	133474	19189	64713	-133474
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3906	12796	25403	3906	12796	-25403
	Comp. gl	7992	25254	51200	7992	25254	-51200
4	380C1F1 / 380C2F1	18642	59191	124693	18642	59191	-124693
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18643	59120	124694	18643	59120	-124694
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18644	59034	124699	18644	59034	-124699
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2774	8667	18188	2774	8667	-18188
	Comp. gl	5701	17683	37343	5701	17683	-37343
6	380C1F1 / 380C2F1	15721	49434	106011	15721	49434	-106011
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15721	49434	106011	15721	49434	-106011
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	15721	49434	106011	15721	49434	-106011
	GW / opgw	2052	6441	13813	2052	6441	-13813
	Comp. gl	4257	13367	28666	4257	13367	-28666
1a	380C1F1 / 380C2F1	15679	51766	106240	14527	84525	-145232
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15684	51575	106156	14612	81352	-140885
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15690	51345	106067	14725	77481	-135633
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2043	6888	13926	1851	13386	-22325
	Comp. gl	4247	13964	28717	3954	22362	-38681
1b	380C1F1 / 380C2F1	16217	58674	124360	15961	65091	-128511
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16218	58629	124364	15992	64448	-127886
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16219	58574	124370	16029	63680	-127176
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2109	7547	15925	2055	8856	-17029
	Comp. gl	4366	15418	32686	4306	17050	-33713
3	380C1F1 / 380C2F1	19207	64051	133258	18205	88309	-158423
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19211	63905	133224	18298	85877	-155316
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19215	63727	133189	18416	82940	-151638
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3922	12349	25147	3616	21037	-35030
	Comp. gl	8009	24678	50985	7571	35881	-62325
4	380C1F1 / 380C2F1	18646	58842	124720	18467	64649	-127555
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18647	58799	124726	18490	64082	-127095
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18647	58745	124736	18516	63402	-126576
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2775	8603	18190	2740	9693	-18824
	Comp. gl	5702	17595	37355	5664	19000	-37892
1a	380C1F1 / 380C2F1	14614	81277	140782	14614	81277	-140782
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14698	78369	136831	14698	78369	-136831
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14808	74830	132079	14808	74830	-132079
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1862	12773	21455	1862	12773	-21455
	Comp. gl	3978	21520	37523	3978	21520	-37523
1b	380C1F1 / 380C2F1	15993	64433	127872	15993	64433	-127872
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16021	63854	127334	16021	63854	-127334
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16054	63163	126724	16054	63163	-126724
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2061	8718	16872	2061	8718	-16872
	Comp. gl	4314	16883	33553	4314	16883	-33553
3	380C1F1 / 380C2F1	18300	85819	155243	18300	85819	-155243

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) **Appendix AE1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18388	83610	152470	18388	83610	-152470
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18498	80949	149199	18498	80949	-149199
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3637	20200	33939	3637	20200	-33939
	Comp. gl	7610	34753	60925	7610	34753	-60925
4	380C1F1 / 380C2F1	18491	64068	127084	18491	64068	-127084
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18510	63557	126691	18510	63557	-126691
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18534	62944	126249	18534	62944	-126249
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2745	9582	18724	2745	9582	-18724
	Comp. gl	5669	18862	37795	5669	18862	-37795
1a	380C1F1 / 380C2F1	14527	84525	145232	15679	51766	-106240
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14612	81352	140885	15684	51575	-106156
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14725	77481	135633	15690	51345	-106067
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1851	13386	22325	2043	6888	-13926
	Comp. gl	3954	22362	38681	4247	13964	-28717
1b	380C1F1 / 380C2F1	15961	65091	128511	16217	58674	-124360
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15992	64448	127886	16218	58629	-124364
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16029	63680	127176	16219	58574	-124370
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2055	8856	17029	2109	7547	-15925
	Comp. gl	4306	17050	33713	4366	15418	-32686
3	380C1F1 / 380C2F1	18205	88309	158423	19207	64051	-133258
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18298	85877	155316	19211	63905	-133224
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18416	82940	151638	19215	63727	-133189
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3616	21037	35030	3922	12349	-25147
0	Comp. gl	7571	35881	62325	8009	24678	-50985
4	380C1F1 / 380C2F1	18467	64649	127555	18646	58842	-124720
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18490	64082	127095	18647	58799	-124726
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18516	63402	126576	18647	58745	-124736
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2740	9693	18824	2775	8603	-18190
	Comp. gl	5664	19000	37892	5702	17595	-37355

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	20694	66121	134510	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20703	65825	134370	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20714	65466	134219	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2697	8891	17777	0	0	0
	Comp. gl	5611	17909	36530	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	21295	72760	153793	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21297	72691	153798	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21298	72606	153805	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2775	9466	19904	0	0	0
	Comp. gl	5747	19311	40835	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	24214	77879	160751	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24220	77649	160684	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24227	77370	160615	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	4559	14266	28555	0	0	0
	Comp. gl	9341	28340	57819	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	23664	71834	151805	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23665	71766	151814	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23666	71684	151826	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3430	10315	21723	0	0	0
	Comp. gl	7060	21084	44637	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	23267	68714	147358	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23267	68714	147358	0	0	0
Permanent loads γg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	23267	68714	147358	0	0	0
	GW / opgw	3042	9033	19370	0	0	0
	Comp. gl	6308	18706	40115	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	20734	64695	133966	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20738	64524	133925	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20743	64317	133884	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2707	8607	17614	0	0	0
	Comp. gl	5620	17545	36396	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	21300	72417	153832	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21301	72375	153840	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21301	72322	153851	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2776	9402	19904	0	0	0
	Comp. gl	5748	19223	40846	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	24241	76762	160515	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24244	76626	160503	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24247	76460	160494	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	4573	13851	28368	0	0	0
	Comp. gl	9355	27798	57677	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	23667	71499	151862	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23668	71457	151872	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23668	71405	151885	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3431	10254	21729	0	0	0
	Comp. gl	7061	20999	44655	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	19765	89925	159324	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19856	87384	156158	0	0	0

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19971	84315	152416	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2527	13717	23480	0	0	0
	Comp. gl	5377	23997	42834	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	21137	77454	155793	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21158	76967	155451	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21182	76382	155070	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2740	10406	20491	0	0	0
	Comp. gl	5709	20509	41328	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	23464	95728	176488	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23548	93804	174327	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23650	91496	171814	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	4297	21093	35855	0	0	0
	Comp. gl	8988	37030	65807	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	23547	76239	153183	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23563	75790	152924	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23581	75250	152638	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3406	11144	22073	0	0	0
	Comp. gl	7035	22171	44891	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	19666	92787	162944	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19762	89992	159407	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19885	86611	155207	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2513	14276	24233	0	0	0
	Comp. gl	5352	24735	43768	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	21112	78006	156205	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21136	77466	155803	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21164	76819	155352	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2735	10520	20599	0	0	0
	Comp. gl	5704	20650	41431	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	23371	97906	178997	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23462	95778	176546	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23574	93222	173684	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	4273	21883	36843	0	0	0
0	Comp. gl	8949	38072	67021	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	23529	76746	153497	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23547	76251	153190	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23568	75654	152849	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3403	11242	22145	0	0	0
	Comp. gl	7031	22294	44957	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	15625	53388	107205	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15637	53047	106970	0	0	0
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15651	52637	106709	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2031	7218	14188	0	0	0
	Comp. gl	4234	14376	28955	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	16211	59038	124368	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16212	58964	124361	0	0	0
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16214	58874	124357	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2107	7617	15937	0	0	0

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
	Comp. gl	4364	15511	32686	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19171	65274	133721	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19180	65020	133602	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19189	64713	133474	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3906	12796	25403	0	0	0
	Comp. gl	7992	25254	51200	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	18642	59191	124693	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18643	59120	124694	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18644	59034	124699	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2774	8667	18188	0	0	0
	Comp. gl	5701	17683	37343	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	15721	49434	106011	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15721	49434	106011	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	15721	49434	106011	0	0	0
	GW / opgw	2052	6441	13813	0	0	0
	Comp. gl	4257	13367	28666	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	15679	51766	106240	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15684	51575	106156	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15690	51345	106067	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2043	6888	13926	0	0	0
	Comp. gl	4247	13964	28717	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	16217	58674	124360	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16218	58629	124364	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16219	58574	124370	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2109	7547	15925	0	0	0
	Comp. gl	4366	15418	32686	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19207	64051	133258	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19211	63905	133224	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19215	63727	133189	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3922	12349	25147	0	0	0
	Comp. gl	8009	24678	50985	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	18646	58842	124720	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18647	58799	124726	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18647	58745	124736	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2775	8603	18190	0	0	0
	Comp. gl	5702	17595	37355	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14614	81277	140782	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14698	78369	136831	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14808	74830	132079	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1862	12773	21455	0	0	0
	Comp. gl	3978	21520	37523	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	15993	64433	127872	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16021	63854	127334	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16054	63163	126724	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2061	8718	16872	0	0	0
	Comp. gl	4314	16883	33553	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	18300	85819	155243	0	0	0

W2H400+15 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18388	83610	152470	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18498	80949	149199	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3637	20200	33939	0	0	0
	Comp. gl	7610	34753	60925	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	18491	64068	127084	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18510	63557	126691	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18534	62944	126249	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2745	9582	18724	0	0	0
	Comp. gl	5669	18862	37795	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14527	84525	145232	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14612	81352	140885	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14725	77481	135633	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1851	13386	22325	0	0	0
	Comp. gl	3954	22362	38681	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	15961	65091	129511	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15992	64448	127886	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16029	63680	127176	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2055	8856	17029	0	0	0
	Comp. gl	4306	17050	33713	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	18205	88309	158423	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18298	85877	155316	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18416	82940	151638	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3616	21037	35030	0	0	0
0	Comp. gl	7571	35881	62325	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	18467	64649	127555	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18490	64082	127095	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18516	63402	126576	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2740	9693	18824	0	0	0
	Comp. gl	5664	19000	37892	0	0	0

W2H300+10 TOWER

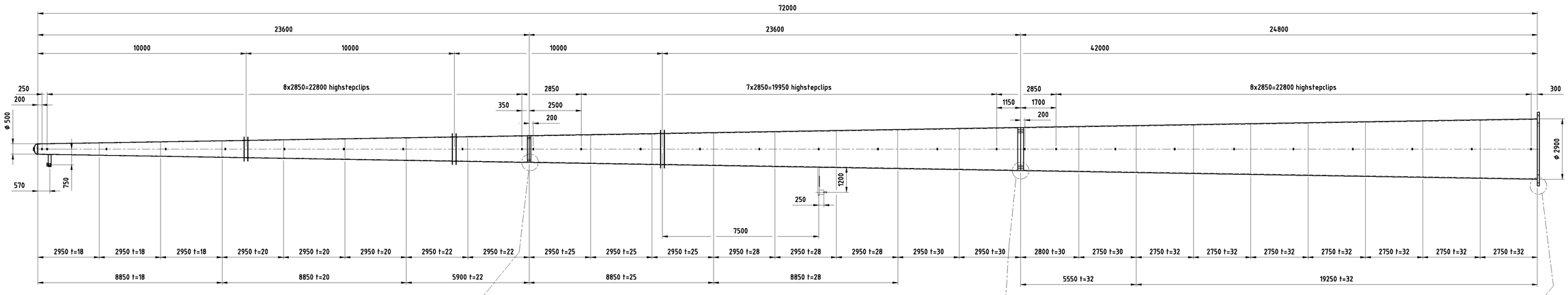
Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state) **Appendix AE2**

Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	17271	59150	117506	17271	59150	-117506
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17288	58691	117159	17288	58691	-117159
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17308	58142	116771	17308	58142	-116771
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2243	8077	15667	2243	8077	-15667
	Comp. gl	4682	15941	31780	4682	15941	-31780
1b	380C1F1 / 380C2F1	17917	63577	134474	17917	63577	-134474
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17918	63519	134476	17918	63519	-134476
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17919	63447	134481	17919	63447	-134481
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2332	8217	17291	2332	8217	-17291
	Comp. gl	4828	16769	35481	4828	16769	-35481
3	380C1F1 / 380C2F1	27292	84702	176425	27292	84702	-176425
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	27296	84526	176403	27296	84526	-176403
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	27300	84311	176385	27300	84311	-176385
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	7709	20658	42601	7709	20658	-42601
	Comp. gl	15602	41245	85983	15602	41245	-85983
4	380C1F1 / 380C2F1	19851	62128	131366	19851	62128	-131366
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19851	62072	131372	19851	62072	-131372
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19852	62002	131382	19852	62002	-131382
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2876	8895	18744	2876	8895	-18744
	Comp. gl	5920	18197	38543	5920	18197	-38543
1a	380C1F1 / 380C2F1	17347	56974	116064	15910	100156	-168580
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17355	56720	115936	16005	96083	-162996
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17364	56414	115796	16131	91086	-156191
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2259	7632	15284	2029	16099	-26341
	Comp. gl	4701	15387	31423	4332	26499	-44934
1b	380C1F1 / 380C2F1	17921	63289	134501	17758	68041	-136682
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17922	63253	134507	17779	67579	-136320
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17922	63209	134516	17803	67025	-135914
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2333	8163	17290	2297	9117	-17916
	Comp. gl	4829	16695	35488	4791	17907	-36024
3	380C1F1 / 380C2F1	27309	83840	176377	26719	99175	-186877
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	27310	83734	176382	26787	97646	-185358
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	27312	83603	176392	26869	95815	-183614
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	7714	20382	42597	7541	25142	-45511
	Comp. gl	15607	40866	86022	15409	47039	-88683
4	380C1F1 / 380C2F1	19854	61848	131410	19735	66290	-132922
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19854	61813	131417	19750	65867	-132646
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19854	61769	131428	19768	65360	-132339
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2876	8844	18749	2852	9681	-19126
	Comp. gl	5920	18126	38557	5894	19220	-38841
1a	380C1F1 / 380C2F1	16007	95985	162863	16007	95985	-162863
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16101	92234	157750	16101	92234	-157750
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16227	87645	151546	16227	87645	-151546
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2041	15325	25253	2041	15325	-25253
	Comp. gl	4358	25412	43435	4358	25412	-43435

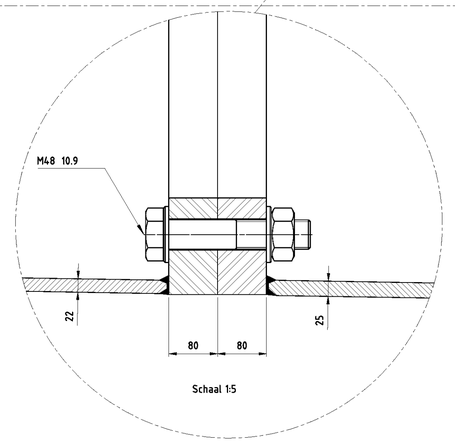
W2H300+10 TOWER

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state) **Appendix AE2**

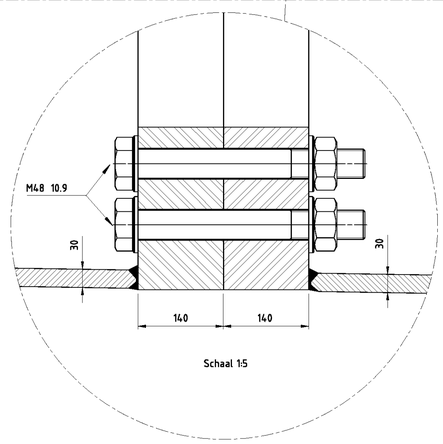
Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1b	380C1F1 / 380C2F1	17779	67568	136312	17779	67568	-136312
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17797	67151	136004	17797	67151	-136004
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17819	66651	135659	17819	66651	-135659
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2301	9019	17820	2301	9019	-17820
	Comp. gl	4796	17786	35932	4796	17786	-35932
3	380C1F1 / 380C2F1	26789	97610	185323	26789	97610	-185323
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	26851	96232	184003	26851	96232	-184003
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	26924	94580	182493	26924	94580	-182493
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	7561	24666	45077	7561	24666	-45077
	Comp. gl	15433	46434	88235	15433	46434	-88235
4	380C1F1 / 380C2F1	19750	65857	132639	19750	65857	-132639
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19764	65476	132406	19764	65476	-132406
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19779	65016	132148	19779	65016	-132148
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2855	9598	19062	2855	9598	-19062
	Comp. gl	5898	19116	38782	5898	19116	-38782
1a	380C1F1 / 380C2F1	15910	100156	168580	17347	56974	-116064
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16005	96083	162996	17355	56720	-115936
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16131	91086	156191	17364	56414	-115796
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2029	16099	26341	2259	7632	-15284
	Comp. gl	4332	26499	44934	4701	15387	-31423
1b	380C1F1 / 380C2F1	17758	68041	136682	17921	63289	-134501
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17779	67579	136320	17922	63253	-134507
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17803	67025	135914	17922	63209	-134516
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2297	9117	17916	2333	8163	-17290
	Comp. gl	4791	17907	36024	4829	16695	-35488
3	380C1F1 / 380C2F1	26719	99175	186877	27309	83840	-176377
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	26787	97646	185358	27310	83734	-176382
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	26869	95815	183614	27312	83603	-176392
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	7541	25142	45511	7714	20382	-42597
	Comp. gl	15409	47039	88683	15607	40866	-86022
4	380C1F1 / 380C2F1	19735	66290	132922	19854	61848	-131410
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19750	65867	132646	19854	61813	-131417
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19768	65360	132339	19854	61769	-131428
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2852	9681	19126	2876	8844	-18749
	Comp. gl	5894	19220	38841	5920	18126	-38557



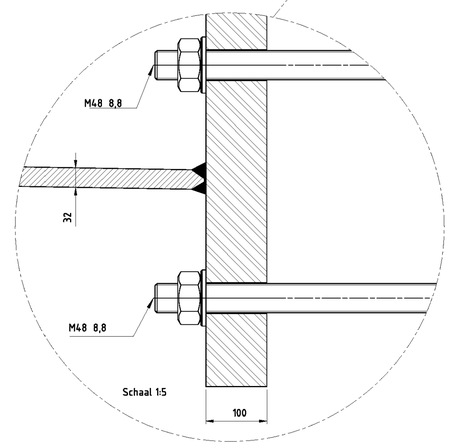
Schaal 1:100



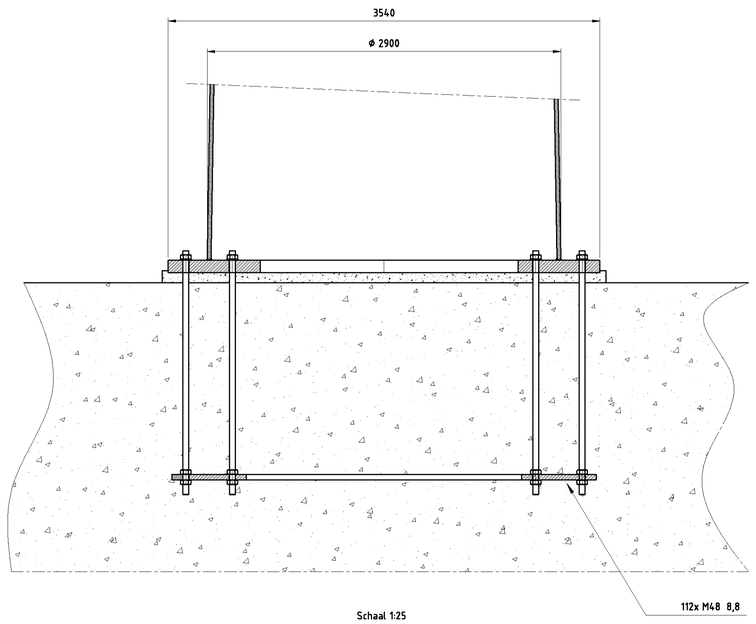
Schaal 1:5



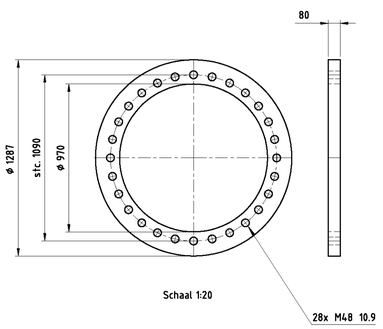
Schaal 1:5



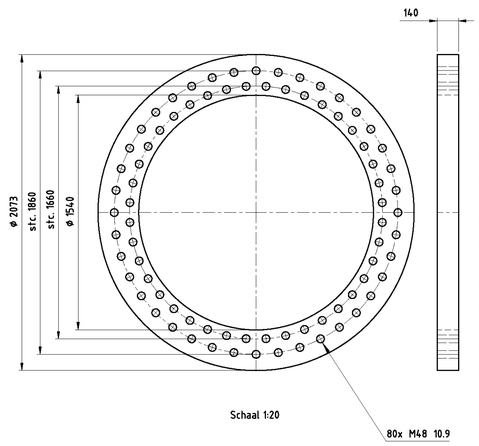
Schaal 1:5



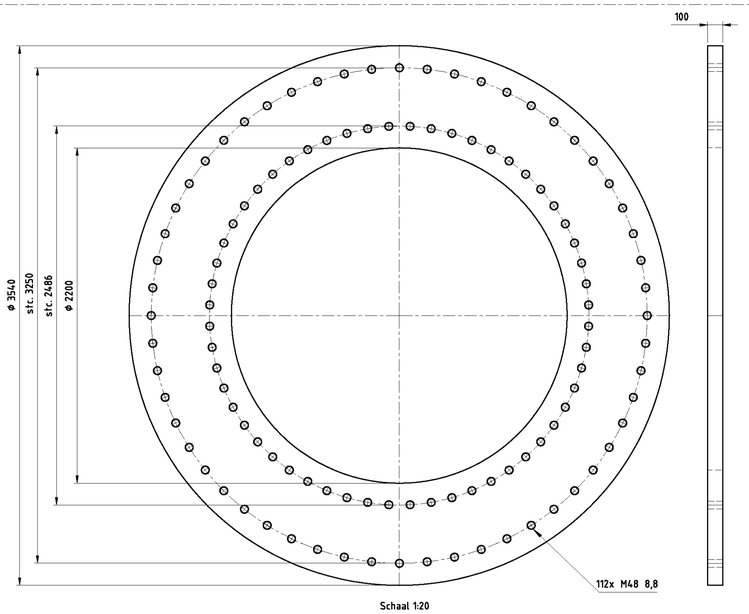
Schaal 1:25



Schaal 1:20



Schaal 1:20



Schaal 1:20

Toleranties volgens C DIN8570
Dit geeft: (maten in mm)

DIN 8570	klasse C
<30	+/-1
30-120	+/-3
120-315	+/-4
315-1000	+/-6
1000-2000	+/-8
2000-4000	+/-11
4000-8000	+/-14
8000-12000	+/-18
12000-16000	+/-21
16000-20000	+/-24
>20000	+/-27

-Onrondheid aan segment einden <0.2%
-Onrondheid bij overige secties
(niet aan de segment einden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Ankers kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor lasdetails tek. 07.81.940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9018
Kleur uithouders, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 3
Gewicht mastdeel 1: 47465kg
Gewicht mastdeel 2: 26575kg
Gewicht mastdeel 3: 10234kg
Totaal gewicht W2H400+15: 84274kg

Benaming: Mast type W2H400+15

Uitg	Datum	Get	Gec	Schaal: 1:100 1:25 1:20 1:5	Plaats:
1	27-11-2012	WvL		Maateenheid: mm	Adres:
2	11-01-2013	HS		Materiaal: S 235 JR	Opstelpunt nr:
				Finish: Thermisch verzinken	

VolkerWessels Telecom

Projectie | Tek.nr.: MS-0004/10 | A1

VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, Kanaal Zuid 286 Lieren
Postbus 676, 7300AR Apeldoorn Tel: +31 (0)88 186 02 00

auteursrechten VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, nadruk verboden

VolkerWessels Telecom | Netwerk Solutions

TenneT

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2S350(+5)"

Tracé Vijfhuizen - Beverwijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00	30 - 07 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01-detailberekening toegevoegd	22 - 03 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
02-mast met nieuwe V-brace	24 - 01 - 14	ing. Miko Hakhverdian	M. 27-1-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2S300(+5)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	12
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53
9.0 Detailberekening	55
9.1 Berekening V-brace - 380 kV	55

	blz.
9.1.1 Berekening uithouder V-brace - 380 kV	55
9.1.2 Controle capaciteit van de aansluiting - uithouder V-brace aan mast	62
9.1.3 Berekening clips 14,5	65
9.1.4 Berekening clips 15 – druk isolator	67
9.1.5 Berekening deling van de steunarm	69
9.2 Berekening draagarm bliksemdraad	70
9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	72
9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)	73
9.3 Berekening draagarm "Passieve Loop geleider"	75
9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	80
9.3.2 Berekening clip "Passieve Loop geleider"	81
9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte)	83
9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting	85
9.5 Berekening clip hulprail - clip 8	86
9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting	88
9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast	90
9.7 Berekening Clips voor 4,5m hijsbalk	93
9.7.1 Hijsbalk op 49,75/47,25 m	93
9.7.1.1 Berekening clip	94
9.7.1.2 Controle capaciteit van de aansluiting	98
9.7.2 Hijsbalk op 45,33/42,33 en 36,83/33,83 m	99
9.7.2.1 Berekening clip positie 9	99
9.7.2.2 Controle capaciteit van de aansluiting	102
9.8 Berekening clips voor 1,5m hijsbalk	104
9.8.1 Berekening clip positie 9.3 en 16.3 – onderste clip	108
9.8.2 Controle capaciteit van de aansluiting	110
9.8.3 Berekening clip positie 16.3 – bovenste clip	111
9.8.4 Controle capaciteit van de aansluiting	115
9.9 Berekening versterking deur	118

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 REV 003 - bijlage I en I2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2S350(+5) van het project “R380 Wintrack hoogspanningslijn” Noordring Noord , tracé Vijfhuizen – Beverwijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 REV 003 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 juli 2012.
Voor het masttype W2S350(+5) zijn de bijlage I (berekening maststerkte) en bijlage I2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

De afmeting van de nieuwe V-brace is conform tekening SEFAG 180 480-099 Rev 03, d.d. 27-11-2013 en tekening KEMA 74104749-40-005, V-brace study R380N, d.d. 14-01-2014.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.

- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 51,0 meter. De basis diameter van de mast is 1,720 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit twee segmenten van 25,5 meter. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en passieve lijn) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 REV 003 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 juli 2012.
Voor het masttype W2S350(+5) zijn de bijlage I (berekening maststerkte) en bijlage I2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state) en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS-toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype “W2S350(+5)”

Berekening

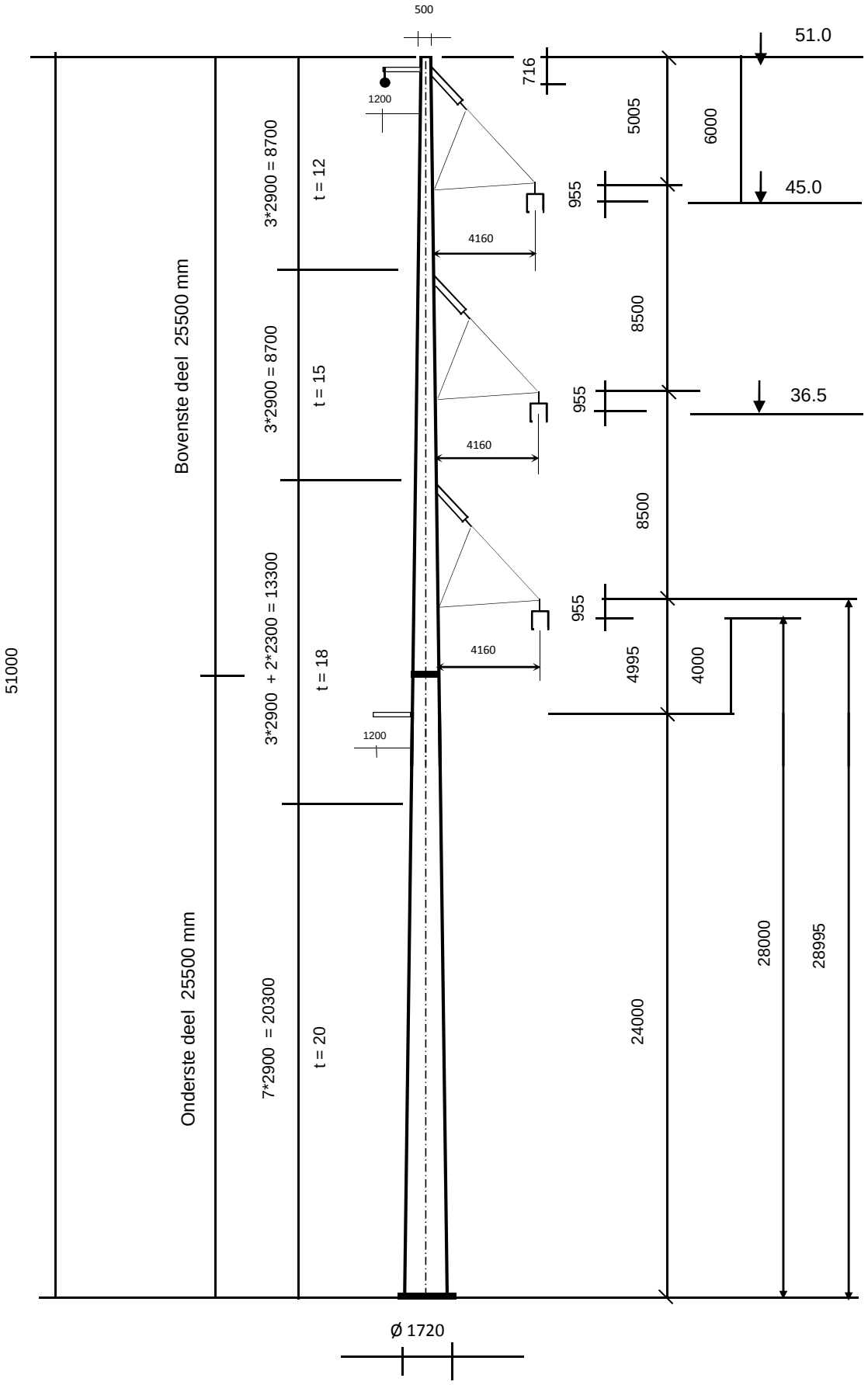
W2S350+5

51,0 m - 1720 - 500

Mast 19 en 21 t/m 24

Tracé Beverwijk - Vijfhuizen

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2S350(+5)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	27	gem. breedte (m)	1,110

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	700	517	500	n.v.t.	2	1	50,65
2	2200	569	517	n.v.t.	2	1	49,20
3	2105	620	569	n.v.t.	2	1	47,05
4	795	639	620	n.v.t.	2	1	45,60
5	1450	673	639	n.v.t.	2	1	44,48
6	1450	708	673	n.v.t.	2	1	43,03
7	1450	743	708	n.v.t.	2	1	41,58
8	1450	777	743	n.v.t.	2	1	40,13
9	1905	823	777	n.v.t.	2	1	38,45
10	995	847	823	n.v.t.	2	1	37,00
11	1450	881	847	n.v.t.	2	1	35,78
12	1450	916	881	n.v.t.	2	1	34,33
13	1450	951	916	n.v.t.	2	1	32,88
14	1450	985	951	n.v.t.	2	1	31,43
15	1705	1026	985	n.v.t.	2	1	29,85
16	1195	1055	1026	n.v.t.	2	1	28,40
17	2300	1110	1055	n.v.t.	2	1	26,65
18	1500	1146	1110	n.v.t.	2	1	24,75
19	800	1165	1146	n.v.t.	2	1	23,60
20	2900	1234	1165	n.v.t.	2	1	21,75
21	2900	1303	1234	n.v.t.	2	1	18,85
22	2900	1373	1303	n.v.t.	2	1	15,95
23	2900	1442	1373	n.v.t.	2	1	13,05
24	2900	1512	1442	n.v.t.	2	1	10,15
25	2900	1581	1512	n.v.t.	2	1	7,25
26	2900	1650	1581	n.v.t.	2	1	4,35
27	2900	1720	1650	n.v.t.	2	1	1,45
	51000				28	27	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	508	12,0	18713	146,89	5,77E+08	175,54	2,27E+06
2	543	12,0	20020	157,16	7,06E+08	187,80	2,60E+06
3	595	12,0	21960	172,39	9,32E+08	205,99	3,13E+06
4	629	12,0	23268	182,65	1,11E+09	218,25	3,52E+06
5	656	12,0	24279	190,59	1,26E+09	227,74	3,84E+06
6	691	12,0	25587	200,86	1,47E+09	240,00	4,27E+06
7	725	15,0	33476	262,79	2,11E+09	251,21	5,82E+06
8	760	15,0	35110	275,61	2,44E+09	263,47	6,41E+06
9	800	15,0	37000	290,45	2,85E+09	277,65	7,13E+06
10	835	15,0	38634	303,28	3,25E+09	289,91	7,78E+06
11	864	15,0	40012	314,09	3,61E+09	300,24	8,35E+06
12	899	15,0	41646	326,92	4,07E+09	312,50	9,05E+06
13	933	18,0	51766	406,36	5,42E+09	323,71	1,16E+07
14	968	18,0	53727	421,76	6,06E+09	335,97	1,25E+07
15	1006	18,0	55860	438,50	6,82E+09	349,31	1,36E+07
16	1040	18,0	57821	453,89	7,56E+09	361,56	1,45E+07
17	1082	18,0	60184	472,44	8,52E+09	376,34	1,58E+07
18	1128	18,0	62753	492,61	9,66E+09	392,40	1,71E+07
19	1155	18,0	64308	504,82	1,04E+10	402,12	1,80E+07
20	1199	18,0	66810	524,46	1,17E+10	417,76	1,94E+07
21	1269	20,0	78465	615,95	1,53E+10	441,58	2,41E+07
22	1338	20,0	82822	650,15	1,80E+10	466,09	2,69E+07
23	1408	20,0	87179	684,36	2,10E+10	490,61	2,98E+07
24	1477	20,0	91537	718,56	2,43E+10	515,12	3,29E+07
25	1546	20,0	95894	752,77	2,79E+10	539,64	3,61E+07
26	1616	20,0	100251	786,97	3,19E+10	564,16	3,95E+07
27	1685	20,0	104608	821,18	3,63E+10	588,67	4,30E+07

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	51000	1 -- 2	1	700	1,87E+04	5,77E+08
2	50300	2 -- 3	2	2200	2,00E+04	7,06E+08
3	48100	3 -- 4	3	2105	2,20E+04	9,32E+08
4	45995	4 -- 5	4	795	2,33E+04	1,11E+09
5	45200	5 -- 6	5	1450	2,43E+04	1,26E+09
6	43750	6 -- 7	6	1450	2,56E+04	1,47E+09
7	42300	7 -- 8	7	1450	3,35E+04	2,11E+09
8	40850	8 -- 9	8	1450	3,51E+04	2,44E+09
9	39400	9 -- 10	9	1905	3,70E+04	2,85E+09
10	37495	10 -- 11	10	995	3,86E+04	3,25E+09
11	36500	11 -- 12	11	1450	4,00E+04	3,61E+09
12	35050	12 -- 13	12	1450	4,16E+04	4,07E+09
13	33600	13 -- 14	13	1450	5,18E+04	5,42E+09
14	32150	14 -- 15	14	1450	5,37E+04	6,06E+09
15	30700	15 -- 16	15	1705	5,59E+04	6,82E+09
16	28995	16 -- 17	16	1195	5,78E+04	7,56E+09
17	27800	17 -- 18	17	2300	6,02E+04	8,52E+09
18	25500	18 -- 19	18	1500	6,28E+04	9,66E+09
19	24000	19 -- 20	19	800	6,43E+04	1,04E+10
20	23200	20 -- 21	20	2900	6,68E+04	1,17E+10
21	20300	21 -- 22	21	2900	7,85E+04	1,53E+10
22	17400	22 -- 23	22	2900	8,28E+04	1,80E+10
23	14500	23 -- 24	23	2900	8,72E+04	2,10E+10
24	11600	24 -- 25	24	2900	9,15E+04	2,43E+10
25	8700	25 -- 26	25	2900	9,59E+04	2,79E+10
26	5800	26 -- 27	26	2900	1,00E+05	3,19E+10
27	2900	27 -- 28	27	2900	1,05E+05	3,63E+10
28	0				0,00E+00	0,00E+00

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0

Seizoensfactor C_{season} = 1,0

Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

Veiligheidsklaae 2

Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3

z_0 = 0,200 m

z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$

$c_r(z) = c_r(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7*I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	50,65	0,21	1,16	31,28	0,18	1385
2	49,20	0,21	1,15	31,12	0,18	1375
3	47,05	0,21	1,14	30,87	0,18	1359
4	45,60	0,21	1,14	30,69	0,18	1348
5	44,48	0,21	1,13	30,55	0,19	1339
6	43,03	0,21	1,12	30,36	0,19	1327
7	41,58	0,21	1,12	30,17	0,19	1315
8	40,13	0,21	1,11	29,97	0,19	1302
9	38,45	0,21	1,10	29,73	0,19	1287
10	37,00	0,21	1,09	29,51	0,19	1274
11	35,78	0,21	1,09	29,32	0,19	1262
12	34,33	0,21	1,08	29,09	0,19	1248
13	32,88	0,21	1,07	28,84	0,20	1233
14	31,43	0,21	1,06	28,59	0,20	1218
15	29,85	0,21	1,05	28,30	0,20	1200
16	28,40	0,21	1,04	28,01	0,20	1183
17	26,65	0,21	1,02	27,65	0,20	1162
18	24,75	0,21	1,01	27,24	0,21	1137
19	23,60	0,21	1,00	26,97	0,21	1121
20	21,75	0,21	0,98	26,51	0,21	1095
21	18,85	0,21	0,95	25,70	0,22	1048
22	15,95	0,21	0,92	24,75	0,23	995
23	13,05	0,21	0,87	23,62	0,24	933
24	10,15	0,21	0,82	22,20	0,25	857
25	7,25	0,21	0,75	20,30	0,28	759
26	4,35	0,21	0,64	17,41	0,32	620
27	1,45	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht travese N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1133	400	0,40	0,00	3,98E-02	1209,75
2	2 -- 3	3787	3244	4,78	0,68	3,98E-02	1181,90
3	3 -- 4	3945		8,56	15,35	3,97E-02	1094,47
4	4 -- 5	1571	24842	37,35	37,53	3,94E-02	1011,21
5	5 -- 6	2981		38,92	67,85	3,92E-02	979,96
6	6 -- 7	3130		41,90	126,45	3,87E-02	923,44
7	7 -- 8	4028		45,03	189,48	3,79E-02	867,85
8	8 -- 9	4214		49,06	257,70	3,72E-02	813,33
9	9 -- 10	5819		53,28	331,89	3,64E-02	759,95
10	10 -- 11	3167	24842	83,94	438,93	3,52E-02	691,75
11	11 -- 12	4772		87,10	524,02	3,45E-02	657,11
12	12 -- 13	4958		91,87	653,78	3,33E-02	607,93
13	13 -- 14	6110		96,83	790,59	3,21E-02	560,46
14	14 -- 15	6333		102,94	935,43	3,10E-02	514,68
15	15 -- 16	7732		109,28	1089,28	2,99E-02	470,53
16	16 -- 17	5603	24842	141,85	1282,19	2,84E-02	420,80
17	17 -- 18	11211		147,45	1455,05	2,74E-02	387,41
18	18 -- 19	7614	5836	164,50	1807,08	2,53E-02	326,67
19	19 -- 20	4159	6730	178,84	2059,55	2,39E-02	289,74
20	20 -- 21	15644		183,00	2204,28	2,31E-02	270,93
21	21 -- 22	18298		198,65	2757,68	2,02E-02	208,00
22	22 -- 23	19289		216,94	3360,29	1,74E-02	153,35
23	23 -- 24	20281		236,23	4017,40	1,46E-02	106,80
24	24 -- 25	21273		256,52	4731,88	1,17E-02	68,53
25	25 -- 26	22265		277,79	5506,63	8,81E-03	38,66
26	26 -- 27	23257		300,05	6344,50	5,88E-03	17,25
27	27 -- 28	24249		323,31	7248,38	2,94E-03	4,36
28			9559	357,12	8221,14	0,00E+00	0,00

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_i : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast kg	gewicht traverse kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	113,3	40,0	1,210	1804,14	220,597
2	2 -- 3	378,7	324,4	1,182	7990,15	943,804
3	3 -- 4	394,5		1,094	4074,06	437,241
4	4 -- 5	157,1	2484,2	1,011	26177,90	2695,966
5	5 -- 6	298,1		0,980	2783,22	270,010
6	6 -- 7	313,0		0,923	2750,03	251,076
7	7 -- 8	402,8		0,868	3321,49	284,610
8	8 -- 9	421,4		0,813	3251,84	260,758
9	9 -- 10	581,9		0,760	4143,38	306,573
10	10 -- 11	316,7	2484,2	0,692	18953,28	1332,793
11	11 -- 12	477,2		0,657	2960,94	190,913
12	12 -- 13	495,8		0,608	2841,32	169,204
13	13 -- 14	611,0		0,560	3222,04	176,563
14	14 -- 15	633,3		0,515	3060,40	153,678
15	15 -- 16	773,2		0,471	3380,51	153,576
16	16 -- 17	560,3	2484,2	0,421	12476,17	531,385
17	17 -- 18	1121,1		0,387	3926,82	142,919
18	18 -- 19	761,4	583,6	0,327	4172,45	134,609
19	19 -- 20	415,9	673,0	0,290	3056,54	89,179
20	20 -- 21	1564,4		0,271	3675,11	89,711
21	21 -- 22	1829,8		0,208	3243,08	59,729
22	22 -- 23	1928,9		0,153	2461,41	32,637
23	23 -- 24	2028,1		0,107	1744,26	15,588
24	24 -- 25	2127,3		0,069	1118,54	6,111
25	25 -- 26	2226,5		0,039	610,64	1,740
26	26 -- 27	2325,7		0,017	246,55	0,272
27	27 -- 28	2424,9		0,004	51,84	0,012
28			955,9	0,000	0,00	0,000
				Som	127498	8951

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	0,60	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	$\phi_i^2 * (s)$	$\phi_i^2 *(s)*m$	$\phi_i * (s)$
1 -- 2	682	0,988	0,700	0,68	466,79	0,69
2 -- 3	172	0,941	2,200	1,95	335,26	2,07
3 -- 4	1368	0,870	2,105	1,59	2180,33	1,83
4 -- 5	198	0,823	0,795	0,54	106,42	0,65
5 -- 6	206	0,787	1,450	0,90	184,50	1,14
6 -- 7	216	0,740	1,450	0,79	171,56	1,07
7 -- 8	278	0,695	1,450	0,70	194,47	1,01
8 -- 9	291	0,650	1,450	0,61	178,17	0,94
9 -- 10	1609	0,600	1,905	0,69	1103,80	1,14
10 -- 11	318	0,557	0,995	0,31	98,43	0,55
11 -- 12	329	0,523	1,450	0,40	130,45	0,76
12 -- 13	342	0,483	1,450	0,34	115,62	0,70
13 -- 14	421	0,444	1,450	0,29	120,64	0,64
14 -- 15	437	0,407	1,450	0,24	105,01	0,59
15 -- 16	1911	0,368	1,705	0,23	442,08	0,63
16 -- 17	469	0,334	1,195	0,13	62,52	0,40
17 -- 18	487	0,295	2,300	0,20	97,66	0,68
18 -- 19	956	0,255	1,500	0,10	93,10	0,38
19 -- 20	520	0,232	0,800	0,04	22,33	0,19
20 -- 21	539	0,198	2,900	0,11	61,30	0,57
21 -- 22	631	0,149	2,900	0,06	40,81	0,43
22 -- 23	665	0,108	2,900	0,03	22,30	0,31
23 -- 24	699	0,072	2,900	0,02	10,65	0,21
24 -- 25	734	0,044	2,900	0,01	4,18	0,13
25 -- 26	768	0,023	2,900	0,00	1,19	0,07
26 -- 27	802	0,009	2,900	0,00	0,19	0,03
27 -- 28	1166	0,002	2,900	0,00	0,01	0,01
		Σ	51,00	10,97	6349,77	17,83

m_e = 6349,8 / 11,0 = 579,1 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor $c_s c_d$

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$c_s c_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$

$n = n_{1,x}$ =	0,60	Hz
b =	1,11	m
h =	51,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	30,60	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	99,19	

$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$

B^2 = 0,56

δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s) / (2*n_1*m_e)$ =	0,068	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,080	
$v_m(z_s)$ =	28,44	m/s
$v_m(z)$ =	31,32	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,20	

$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3}$ = 0,08

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	1,90	
$c_y = c_z$ =	11,5	
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,27	
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	12,39	
G_y =	0,5	
G_z =	0,28	

$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$

$K_s(n)$ =	0,22	
R^2 =	1,17	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,49	Hz

$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\}$ = 3,55

$c_s c_d$ = **1,20**

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_f

$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_f
1	47,1	1,60E+06	0,80	0,83	0,66
2	46,9	1,70E+06	0,80	0,83	0,66
3	46,6	1,85E+06	0,80	0,83	0,66
4	46,4	1,95E+06	0,80	0,83	0,66
5	46,3	2,02E+06	0,80	0,83	0,66
6	46,1	2,12E+06	0,80	0,83	0,66
7	45,9	2,22E+06	0,80	0,83	0,66
8	45,6	2,31E+06	0,79	0,83	0,66
9	45,4	2,42E+06	0,79	0,83	0,66
10	45,1	2,51E+06	0,79	0,83	0,66
11	44,9	2,59E+06	0,79	0,83	0,65
12	44,7	2,68E+06	0,79	0,83	0,65
13	44,4	2,76E+06	0,79	0,83	0,65
14	44,1	2,85E+06	0,79	0,83	0,65
15	43,8	2,94E+06	0,79	0,83	0,65
16	43,5	3,02E+06	0,79	0,83	0,65
17	43,1	3,11E+06	0,79	0,83	0,65
18	42,7	3,21E+06	0,79	0,83	0,65
19	42,4	3,26E+06	0,79	0,83	0,65
20	41,8	3,35E+06	0,79	0,83	0,65
21	41,0	3,46E+06	0,79	0,83	0,65
22	39,9	3,56E+06	0,78	0,83	0,65
23	38,6	3,62E+06	0,78	0,83	0,65
24	37,0	3,65E+06	0,78	0,83	0,64
25	34,9	3,59E+06	0,77	0,83	0,64
26	31,5	3,39E+06	0,77	0,83	0,63
27	30,9	3,47E+06	0,77	0,83	0,63

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	50,30	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 REV 003 Appendix - I en I2		
1e traverse - 380C1F1	46,00	1			
2e traverse - 380C1F2	37,50	1			
3e traverse - 380C1F3	29,00	1			
Passieve run	24,00	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	50,30	1,458
1e traverse - 380C1F1	46,00	4,470
2e traverse - 380C1F2	37,50	4,572
3e traverse - 380C1F3	29,00	4,673
Passieve run	24,00	1,773

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	50,30	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	46,00	1			
2e traverse - 380C1F2	37,50	1			
3e traverse - 380C1F3	29,00	1			
Passieve run	24,00	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1028	105	1133	0,235	0,084	529	0,756
2	3457	330	3787	0,788	0,264	1732	0,787
3	3629	316	3945	0,825	0,253	1752	0,832
4	1452	119	1571	0,329	0,095	685	0,862
5	2764	218	2981	0,626	0,174	1282	0,884
6	2912	218	3130	0,659	0,174	1322	0,912
7	3810	218	4028	0,691	0,174	1361	0,939
8	3996	218	4214	0,723	0,174	1399	0,965
9	5533	286	5819	1,000	0,229	1893	0,994
10	3018	149	3167	0,544	0,119	1012	1,017
11	4554	218	4772	0,821	0,174	1503	1,036
12	4740	218	4958	0,853	0,174	1534	1,058
13	5892	218	6110	0,885	0,174	1563	1,078
14	6115	218	6333	0,917	0,174	1590	1,097
15	7476	256	7732	1,120	0,205	1902	1,116
16	5424	179	5603	0,811	0,143	1352	1,131
17	10866	345	11211	1,623	0,276	2640	1,148
18	7389	225	7614	1,101	0,180	1744	1,163
19	4039	120	4159	0,601	0,096	936	1,170
20	15209	435	15644	2,261	0,348	3417	1,178
21	17863	435	18298	2,386	0,348	3430	1,183
22	18854	435	19289	2,511	0,348	3405	1,174
23	19846	435	20281	2,634	0,348	3329	1,148
24	20838	435	21273	2,754	0,348	3181	1,097
25	21830	435	22265	2,869	0,348	2924	1,008
26	22822	435	23257	2,974	0,348	2464	0,850
27	23814	435	24249	3,096	0,348	2465	0,850
	249174	7650	256824	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	52347

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1943	480	480	480	480
2	2 -- 3	2066	3894	3892	16166	5398
3	3 -- 4	2249				
4	4 -- 5	2372	29814	29800	51382	35826
5	5 -- 6	2467				
6	6 -- 7	2590				
7	7 -- 8	3333				
8	8 -- 9	3487				
9	9 -- 10	3665				
10	10 -- 11	3819	29814	29800	51382	35826
11	11 -- 12	3949				
12	12 -- 13	4103				
13	13 -- 14	5056				
14	14 -- 15	5241				
15	15 -- 16	5442				
16	16 -- 17	5627	29814	29800	51382	35826
17	17 -- 18	5849				
18	18 -- 19	6091	7003	7003	7003	7003
19	19 -- 20	6238	8076	8072	32664	11084
20	20 -- 21	6473				
21	21 -- 22	7571				
22	22 -- 23	7982				
23	23 -- 24	8392				
24	24 -- 25	8803				
25	25 -- 26	9213				
26	26 -- 27	9624				
27	27 -- 28	10034				
28			11471	11471	11471	11471

KEMA rapport - bijlage I - windhoek 90 graden

eg flenzen+ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : Rond 2080 / 1320 , t = 60 mm ; G = 956 kg
Flenzen op 25,5m : 2 * Rond 1110 / 800 , t = 80 mm ; G = 584 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : Rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	756				
2	2 -- 3	787	9046	3088	10918	3174
3	3 -- 4	832				
4	4 -- 5	862	53494	21090	38654	20384
5	5 -- 6	884				
6	6 -- 7	912				
7	7 -- 8	939				
8	8 -- 9	965				
9	9 -- 10	994				
10	10 -- 11	1017	50066	20484	36906	19788
11	11 -- 12	1036				
12	12 -- 13	1058				
13	13 -- 14	1078				
14	14 -- 15	1097				
15	15 -- 16	1116				
16	16 -- 17	1131	45750	19724	34718	19040
17	17 -- 18	1148				
18	18 -- 19	1163				
19	19 -- 20	1170	14008	5508	18118	5728
20	20 -- 21	1178				
21	21 -- 22	1183				
22	22 -- 23	1174				
23	23 -- 24	1148				
24	24 -- 25	1097				
25	25 -- 26	1008				
26	26 -- 27	850				
27	27 -- 28	850				
28						

KEMA rapport - bijlage I2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1209				
2	2 -- 3	1259	13078	4024	15464	4220
3	3 -- 4	1332				
4	4 -- 5	1379	76654	26718	53156	26472
5	5 -- 6	1414				
6	6 -- 7	1459				
7	7 -- 8	1502				
8	8 -- 9	1544				
9	9 -- 10	1590				
10	10 -- 11	1628	71550	25798	50532	25570
11	11 -- 12	1658				
12	12 -- 13	1693				
13	13 -- 14	1725				
14	14 -- 15	1755				
15	15 -- 16	1785				
16	16 -- 17	1810	65112	24646	47244	24440
17	17 -- 18	1837				
18	18 -- 19	1860				
19	19 -- 20	1872	20068	7004	25354	7464
20	20 -- 21	1885				
21	21 -- 22	1893				
22	22 -- 23	1879				
23	23 -- 24	1837				
24	24 -- 25	1755				
25	25 -- 26	1613				
26	26 -- 27	1360				
27	27 -- 28	1360				
28						

KEMA rapport - bijlage I - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,6)

4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	529		0	0,00E+00	6,71E-03	201
2	2 -- 3	1732		529	2,07E+05	6,71E-03	196
3	3 -- 4	1752		2261	3,40E+06	6,69E-03	182
4	4 -- 5	685		4013	1,05E+07	6,62E-03	168
5	5 -- 6	1282		4698	1,42E+07	6,58E-03	162
6	6 -- 7	1322		5979	2,23E+07	6,48E-03	153
7	7 -- 8	1361		7302	3,23E+07	6,36E-03	143
8	8 -- 9	1399		8663	4,43E+07	6,23E-03	134
9	9 -- 10	1893		10062	5,84E+07	6,09E-03	125
10	10 -- 11	1012		11955	8,03E+07	5,87E-03	114
11	11 -- 12	1503		12967	9,32E+07	5,75E-03	108
12	12 -- 13	1534		14469	1,14E+08	5,55E-03	100
13	13 -- 14	1563		16003	1,37E+08	5,34E-03	92
14	14 -- 15	1590		17566	1,62E+08	5,15E-03	85
15	15 -- 16	1902		19157	1,89E+08	4,95E-03	77
16	16 -- 17	1352		21059	2,25E+08	4,70E-03	69
17	17 -- 18	2640		22411	2,51E+08	4,52E-03	63
18	18 -- 19	1744		25051	3,08E+08	4,17E-03	53
19	19 -- 20	936		26795	3,47E+08	3,93E-03	47
20	20 -- 21	3417		27731	3,70E+08	3,79E-03	44
21	21 -- 22	3430		31148	4,57E+08	3,31E-03	34
22	22 -- 23	3405		34578	5,54E+08	2,85E-03	25
23	23 -- 24	3329		37983	6,61E+08	2,39E-03	17
24	24 -- 25	3181		41312	7,78E+08	1,91E-03	11
25	25 -- 26	2924		44494	9,04E+08	1,44E-03	6
26	26 -- 27	2464		47418	1,04E+09	9,57E-04	3
27	27 -- 28	2465		49882	1,18E+09	4,77E-04	1
28				52347	1,33E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,39E-02	1242
2	2 -- 3		9046	9046	1,43E+05	4,39E-02	1212
3	3 -- 4			9046	2,08E+07	4,38E-02	1115
4	4 -- 5		53494	62540	4,32E+07	4,35E-02	1023
5	5 -- 6			62540	9,42E+07	4,32E-02	989
6	6 -- 7			62540	1,87E+08	4,25E-02	926
7	7 -- 8			62540	2,81E+08	4,14E-02	866
8	8 -- 9			62540	3,74E+08	4,03E-02	806
9	9 -- 10			62540	4,68E+08	3,91E-02	749
10	10 -- 11		50066	112606	5,93E+08	3,74E-02	676
11	11 -- 12			112606	7,08E+08	3,65E-02	639
12	12 -- 13			112606	8,76E+08	3,50E-02	587
13	13 -- 14			112606	1,04E+09	3,34E-02	538
14	14 -- 15			112606	1,21E+09	3,19E-02	490
15	15 -- 16			112606	1,38E+09	3,05E-02	445
16	16 -- 17		45750	158356	1,58E+09	2,87E-02	394
17	17 -- 18			158356	1,77E+09	2,74E-02	361
18	18 -- 19			158356	2,15E+09	2,49E-02	301
19	19 -- 20		14008	172364	2,39E+09	2,32E-02	265
20	20 -- 21			172364	2,53E+09	2,23E-02	246
21	21 -- 22			172364	3,04E+09	1,90E-02	186
22	22 -- 23			172364	3,55E+09	1,61E-02	135
23	23 -- 24			172364	4,06E+09	1,32E-02	93
24	24 -- 25			172364	4,57E+09	1,03E-02	58
25	25 -- 26			172364	5,08E+09	7,57E-03	32
26	26 -- 27			172364	5,58E+09	4,94E-03	14
27	27 -- 28			172364	6,09E+09	2,41E-03	4
28	28 -- 29			172364	6,59E+09	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	1,73E-02	494
2	2 -- 3		3088	3088	5,63E+04	1,73E-02	482
3	3 -- 4			3088	7,17E+06	1,73E-02	444
4	4 -- 5		21090	24178	1,50E+07	1,72E-02	408
5	5 -- 6			24178	3,47E+07	1,71E-02	394
6	6 -- 7			24178	7,08E+07	1,68E-02	369
7	7 -- 8			24178	1,07E+08	1,64E-02	345
8	8 -- 9			24178	1,43E+08	1,60E-02	322
9	9 -- 10			24178	1,79E+08	1,55E-02	299
10	10 -- 11		20484	44662	2,28E+08	1,49E-02	270
11	11 -- 12			44662	2,73E+08	1,45E-02	255
12	12 -- 13			44662	3,40E+08	1,39E-02	235
13	13 -- 14			44662	4,07E+08	1,33E-02	215
14	14 -- 15			44662	4,73E+08	1,27E-02	196
15	15 -- 16			44662	5,40E+08	1,21E-02	178
16	16 -- 17		19724	64386	6,19E+08	1,15E-02	158
17	17 -- 18			64386	6,98E+08	1,10E-02	145
18	18 -- 19			64386	8,50E+08	9,97E-03	121
19	19 -- 20		5508	69894	9,49E+08	9,31E-03	106
20	20 -- 21			69894	1,01E+09	8,95E-03	99
21	21 -- 22			69894	1,21E+09	7,64E-03	75
22	22 -- 23			69894	1,42E+09	6,45E-03	54
23	23 -- 24			69894	1,63E+09	5,28E-03	37
24	24 -- 25			69894	1,83E+09	4,14E-03	24
25	25 -- 26			69894	2,04E+09	3,04E-03	13
26	26 -- 27			69894	2,24E+09	1,99E-03	6
27	27 -- 28			69894	2,45E+09	9,71E-04	1
28				69894	2,65E+09	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,54E-02	988
2	2 -- 3		10918	10918	1,15E+05	3,54E-02	963
3	3 -- 4			10918	2,48E+07	3,52E-02	886
4	4 -- 5		38654	49572	5,04E+07	3,48E-02	812
5	5 -- 6			49572	9,09E+07	3,46E-02	784
6	6 -- 7			49572	1,65E+08	3,39E-02	735
7	7 -- 8			49572	2,39E+08	3,29E-02	686
8	8 -- 9			49572	3,13E+08	3,20E-02	639
9	9 -- 10			49572	3,87E+08	3,10E-02	593
10	10 -- 11		36906	86478	4,86E+08	2,97E-02	535
11	11 -- 12			86478	5,75E+08	2,89E-02	506
12	12 -- 13			86478	7,04E+08	2,77E-02	465
13	13 -- 14			86478	8,33E+08	2,64E-02	426
14	14 -- 15			86478	9,62E+08	2,52E-02	389
15	15 -- 16			86478	1,09E+09	2,41E-02	353
16	16 -- 17		34718	121196	1,24E+09	2,27E-02	313
17	17 -- 18			121196	1,39E+09	2,17E-02	286
18	18 -- 19			121196	1,68E+09	1,97E-02	239
19	19 -- 20		18118	139314	1,87E+09	1,84E-02	210
20	20 -- 21			139314	1,98E+09	1,77E-02	196
21	21 -- 22			139314	2,39E+09	1,51E-02	148
22	22 -- 23			139314	2,81E+09	1,28E-02	108
23	23 -- 24			139314	3,22E+09	1,05E-02	74
24	24 -- 25			139314	3,63E+09	8,21E-03	47
25	25 -- 26			139314	4,04E+09	6,03E-03	26
26	26 -- 27			139314	4,45E+09	3,94E-03	11
27	27 -- 28			139314	4,85E+09	1,93E-03	3
28				139314	5,26E+09	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	1,69E-02	481
2	2 -- 3		3174	3174	5,48E+04	1,69E-02	469
3	3 -- 4			3174	7,35E+06	1,68E-02	432
4	4 -- 5		20384	23558	1,53E+07	1,67E-02	397
5	5 -- 6			23558	3,45E+07	1,66E-02	383
6	6 -- 7			23558	6,97E+07	1,63E-02	359
7	7 -- 8			23558	1,05E+08	1,59E-02	336
8	8 -- 9			23558	1,40E+08	1,55E-02	313
9	9 -- 10			23558	1,75E+08	1,51E-02	291
10	10 -- 11		19788	43346	2,23E+08	1,45E-02	263
11	11 -- 12			43346	2,67E+08	1,41E-02	249
12	12 -- 13			43346	3,32E+08	1,35E-02	229
13	13 -- 14			43346	3,96E+08	1,29E-02	209
14	14 -- 15			43346	4,61E+08	1,24E-02	191
15	15 -- 16			43346	5,26E+08	1,18E-02	173
16	16 -- 17		19040	62386	6,02E+08	1,11E-02	154
17	17 -- 18			62386	6,79E+08	1,07E-02	141
18	18 -- 19			62386	8,26E+08	9,70E-03	117
19	19 -- 20		5728	68114	9,22E+08	9,05E-03	103
20	20 -- 21			68114	9,78E+08	8,71E-03	96
21	21 -- 22			68114	1,18E+09	7,43E-03	73
22	22 -- 23			68114	1,38E+09	6,28E-03	53
23	23 -- 24			68114	1,58E+09	5,14E-03	36
24	24 -- 25			68114	1,78E+09	4,03E-03	23
25	25 -- 26			68114	1,98E+09	2,96E-03	13
26	26 -- 27			68114	2,18E+09	1,93E-03	6
27	27 -- 28			68114	2,38E+09	9,45E-04	1
28				68114	2,58E+09	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	7,02E-03	143
2	2 -- 3				-4,73E+06	7,02E-03	139
3	3 -- 4				-4,73E+06	7,09E-03	123
4	4 -- 5				1,06E+08	7,14E-03	108
5	5 -- 6				1,06E+08	6,77E-03	103
6	6 -- 7				1,06E+08	6,19E-03	93
7	7 -- 8				1,06E+08	5,69E-03	85
8	8 -- 9				1,06E+08	5,34E-03	77
9	9 -- 10				1,06E+08	5,04E-03	69
10	10 -- 11				2,20E+08	4,71E-03	60
11	11 -- 12				2,20E+08	4,38E-03	55
12	12 -- 13				2,20E+08	3,96E-03	49
13	13 -- 14				2,20E+08	3,59E-03	44
14	14 -- 15				2,20E+08	3,31E-03	39
15	15 -- 16				2,20E+08	3,06E-03	34
16	16 -- 17				3,36E+08	2,80E-03	29
17	17 -- 18				3,36E+08	2,55E-03	26
18	18 -- 19				3,36E+08	2,11E-03	21
19	19 -- 20				3,24E+08	1,87E-03	18
20	20 -- 21				3,24E+08	1,75E-03	16
21	21 -- 22				3,24E+08	1,36E-03	12
22	22 -- 23				3,24E+08	1,07E-03	8
23	23 -- 24				3,24E+08	8,21E-04	5
24	24 -- 25				3,24E+08	6,08E-04	3
25	25 -- 26				3,24E+08	4,24E-04	2
26	26 -- 27				3,24E+08	2,64E-04	1
27	27 -- 28				3,24E+08	1,23E-04	0
28					3,24E+08	0,00E+00	0

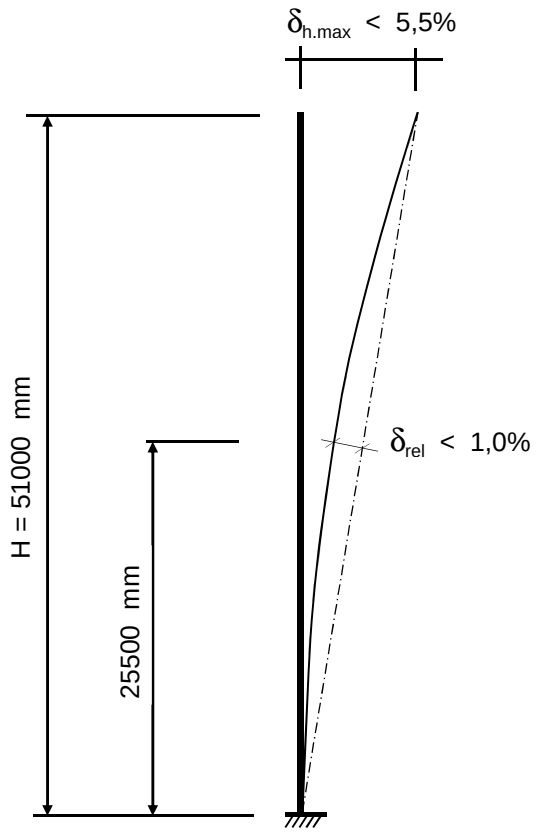
4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:

Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,00
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	5,8E-02	1587
2	2 -- 3	5,8E-02	1546
3	3 -- 4	5,8E-02	1420
4	4 -- 5	5,7E-02	1299
5	5 -- 6	5,7E-02	1253
6	6 -- 7	5,5E-02	1172
7	7 -- 8	5,3E-02	1094
8	8 -- 9	5,2E-02	1017
9	9 -- 10	5,0E-02	943
10	10 -- 11	4,8E-02	850
11	11 -- 12	4,7E-02	802
12	12 -- 13	4,4E-02	736
13	13 -- 14	4,2E-02	673
14	14 -- 15	4,0E-02	613
15	15 -- 16	3,8E-02	556
16	16 -- 17	3,6E-02	493
17	17 -- 18	3,5E-02	450
18	18 -- 19	3,1E-02	375
19	19 -- 20	2,9E-02	329
20	20 -- 21	2,8E-02	307
21	21 -- 22	2,4E-02	232
22	22 -- 23	2,0E-02	168
23	23 -- 24	1,6E-02	115
24	24 -- 25	1,3E-02	73
25	25 -- 26	9,4E-03	40
26	26 -- 27	6,2E-03	18
27	27 -- 28	3,0E-03	4
28	28 -- 29	0,0E+00	0

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h = 1587 mm ----> δ_h *100 / 51000

Percentage uitbuig. = 3,11 % voldoet , max verpl. < 5,5 %

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop 18 ; Hoogte = 25500 mm
$\delta_{knoop\ x}$ = 375 mm
α = 1,78 graden

δ_{rel} = 419 mm ----> δ_h *100 / 51000

Percentage uitbuig. = 0,82 % voldoet , max verpl. < 1 %

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	793	480	0	0,00E+00	1,04E-02	313
2	2 -- 3	2597	5734	846	2,96E+05	1,04E-02	306
3	3 -- 4	2628	10279	3617	5,21E+06	1,04E-02	283
4	4 -- 5	1028	44826	6420	1,58E+07	1,03E-02	261
5	5 -- 6	1923	46712	7516	2,13E+07	1,02E-02	253
6	6 -- 7	1983	50289	9567	3,37E+07	1,01E-02	238
7	7 -- 8	2042	54045	11683	4,91E+07	9,88E-03	224
8	8 -- 9	2098	58879	13861	6,76E+07	9,69E-03	210
9	9 -- 10	2839	63935	16099	8,93E+07	9,47E-03	196
10	10 -- 11	1518	100732	19127	1,23E+08	9,13E-03	178
11	11 -- 12	2254	104532	20747	1,43E+08	8,94E-03	169
12	12 -- 13	2301	110258	23151	1,75E+08	8,64E-03	156
13	13 -- 14	2345	116208	25605	2,10E+08	8,31E-03	144
14	14 -- 15	2386	123539	28106	2,49E+08	8,02E-03	132
15	15 -- 16	2853	131139	30651	2,91E+08	7,71E-03	121
16	16 -- 17	2028	170232	33694	3,46E+08	7,33E-03	108
17	17 -- 18	3960	176956	35857	3,88E+08	7,06E-03	99
18	18 -- 19	2616	197412	40081	4,75E+08	6,50E-03	84
19	19 -- 20	1404	214625	42872	5,37E+08	6,13E-03	74
20	20 -- 21	5126	219616	44369	5,72E+08	5,93E-03	69
21	21 -- 22	5146	238389	49837	7,09E+08	5,17E-03	53
22	22 -- 23	5107	260346	55325	8,61E+08	4,46E-03	39
23	23 -- 24	4993	283493	60773	1,03E+09	3,74E-03	27
24	24 -- 25	4772	307831	66099	1,21E+09	3,00E-03	18
25	25 -- 26	4386	333359	71190	1,41E+09	2,25E-03	10
26	26 -- 27	3696	360077	75868	1,63E+09	1,50E-03	4
27	27 -- 28	3698	387986	79811	1,85E+09	7,50E-04	1
28			428555	83755	2,09E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	6,12E-02	1732
2	2 -- 3		13078	13078	0,00E+00	6,12E-02	1690
3	3 -- 4			13078	2,88E+07	6,10E-02	1555
4	4 -- 5		76654	89732	5,63E+07	6,05E-02	1427
5	5 -- 6			89732	1,28E+08	6,02E-02	1379
6	6 -- 7			89732	2,58E+08	5,92E-02	1293
7	7 -- 8			89732	3,88E+08	5,76E-02	1208
8	8 -- 9			89732	5,18E+08	5,62E-02	1125
9	9 -- 10			89732	6,48E+08	5,45E-02	1045
10	10 -- 11		71550	161282	8,19E+08	5,22E-02	943
11	11 -- 12			161282	9,79E+08	5,09E-02	892
12	12 -- 13			161282	1,21E+09	4,88E-02	820
13	13 -- 14			161282	1,45E+09	4,65E-02	751
14	14 -- 15			161282	1,68E+09	4,45E-02	685
15	15 -- 16			161282	1,91E+09	4,25E-02	621
16	16 -- 17		65112	226394	2,19E+09	4,00E-02	551
17	17 -- 18			226394	2,46E+09	3,83E-02	504
18	18 -- 19			226394	2,98E+09	3,48E-02	420
19	19 -- 20		20068	246462	3,32E+09	3,24E-02	370
20	20 -- 21			246462	3,52E+09	3,12E-02	344
21	21 -- 22			246462	4,23E+09	2,66E-02	260
22	22 -- 23			246462	4,95E+09	2,25E-02	189
23	23 -- 24			246462	5,66E+09	1,84E-02	130
24	24 -- 25			246462	6,38E+09	1,44E-02	82
25	25 -- 26			246462	7,09E+09	1,06E-02	45
26	26 -- 27			246462	7,81E+09	6,92E-03	20
27	27 -- 28			246462	8,52E+09	3,38E-03	5
28				246462	9,24E+09	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	2,13E-02	609
2	2 -- 3		4024	4024	0,00E+00	2,13E-02	594
3	3 -- 4			4024	8,85E+06	2,13E-02	547
4	4 -- 5		26718	30742	1,73E+07	2,11E-02	502
5	5 -- 6			30742	4,18E+07	2,10E-02	486
6	6 -- 7			30742	8,63E+07	2,07E-02	455
7	7 -- 8			30742	1,31E+08	2,02E-02	426
8	8 -- 9			30742	1,75E+08	1,97E-02	397
9	9 -- 10			30742	2,20E+08	1,91E-02	369
10	10 -- 11		25798	56540	2,79E+08	1,83E-02	333
11	11 -- 12			56540	3,35E+08	1,79E-02	315
12	12 -- 13			56540	4,17E+08	1,71E-02	290
13	13 -- 14			56540	4,99E+08	1,64E-02	265
14	14 -- 15			56540	5,81E+08	1,57E-02	242
15	15 -- 16			56540	6,63E+08	1,50E-02	220
16	16 -- 17		24646	81186	7,59E+08	1,41E-02	195
17	17 -- 18			81186	8,56E+08	1,35E-02	179
18	18 -- 19			81186	1,04E+09	1,23E-02	149
19	19 -- 20		7004	88190	1,16E+09	1,15E-02	131
20	20 -- 21			88190	1,24E+09	1,10E-02	122
21	21 -- 22			88190	1,49E+09	9,42E-03	92
22	22 -- 23			88190	1,75E+09	7,96E-03	67
23	23 -- 24			88190	2,00E+09	6,52E-03	46
24	24 -- 25			88190	2,26E+09	5,12E-03	29
25	25 -- 26			88190	2,51E+09	3,76E-03	16
26	26 -- 27			88190	2,77E+09	2,46E-03	7
27	27 -- 28			88190	3,03E+09	1,20E-03	2
28				88190	3,28E+09	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,75E-02	1327
2	2 -- 3		15464	15464	0,00E+00	4,75E-02	1294
3	3 -- 4			15464	3,40E+07	4,73E-02	1190
4	4 -- 5		53156	68620	6,66E+07	4,67E-02	1091
5	5 -- 6			68620	1,21E+08	4,64E-02	1053
6	6 -- 7			68620	2,21E+08	4,55E-02	987
7	7 -- 8			68620	3,20E+08	4,42E-02	922
8	8 -- 9			68620	4,20E+08	4,30E-02	858
9	9 -- 10			68620	5,19E+08	4,17E-02	797
10	10 -- 11		50532	119152	6,50E+08	3,98E-02	719
11	11 -- 12			119152	7,68E+08	3,88E-02	680
12	12 -- 13			119152	9,41E+08	3,71E-02	625
13	13 -- 14			119152	1,11E+09	3,54E-02	573
14	14 -- 15			119152	1,29E+09	3,39E-02	522
15	15 -- 16			119152	1,46E+09	3,23E-02	474
16	16 -- 17		47244	166396	1,66E+09	3,04E-02	421
17	17 -- 18			166396	1,86E+09	2,91E-02	385
18	18 -- 19			166396	2,24E+09	2,65E-02	321
19	19 -- 20		25354	191750	2,49E+09	2,47E-02	283
20	20 -- 21			191750	2,65E+09	2,38E-02	263
21	21 -- 22			191750	3,20E+09	2,03E-02	199
22	22 -- 23			191750	3,76E+09	1,72E-02	145
23	23 -- 24			191750	4,32E+09	1,41E-02	99
24	24 -- 25			191750	4,87E+09	1,11E-02	63
25	25 -- 26			191750	5,43E+09	8,13E-03	35
26	26 -- 27			191750	5,98E+09	5,31E-03	15
27	27 -- 28			191750	6,54E+09	2,60E-03	4
28				191750	7,10E+09	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	2,13E-02	608
2	2 -- 3		4220	4220	0,00E+00	2,13E-02	593
3	3 -- 4			4220	9,28E+06	2,12E-02	546
4	4 -- 5		26472	30692	1,82E+07	2,11E-02	501
5	5 -- 6			30692	4,26E+07	2,10E-02	485
6	6 -- 7			30692	8,71E+07	2,06E-02	454
7	7 -- 8			30692	1,32E+08	2,01E-02	425
8	8 -- 9			30692	1,76E+08	1,96E-02	396
9	9 -- 10			30692	2,21E+08	1,91E-02	368
10	10 -- 11		25570	56262	2,79E+08	1,83E-02	332
11	11 -- 12			56262	3,35E+08	1,78E-02	314
12	12 -- 13			56262	4,17E+08	1,71E-02	289
13	13 -- 14			56262	4,98E+08	1,63E-02	265
14	14 -- 15			56262	5,80E+08	1,56E-02	242
15	15 -- 16			56262	6,61E+08	1,49E-02	219
16	16 -- 17		24440	80702	7,57E+08	1,41E-02	195
17	17 -- 18			80702	8,54E+08	1,35E-02	178
18	18 -- 19			80702	1,04E+09	1,23E-02	149
19	19 -- 20		7464	88166	1,16E+09	1,14E-02	131
20	20 -- 21			88166	1,23E+09	1,10E-02	122
21	21 -- 22			88166	1,49E+09	9,40E-03	92
22	22 -- 23			88166	1,74E+09	7,94E-03	67
23	23 -- 24			88166	2,00E+09	6,51E-03	46
24	24 -- 25			88166	2,25E+09	5,11E-03	29
25	25 -- 26			88166	2,51E+09	3,76E-03	16
26	26 -- 27			88166	2,77E+09	2,45E-03	7
27	27 -- 28			88166	3,02E+09	1,20E-03	2
28				88166	3,28E+09	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	8,42E-03	172
2	2 -- 3				-5,68E+06	8,42E-03	166
3	3 -- 4				-5,68E+06	8,50E-03	148
4	4 -- 5				1,28E+08	8,56E-03	130
5	5 -- 6				1,28E+08	8,13E-03	123
6	6 -- 7				1,28E+08	7,43E-03	112
7	7 -- 8				1,28E+08	6,83E-03	101
8	8 -- 9				1,28E+08	6,41E-03	92
9	9 -- 10				1,28E+08	6,05E-03	83
10	10 -- 11				2,64E+08	5,65E-03	72
11	11 -- 12				2,64E+08	5,26E-03	66
12	12 -- 13				2,64E+08	4,76E-03	59
13	13 -- 14				2,64E+08	4,31E-03	52
14	14 -- 15				2,64E+08	3,97E-03	46
15	15 -- 16				2,64E+08	3,67E-03	41
16	16 -- 17				4,03E+08	3,36E-03	35
17	17 -- 18				4,03E+08	3,05E-03	31
18	18 -- 19				4,03E+08	2,54E-03	25
19	19 -- 20				3,89E+08	2,24E-03	21
20	20 -- 21				3,89E+08	2,10E-03	19
21	21 -- 22				3,89E+08	1,64E-03	14
22	22 -- 23				3,89E+08	1,28E-03	10
23	23 -- 24				3,89E+08	9,86E-04	6
24	24 -- 25				3,89E+08	7,30E-04	4
25	25 -- 26				3,89E+08	5,09E-04	2
26	26 -- 27				3,89E+08	3,16E-04	1
27	27 -- 28				3,89E+08	1,48E-04	0
28					3,89E+08	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

		)*	)**
Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	G_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	5,73	15,70	23,49
3	3 -- 4	10,28	16,70	28,30
4	4 -- 5	44,83	96,15	277,10
5	5 -- 6	46,71	97,25	333,21
6	6 -- 7	50,29	99,30	436,20
7	7 -- 8	54,05	101,41	564,55
8	8 -- 9	58,88	103,59	713,18
9	9 -- 10	63,94	105,83	865,01
10	10 -- 11	100,73	180,41	1205,80
11	11 -- 12	104,53	182,03	1386,11
12	12 -- 13	110,26	184,43	1651,80
13	13 -- 14	116,21	186,89	1921,00
14	14 -- 15	123,54	189,39	2193,80
15	15 -- 16	131,14	191,93	2470,26
16	16 -- 17	170,23	260,09	2939,43
17	17 -- 18	176,96	262,25	3251,52
18	18 -- 19	197,41	266,48	3859,56
19	19 -- 20	214,63	289,33	4247,05
20	20 -- 21	219,62	290,83	4479,11
21	21 -- 22	238,39	296,30	5330,45
22	22 -- 23	260,35	301,79	6197,68
23	23 -- 24	283,49	307,24	7080,76
24	24 -- 25	307,83	312,56	7979,47
25	25 -- 26	333,36	317,65	8893,27
26	26 -- 27	360,08	322,33	9821,25
27	27 -- 28	387,99	326,27	10761,72
28		428,56	330,22	11713,63

)* - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 8 t/m 27
)** - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 1 t/m 7

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel $D_{voet} - D_{top}$ mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 708	23,49	5,73	40	23,7	833,1	0,03
2	500 / 708	28,30	10,28	127	29,8	1017,9	0,03
3	500 / 708	277,10	44,83	121	284,1	1212,1	0,24
4	500 / 708	333,21	46,71	45	342,3	1289,8	0,27
5	500 / 708	436,20	50,29	81	449,3	1437,9	0,32
6	500 / 708	564,55	54,05	79	581,9	1594,0	0,37
7	708 / 916	713,18	58,88	76	735,1	2171,0	0,34
8	708 / 916	865,01	63,94	74	891,6	2384,9	0,38
9	708 / 916	1205,80	100,73	94	1241,9	2681,2	0,47
10	708 / 916	1386,11	104,53	47	1427,1	2842,9	0,51
11	708 / 916	1651,80	110,26	66	1700,1	3087,0	0,56
12	708 / 916	1921,00	116,21	63	1976,6	3341,1	0,60
13	916 / 1234	2193,80	123,54	60	2256,8	4285,4	0,53
14	916 / 1234	2470,26	131,14	57	2540,8	4613,0	0,56
15	916 / 1234	2939,43	170,23	64	3020,8	5013,5	0,61
16	916 / 1234	3251,52	176,96	42	3340,3	5304,2	0,64
17	916 / 1234	3859,56	197,41	76	3963,3	5886,8	0,68
18	916 / 1234	4247,05	214,63	45	4360,5	6283,1	0,70
19	916 / 1234	4479,11	219,62	23	4597,6	6499,8	0,72
20	916 / 1234	5330,45	238,39	75	5466,8	7315,9	0,76
21	1234/ 1720	6197,68	260,35	64	6350,6	9047,3	0,71
22	1234/ 1720	7080,76	283,49	53	7248,6	10059,0	0,73
23	1234/ 1720	7979,47	307,83	42	8160,4	11124,4	0,74
24	1234/ 1720	8893,27	333,36	32	9085,0	12243,4	0,75
25	1234/ 1720	9821,25	360,08	23	10021,1	13416,1	0,76
26	1234/ 1720	10761,72	387,99	13	10966,8	14642,4	0,76
27	1234/ 1720	11713,63	428,56	4	11920,6	15922,3	0,76

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235$ N/mm^2

Indien $90 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
517	12,0	43,06	0,81	355	355
569	12,0	47,45	0,81	355	355
620	12,0	51,64	0,81	355	355
639	12,0	53,22	0,81	355	355
673	12,0	56,11	0,81	355	355
708	12,0	59,00	0,81	355	355
743	15,0	49,51	0,81	355	355
777	15,0	51,83	0,81	355	355
823	15,0	54,86	0,81	355	355
847	15,0	56,45	0,81	355	355
881	15,0	58,76	0,81	355	355
916	15,0	61,07	0,81	349	355
951	18,0	52,82	0,81	355	355
985	18,0	54,75	0,81	355	355
1026	18,0	57,01	0,81	355	355
1055	18,0	58,60	0,81	355	355
1110	18,0	61,65	0,81	347	355
1146	18,0	63,65	0,81	339	355
1165	18,0	64,71	0,81	335	355
1234	18,0	68,56	0,81	322	355
1303	20,0	65,17	0,81	334	355
1373	20,0	68,64	0,81	322	355
1442	20,0	72,11	0,81	312	355
1512	20,0	75,58	0,81	302	355
1581	20,0	79,04	0,81	294	355
1650	20,0	82,51	0,81	286	355
1720	20,0	85,98	0,81	279	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 708	10,46	0,31	355	355	0,03
2	500 / 708	11,47	0,51	355	355	0,03
3	500 / 708	90,61	2,04	355	355	0,26
4	500 / 708	97,16	2,01	355	355	0,28
5	500 / 708	117,05	2,07	355	355	0,34
6	500 / 708	136,37	2,11	355	355	0,39
7	708 / 916	126,20	1,76	355	355	0,36
8	708 / 916	139,03	1,82	355	355	0,40
9	708 / 916	174,19	2,72	355	355	0,50
10	708 / 916	183,46	2,71	355	355	0,52
11	708 / 916	203,64	2,76	355	355	0,58
12	708 / 916	218,40	2,79	355	349	0,62
13	916 / 1234	194,17	2,39	355	355	0,55
14	916 / 1234	202,80	2,44	355	355	0,58
15	916 / 1234	222,89	3,05	355	355	0,64
16	916 / 1234	229,91	3,06	355	355	0,66
17	916 / 1234	251,62	3,28	355	347	0,72
18	916 / 1234	254,46	3,42	355	339	0,73
19	916 / 1234	255,38	3,42	355	335	0,73
20	916 / 1234	281,19	3,57	355	322	0,80
21	1234/ 1720	263,32	3,32	355	334	0,75
22	1234/ 1720	269,55	3,42	355	322	0,77
23	1234/ 1720	273,68	3,53	355	312	0,78
24	1234/ 1720	276,19	3,64	355	302	0,79
25	1234/ 1720	277,43	3,75	355	294	0,79
26	1234/ 1720	277,64	3,87	355	286	0,80
27	1234/ 1720	277,03	4,10	355	279	0,80

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a / I_p - N_{Ed} / n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

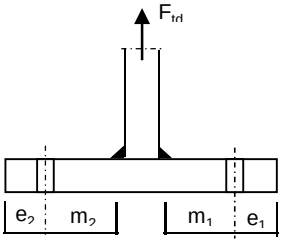
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1}./ 2)^2 + (d_{stc2}./ 2)^2]$

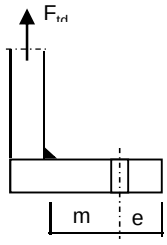
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld}./ 2)^2$$

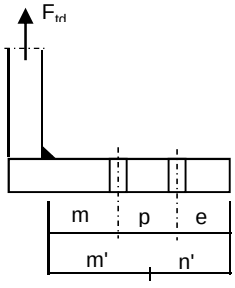
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat : $m = max. (m_1;m_2)$

$e = max. (e_1;e_2)$

$n = min. (1,25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$

Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :

m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$

Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :

$m' = m + p / 2$

$n' = n + p / 3$

$n = min. (1,25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$

Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = min(p ; 4*m + 1,25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		1880					
st.c binnenkant		1520					
1700	48	565,27	6,88	28	M 48 - 8,8	848,4	0,67
flenzen op 25,5 m hoogte.							
st.c buitenkant		920,00					
920,00	24	690,97	11,10	17	M 48 - 10,9	1060,6	0,65

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN - EN 1993-1-8,

Stc1	Stc2 mm	m mm	e mm	n mm	m' mm	n' mm	l_{ef} mm
voetplaat							
1880,00	1520,00	73,4	100,0	91,8			199,0
1880,00	1520,00	73,0	100,0	91,2			246,1
flenzen op 25,5 m hoogte.							
920,00	920,0	70,1	60,0	60,0			120,4
920,00	920,0	70,1	60,0	60,0			120,4

flens dikte mm	$M_{pl;d}$ Nmm	bezwijk-vorm 1	bezwijk-vorm 2	bezwijk-vorm 3	maatgev. $F_{t,Rd}$	$F_{t,Ed}$ kN	toetsing-regel
voetplaat							
60	6,00E+07	3267,95	1668,93	1696,90	1668,93	1130,54	0,68
60	7,42E+07	4065,74	1846,22	1696,90	1696,90	1130,54	0,67
flenzen op 25,5 m hoogte.							
80	6,45E+07	1841,52	985,23	1060,56	985,23	690,97	0,70
80	6,45E+07	1841,52	985,23	1060,56	985,23	690,97	0,70
	Krachten in kN						

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 1720	0,60	1,110	0,18	3,70

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht traverse kg	massa m kg/m
1	1210	1,000		1,000			
2	1182	0,977	1 -- 2	0,988	113	364	682,5
3	1094	0,905	2 -- 3	0,941	379		172,2
4	1011	0,836	3 -- 4	0,870	394	2484	1367,5
5	980	0,810	4 -- 5	0,823	157		197,7
6	923	0,763	5 -- 6	0,787	298		205,6
7	868	0,717	6 -- 7	0,740	313		215,9
8	813	0,672	7 -- 8	0,695	403		277,8
9	760	0,628	8 -- 9	0,650	421		290,6
10	692	0,572	9 -- 10	0,600	582	2484	1609,5
11	657	0,543	10 -- 11	0,557	317		318,3
12	608	0,503	11 -- 12	0,523	477		329,1
13	560	0,463	12 -- 13	0,483	496		341,9
14	515	0,425	13 -- 14	0,444	611		421,4
15	471	0,389	14 -- 15	0,407	633		436,8
16	421	0,348	15 -- 16	0,368	773	2484	1910,5
17	387	0,320	16 -- 17	0,334	560		468,9
18	327	0,270	17 -- 18	0,295	1121		487,4
19	290	0,240	18 -- 19	0,255	761	673	956,3
20	271	0,224	19 -- 20	0,232	416		519,8
21	208	0,172	20 -- 21	0,198	1564		539,5
22	153	0,127	21 -- 22	0,149	1830		630,9
23	107	0,088	22 -- 23	0,108	1929		665,2
24	69	0,057	23 -- 24	0,072	2028		699,4
25	39	0,032	24 -- 25	0,044	2127		733,6
26	17	0,014	25 -- 26	0,023	2227		767,8
27	4	0,004	26 -- 27	0,009	2326		802,0
28	0	0,000	27 -- 28	0,002	2425	956	1165,8

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	682	0,988	0,700	0,68	466,79	0,69
2 -- 3	172	0,941	2,200	1,95	335,26	2,07
3 -- 4	1368	0,870	2,105	1,59	2180,33	1,83
4 -- 5	198	0,823	0,795	0,54	106,42	0,65
5 -- 6	206	0,787	1,450	0,90	184,50	1,14
6 -- 7	216	0,740	1,450	0,79	171,56	1,07
7 -- 8	278	0,695	1,450	0,70	194,47	1,01
8 -- 9	291	0,650	1,450	0,61	178,17	0,94
9 -- 10	1609	0,600	1,905	0,69	1103,80	1,14
10 -- 11	318	0,557	0,995	0,31	98,43	0,55
11 -- 12	329	0,523	1,450	0,40	130,45	0,76
12 -- 13	342	0,483	1,450	0,34	115,62	0,70
13 -- 14	421	0,444	1,450	0,29	120,64	0,64
14 -- 15	437	0,407	1,450	0,24	105,01	0,59
15 -- 16	1911	0,368	1,705	0,23	442,08	0,63
16 -- 17	469	0,334	1,195	0,13	62,52	0,40
17 -- 18	487	0,295	2,300	0,20	97,66	0,68
18 -- 19	956	0,255	1,500	0,10	93,10	0,38
19 -- 20	520	0,232	0,800	0,04	22,33	0,19
20 -- 21	539	0,198	2,900	0,11	61,30	0,57
21 -- 22	631	0,149	2,900	0,06	40,81	0,43
22 -- 23	665	0,108	2,900	0,03	22,30	0,31
23 -- 24	699	0,072	2,900	0,02	10,65	0,21
24 -- 25	734	0,044	2,900	0,01	4,18	0,13
25 -- 26	768	0,023	2,900	0,00	1,19	0,07
26 -- 27	802	0,009	2,900	0,00	0,19	0,03
27 -- 28	1166	0,002	2,900	0,00	0,01	0,01
		Σ	51,00	10,97	6349,77	17,83

m_e = 6349,8 / 11,0 = 579,1 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 1720	579,1	0,030	1,25	1,110	22,6

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 22,6

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} \phi^2_i(s) \, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 17,83 / (4 * π * 10,97) = 0,129 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,110 * 3,70 / $15*10^{-6}$ = 2,7E+05

C_{lat} = 0,70

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)| \, ds}{\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6

Lj = 6,66 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 5,95 / 17,83 = 0,33

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,044 * 0,129 * 0,33 * 0,7 = 0,041

$y_{F;max}$ = 1,110 * 0,041 = 0,046 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		70791	70791	0,00E+00	4,9E-02	1000
2	2 -- 3			70791	4,96E+07	4,9E-02	966
3	3 -- 4			70791	2,05E+08	4,7E-02	860
4	4 -- 5			70791	3,54E+08	4,4E-02	765
5	5 -- 6			70791	4,11E+08	4,2E-02	730
6	6 -- 7			70791	5,13E+08	4,0E-02	670
7	7 -- 8			70791	6,16E+08	3,7E-02	614
8	8 -- 9			70791	7,19E+08	3,5E-02	562
9	9 -- 10			70791	8,21E+08	3,3E-02	512
10	10 -- 11			70791	9,56E+08	3,0E-02	452
11	11 -- 12			70791	1,03E+09	2,9E-02	423
12	12 -- 13			70791	1,13E+09	2,7E-02	383
13	13 -- 14			70791	1,23E+09	2,5E-02	346
14	14 -- 15			70791	1,33E+09	2,3E-02	311
15	15 -- 16			70791	1,44E+09	2,1E-02	279
16	16 -- 17			70791	1,56E+09	2,0E-02	244
17	17 -- 18			70791	1,64E+09	1,8E-02	221
18	18 -- 19			70791	1,81E+09	1,6E-02	181
19	19 -- 20			70791	1,91E+09	1,5E-02	158
20	20 -- 21			70791	1,97E+09	1,4E-02	146
21	21 -- 22			70791	2,17E+09	1,2E-02	109
22	22 -- 23			70791	2,38E+09	9,6E-03	78
23	23 -- 24			70791	2,58E+09	7,7E-03	53
24	24 -- 25			70791	2,79E+09	5,9E-03	33
25	25 -- 26			70791	2,99E+09	4,3E-03	18
26	26 -- 27			70791	3,20E+09	2,8E-03	8
27	27 -- 28			70791	3,41E+09	1,3E-03	2
28	28 -- 29			70791	3,61E+09	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf nummer	profiel		$W_{y;el}$	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd})	$y_{F;max}$	$\Delta\sigma_{dyn}$
	D (mm)	t (mm)	mm^3	N/mm^2	m	MPa
1	517	12,0	2346639	21	0,0459	1,9
2	569	12,0	2867306	72	0,0459	6,6
3	620	12,0	3414329	104	0,0459	9,5
4	639	12,0	3633350	113	0,0459	10,4
5	673	12,0	4050365	127	0,0459	11,6
6	708	12,0	4490042	137	0,0459	12,6
7	743	15,0	6115492	117	0,0459	10,8
8	777	15,0	6718071	122	0,0459	11,2
9	823	15,0	7552791	127	0,0459	11,6
10	847	15,0	8008212	128	0,0459	11,8
11	881	15,0	8695775	130	0,0459	11,9
12	916	15,0	9411665	131	0,0459	12,0
13	951	18,0	12071616	111	0,0459	10,1
14	985	18,0	12994262	111	0,0459	10,1
15	1026	18,0	14122654	110	0,0459	10,1
16	1055	18,0	14941536	110	0,0459	10,1
17	1110	18,0	16582612	109	0,0459	10,0
18	1146	18,0	17698958	108	0,0459	9,9
19	1165	18,0	18309217	107	0,0459	9,9
20	1234	18,0	20608150	105	0,0459	9,7
21	1303	20,0	25485269	93	0,0459	8,6
22	1373	20,0	28335272	91	0,0459	8,4
23	1442	20,0	31336358	89	0,0459	8,2
24	1512	20,0	34488527	87	0,0459	8,0
25	1581	20,0	37791780	85	0,0459	7,8
26	1650	20,0	41246116	83	0,0459	7,6
27	1720	20,0	44851536	80	0,0459	7,4

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y}$ = 0,60 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1}$ = 3,70 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvind

z_s = 47,670645 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0
Seizoensfactor C_{season} = 1,0
Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

z_0 = 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$
$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07}$ = 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\}$ = 1,15

$V_m(z)$ = 30,9 m/s

V_o = 30,9 * 20 / 100 = 6,19 m/s

$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 0,60 * [3,70 / 6,19]^2 * \exp[-(3,70 / 6,19)^2]$ = 1,44E+08 aantal/per

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

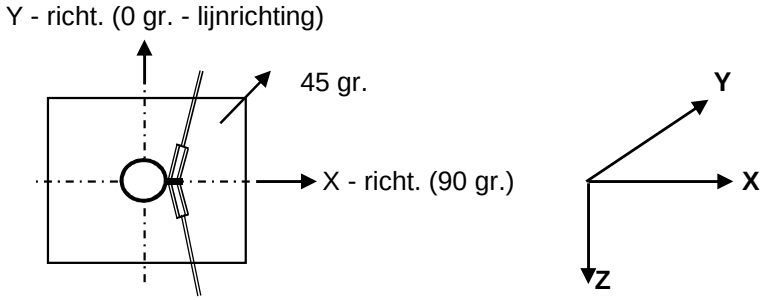
$\gamma * \Delta\sigma =$ 1,2 * $\Delta\sigma$

$\Delta\sigma k =$	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma k =$	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling		$\gamma * \Delta\sigma =$	$\Delta\sigma_k$	$0{,}55\,\Delta\sigma_k$	N - wissel.	N	D
Knoop		in MPa	in MPa	in MPa	$\Delta\sigma_i$-N lijn	span.wissl. per jaar	beschadiging < 1
3	Lasnaad	7,88 11,43	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
5	Lasnaad	12,44 13,95	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
7	Lasnaad	15,10 12,94	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
9	Lasnaad	13,46	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
11	Lasnaad	14,11	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
13	Lasnaad	14,41	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
15	Lasnaad	12,18	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
17	Lasnaad	12,10	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
18	flenzen	11,99	35	19,25	1,000E+10	1,44E+08	0,01
20	Lasnaad	11,84	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
21	Lasnaad	11,61	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
22	Lasnaad	10,28	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
23	Lasnaad	10,04	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
24	Lasnaad	9,80	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
25	Lasnaad	9,56	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
26	Lasnaad	9,32	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
27	Lasnaad	9,09	45	24,75	1,000E+10	1,44E+08	0,01
28	voetplaat	8,86	35	19,25	1,000E+10	1,44E+08	0,01

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			327			
2 - Windbelasting mast	84				2089	
3 - Belasting geval 1a	246		101		9625	
4 - Belasting geval 1b	88		101		3670	
5 - Belasting geval 3	192		203		7719	
6 - Belasting geval 4	88		124		3740	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	330		**429**		**11714**	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	104		429		4062	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	215		530		8306	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	104		451		4132	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	8085	kNm	11714	kNm	11714	kNm
Dwarskracht	225	kN	330	kN	330	kN
Verticale kracht	357	kN	429	kN	321	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		1880,00					
st.c binnenkant		1520,00					
1700	48	565,27	6,88	28	M 48 - 8,8	848,45	0,67
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		1880,00					
st.c binnenkant		1520,00					
1700	48	388,88	4,68	28	M 48 - 8,8	848,45	0,46

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 565,3 kN

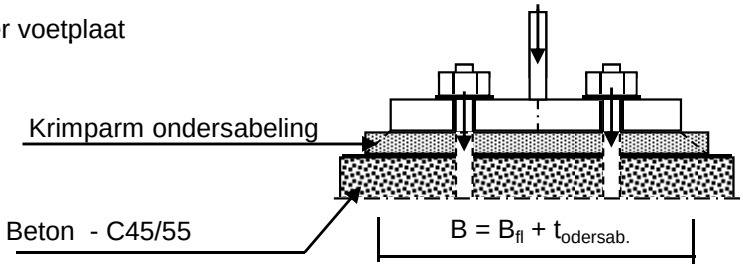
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 388,9 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 583,1 + 1,00 * 388,9 = 972,0 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

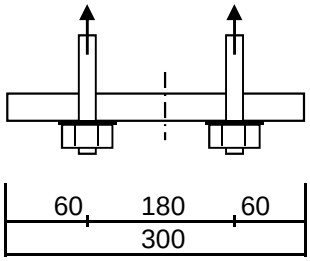
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	380,0	mm	D =	1700	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	48	
B =	420,0	mm			

A_{voetpl} = 420 * 2*π*D / n = 93462 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 20,8 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring

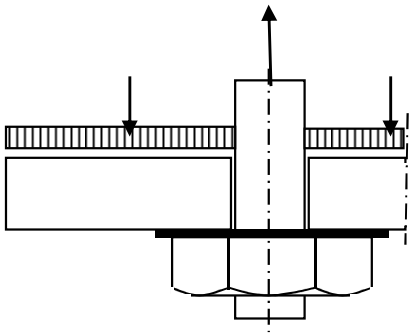


D = 1700 mm
n = 48

$A_{stortring}$ = 300 * $2*\pi*D / n$ = 66759 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 16,9 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring



$L_{uitkr.}$ = 60 mm
L_{veld} = 180 mm

t = 30 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 30482 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 1524 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 38103 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 38103 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 1524 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 79875 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 6149 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 38103 / 79875,0 = 0,48 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 169,3 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 1524 / 6149 = 0,25 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 50,8 N/mm^2

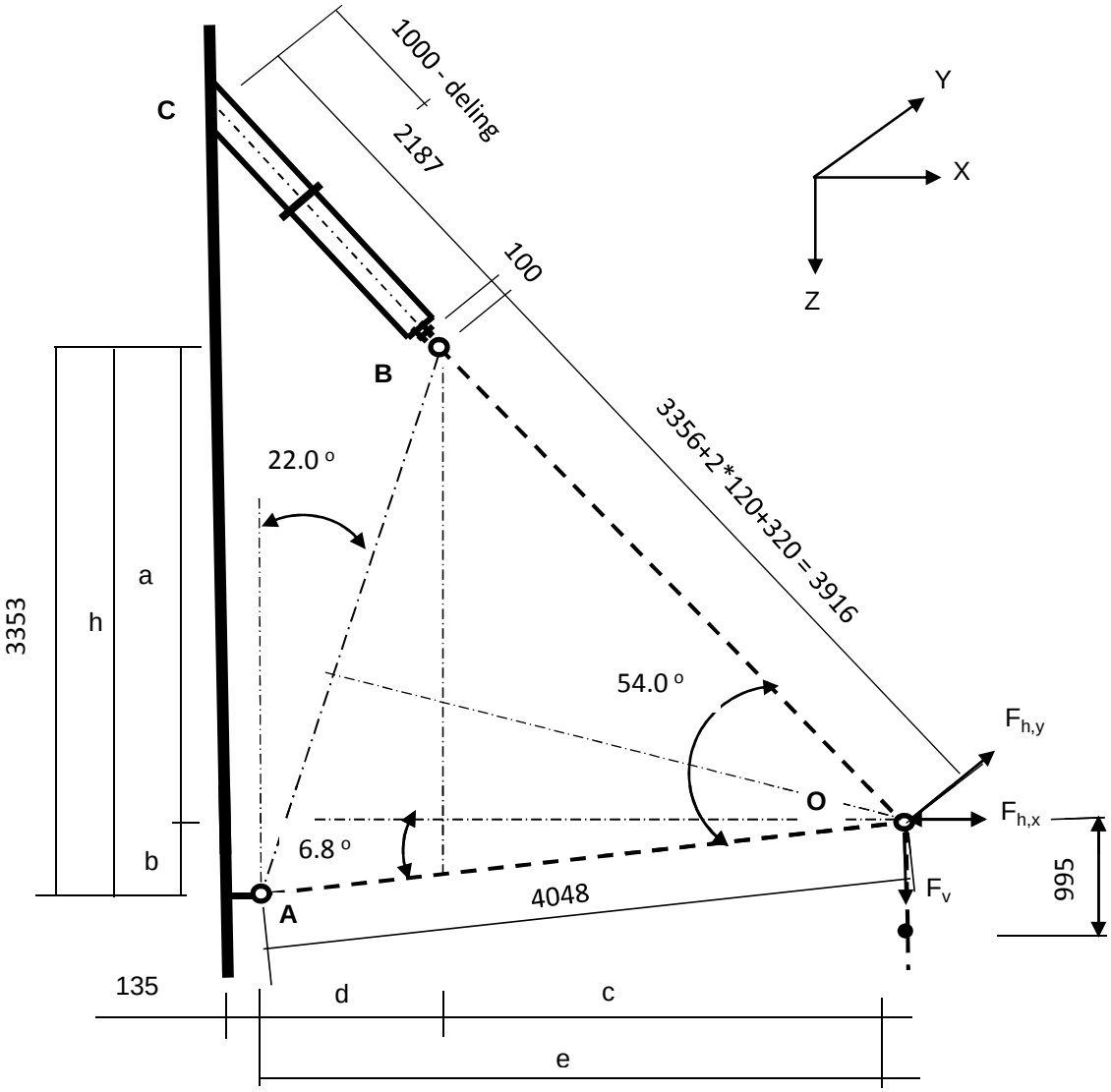
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (169,3^2 + 3*50,8^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 191 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening V-brace - 380 kV

9.1.1 - Berekening uithouder V-brace - 380 kV



Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV 002 - Appendix I
Afmeting en hoeken van de V-brace : Conform tekening SEFAG 180 480-099 en tekening KEMA 74104749-40-005 (14-01-2014)

A - Belastinggeval wind / ijs

	AHEAD			BACK		
	$F_{h,x}$	$F_{h,y}$	F_v	$F_{h,x}$	$F_{h,y}$	F_v
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	38327	252760	14918	38327	-252760	14918
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	26578	259690	25695	26578	-259690	25695
BG 1a - (+wind (45 gr))	20279	178767	14910	23138	-189670	14912
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	17440	239845	25692	18873	-242182	25692

$F_{h,x}$ = Transverse kracht
$F_{h,y}$ = Longitudinale kracht
F_v = Verticale kracht

	F_v (N)		$F_{h,x}$ (N)	$F_{h,y}$ (N)
BG 1a - (wind (90 gr))	29836	±	76654	0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	51390	±	53156	0
BG 1a - (wind (45 gr))	29822	±	43417	-10903
BG 3 - (wind (45) + ijs)	51384	±	36313	-2337

a =	2873	mm	b =	479	mm
h =	3353	mm	c =	2661	mm
d =	1359	mm	e =	4020	mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

	$R_{X,A,Ed}$ kN	$R_{y,A,Ed}$ kN	$R_{z,A,Ed}$ kN	$R_{X,B,Ed}$ kN	$R_{y,B,Ed}$ kN	$R_{z,B,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	44,2	0,00	-5,3	32,5	0,00	35,1
BG 1a - (-wind (90 gr))	-93,9	0,00	11,2	17,3	0,00	18,6
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	5,0	0,00	-0,6	48,1	0,00	52,0
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	-90,7	0,00	10,8	37,6	0,00	40,6
BG 1a - (+wind (45 gr))	14,2	-9,34	-1,7	29,2	-1,56	31,5
BG 1a - (-wind (45 gr))	-64,0	-9,34	7,6	20,6	-1,56	22,2
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	-10,1	-2,00	1,2	46,5	-0,33	50,2
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	-75,6	-2,00	9,0	39,2	-0,33	42,4

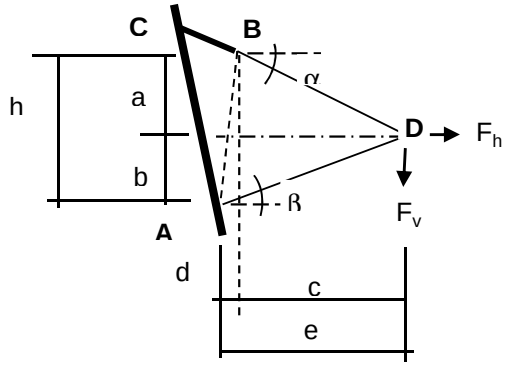
Ter plaatse van aansluiting buis aan mast (punt C)

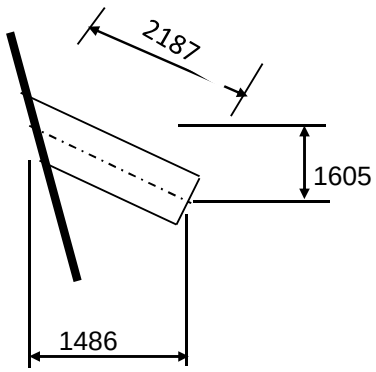
	$R_{x,C,Ed}$ kN	$R_{y,C,Ed}$ kN	$R_{z,C}$,Ed kN	$M_{y;C,Ed}$ kNm	$M_{z,C,Ed}$ kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	32,50	0,00	35,10	0,00	0,00
BG 1a - (-wind (90 gr))	17,26	0,00	18,64	0,00	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	48,14	0,00	51,99	0,00	0,00
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	37,57	0,00	40,57	0,00	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	29,19	-1,56	31,52	0,00	-2,32
BG 1a - (-wind (45 gr))	20,55	-1,56	22,19	0,00	-2,32
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	46,46	-0,33	50,17	0,00	-0,50
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	39,24	-0,33	42,37	0,00	-0,50

B - Belastinggeval bundelbreuk

	F_v (N)	F_h (N))*
BG 1a / 1,2	24863	60000

)* - Zie rapoportage Kema 18 maart 2011



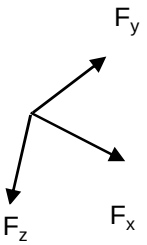


a =	1663	mm	b =	1954	mm
h =	3617	mm	c =	3719	mm
d =	0	mm	e =	3719	mm

Belasting geval bundelbreuk

$F_{h,Ed}$ =	60,00	kN	$F_{v,Ed}$ =	24,86	kN		
$R_{H,A,Ed}$ =	2,03	kN		$R_{V,A,Ed}$ =	1,07	kN	
$R_{H,B,Ed}$ =	57,97	kN		$R_{V,B,Ed}$ =	25,93	kN	

Ter plaatse van aansluiting isolator aan de steunarm (punt B)



$F_{y,Ed} = R_{H,B,Ed}$ =

$F_{z,Ed} = R_{V,B,Ed} * \cos 16{,}3^{o} * \cos 47{,}2^{o} - R_{V,B,Ed} * \sin 16{,}3^{o} * \sin 47{,}2^{o}$ =

$F_{x,Ed} = R_{V,B,Ed} * \cos 16{,}3^{o} * \sin 47{,}2^{o} - R_{V,B,Ed} * \sin 16{,}3^{o} * \cos 47{,}2^{o}$ =

$F_{y,Ed}$ =	57,97	kN
$F_{z,Ed}$ =	9,18	kN
$F_{x,Ed}$ =	24,25	kN

Lokaal assenstelsel

Ter plaatse van aansluiting steunarm aan de mast (punt C)

N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
24,25	57,97	9,18	86,14	20,08	126,78

Buis Ø323,9 * 12,5 - S355 ;

A =	12229	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y / 1{,}5$ =	2894	kN
$W_y = W_z$ =	9,17E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y / 1{,}5$ =	217,0	kNm
W_x =	1,83E+06	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y / 1{,}5$ =	217,0	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 1{,}5 * 3^{0,5}$ =	250,5	kNm
			$V_{Rd} = 0{,}5 * A * f_y / 1{,}5 * 3^{0,5}$ =	835,5	kN

BG 3 - (+wind + ijs)

N_{Ed} = { $48{,}1^2$ + $52{,}0^2$ }^{0,5} = 70,85 kN

N_{Ed} / N_{Rd} = 70,85 / 2894 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,8 N/mm^2

BG 1a - (+wind (45 gr))

$M_{y,Ed}$ =	2,32	kNm ;	$\sigma_{b,y}$ =	2,5	N/mm^2
N_{Ed} =	42,96	kN ;	σ_N =	3,5	N/mm^2
			σ_{max} =	6,0	N/mm^2

Belasting geval bundelbreuk

N_{Ed} / N_{Rd} =	24,25	/	2894	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		2,0	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	20,08	/	217	=	0,09	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		21,9	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	126,78	/	217	=	0,58	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		138,3	N/mm^2
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	86,14	/	251	=	0,34	< 1,0 -- Voldoet
			τ_w =		47,0	N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 57,97 / 835 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 9,5 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 9,18 / 835 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 1,5 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max} = \{ 21,9^2 + 140,3^2 \}^{0,5} = 142,0$ N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 164 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

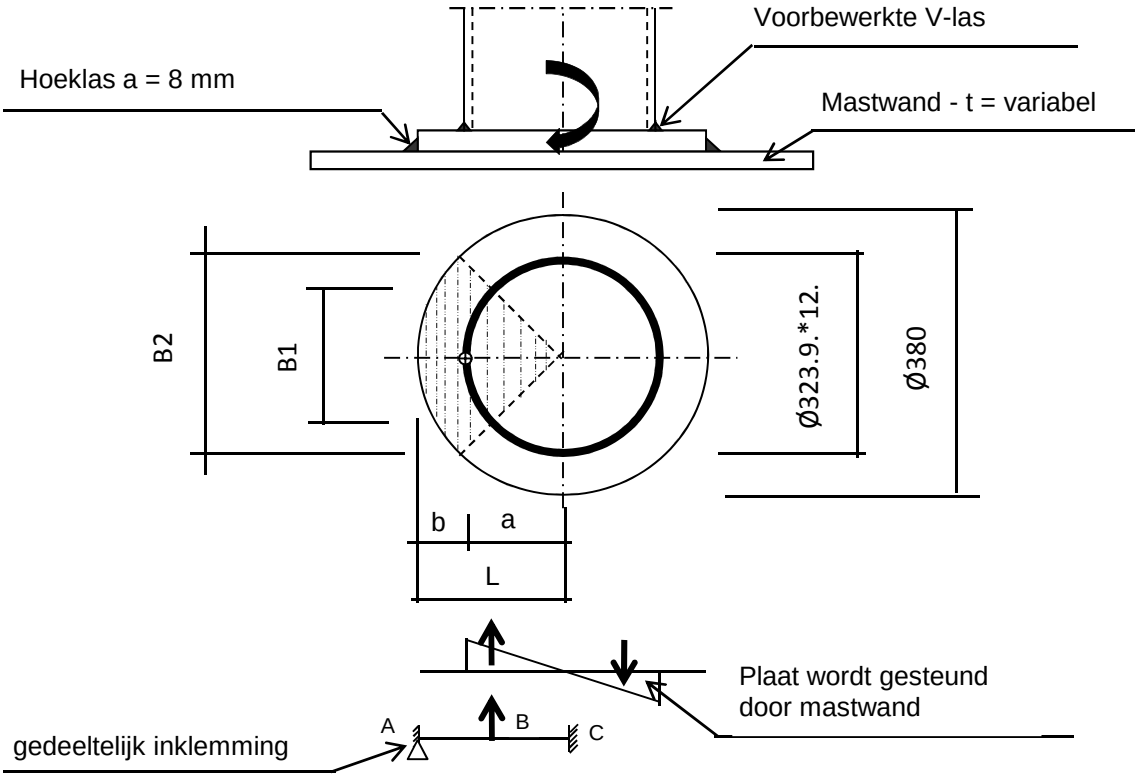
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat V-brace



Plaat rond 380 * 25 - S355

Buis Ø323,9 * 12,5 - S355 ;

A =	12229	mm^2
W =	916735	mm^3
I =	148465296	mm^4
R =	162	mm

Hoeklas a= 8,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{Ed} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5}$

M_{Ed} = 128,4 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 365,4 kN

a = R_{buis} = 162,0

b = R_{pl} - a = 28,1

B1 =	229,0	mm ;	Boog B1 =	254	mm
B2 =	268,7	mm ;	Boog B2 =	298	mm

Percentage inklemming= a_{las} / t_{pl} = 32,0%

Percentage vrij oplegging = 68,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 0,00 kNm

$M_{B;Ed}$ = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) = 8,00 kNm

$R_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) = 285,1 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) = 7,45 kNm

$M_{B;Ed}$ = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) = 2,20 kNm

$R_{A;Ed}$ = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) = 343,8 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed}$ = 0,0 * 68,0% + 7,4 * 32,0% = 2,38 kNm

$M_{B;Ed}$ = 8,0 * 68,0% + 2,2 * 32,0% = 6,14 kNm

$R_{A;Ed}$ = 285,1 * 68,0% + 343,8 * 32,0% = 303,9 kN

$M_{A;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B2 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 11,04 kNm

$M_{B;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B1 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 9,41 kNm

$M_{A,Ed}$ / $M_{A,Rd}$ = 2,38 / 11,04 = 0,22 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A}$ = 51,1 N/mm^2

$M_{B,Ed}$ / $M_{B,Rd}$ = 6,14 / 9,41 = 0,65 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B}$ = 154,5 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

V_{Ed} = 303,9 kN

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B2 = 40,7 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B1 = 47,8 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max}$ = $\{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5}$ = 175,3 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen hoeklas a = 8 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 112,9 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 90,0 N/mm^2

$\sigma_{1,max} =$ 112,9 + 90,0 = 202,9 N/mm^2

$\tau_{1,max} =$ 112,9 - 90,0 = 22,9 N/mm^2

$\tau_2 = 0$

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5} =$ 206,7 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 206,7 / 302,2 = 0,68 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 202,9 / 244,8 = 0,83 < 1,0 -- Voldoet

9.1.2 - Controle capaciteit van de aansluiting - uithouder V-brace aan mast

A - Aansluiting op 50,546 m hoogte (380 kV op 45,0m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	511	12,0	18806	S355	355	2291595
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,74

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 21,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 5,73 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 23,49 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,03 of n_p = -0,028

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,99

$M_{ip,1,Rd}$ = 400,8 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 541,7 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 20,08 / 400,8 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 163,6 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 126,78 / 163,6 = 0,78 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 736,4 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 126,78 / 163,6 = 0,78 < 1,0 -- Voldoet

B - Aansluiting op 42,046 m hoogte (380 kV op 36,5m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	714	15,0	32948	S355	355	5640840
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,53

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 23,8

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 56,46 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 590,26 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,30 of n_p = -0,290

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,88

$M_{ip,1,Rd}$ = 422,3 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 677,1 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 20,08 / 422,3 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 159,1 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 126,78 / 159,1 = 0,80 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 920,6 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 126,78 / 159,1 = 0,80 < 1,0 -- Voldoet

C - Aansluiting op 33,546 m hoogte (380 kV op 28,0m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	918	18,0	50866	S355	355	11218877
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,41

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 25,5

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 119,87 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 1931,01 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,49 of n_p = -0,478

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,78

$M_{ip,1,Rd}$ = 432,6 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 812,5 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 20,08 / 432,6 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 173,3 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 126,78 / 173,3 = 0,73 < 1,0 -- Voldoet

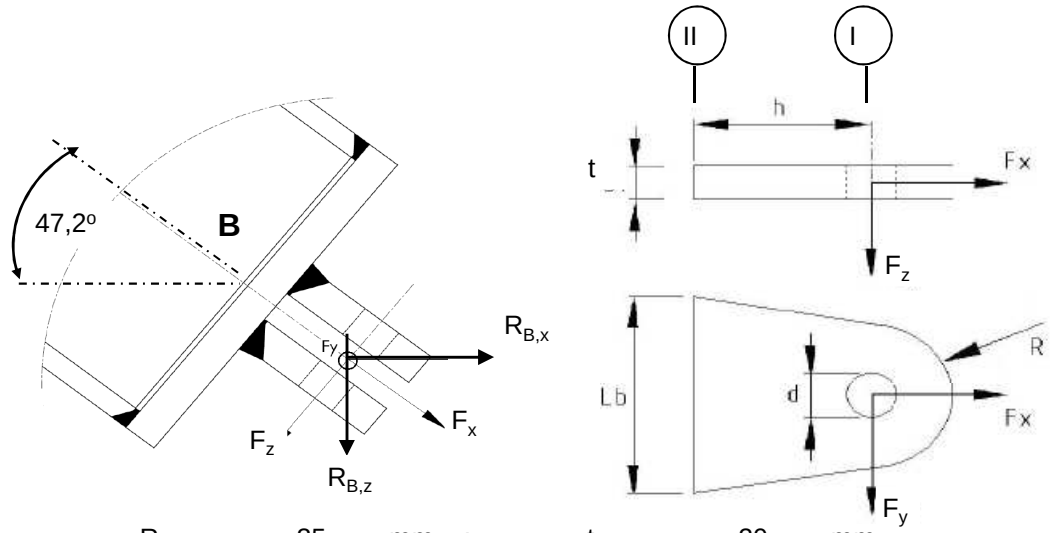
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 1104,7 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 126,78 / 173,3 = 0,73 < 1,0 -- Voldoet

9.1.3 Berekening clips 14,5 - clips op einde buis Ø 323,9*12,5



R =	35	mm ;	t =	20	mm
Lb =	200	mm ;	d =	24	mm
h =	40	mm ;	Las =	voorbewerkt	mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

	$R_{X,B,Ed}$ kN	$R_{y,B,Ed}$ kN	$R_{z,B,Ed}$ kN	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	32,50	0,00	35,10	47,84	0,00	0,000
BG 1a - (-wind (90 gr))	17,26	0,00	18,64	25,40	0,00	0,000
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	48,14	0,00	51,99	70,85	0,00	0,000
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	37,57	0,00	40,57	55,30	0,00	0,000
BG 1a - (+wind (45 gr))	29,19	-1,56	31,52	42,96	-1,56	0,000
BG 1a - (-wind (45 gr))	20,55	-1,56	22,19	30,25	-1,56	0,000
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	46,46	-0,33	50,17	68,38	-0,33	0,000
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	39,24	-0,33	42,37	57,75	-0,33	0,000
BG bundelbreuk	0,00	57,97	25,93	24,25	57,97	9,181

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 35,4 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 39 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	4000	mm^2	$N_{Rd} = A * F_y$ =	947 kN
W_y =	1,33E+05	mm^3	$M_{y,Rd} = W_y * F_y$ =	31,6 kNm
W_z =	1,33E+04	mm^3	$M_{z,Rd} = W_z * F_y$ =	3,2 kNm
			$V_{Rd} = A* F_y / 3^{0,5}$ =	546,6 kN

Maatgevend belastinggeval bundelbreuk.

Per clip:

N_{Ed} =	12,12	kN	$M_{z,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,367	kNm
$V_{z,Ed}$ =	9,18	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	1,159	kNm
$V_{y,Ed}$ =	28,99	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	12,12	/	947	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		3,0	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,16	/	32	=	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		8,7	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	0,37	/	3,2	=	0,12	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		27,5	N/mm^2
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	9,18	/	547	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		2,3	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	28,99	/	547	=	0,05	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		7,2	N/mm^2

$\sigma_{b,max}$ = 39,3 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 41 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

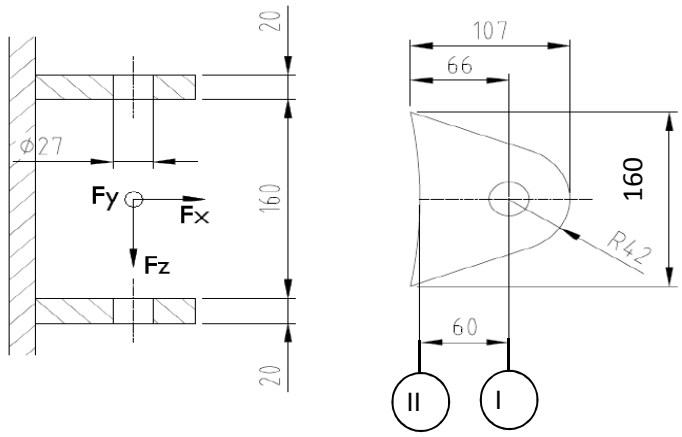
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.1.4 - Berekening clips 15 - bevestigingspunt druk isolator



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	160	mm	;	d =	27	mm
h =	60	mm	;	a las =	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$ en $F_{y,Ed}$ worden gelijkmatig verdeeld over de bovenste en onderste clip.
$F_{z,Ed}$ wordt volledig opgenomen door de onderste clip.

	$R_{X,A,Ed}$ kN	$R_{y,A,Ed}$ kN	$R_{z,A,Ed}$ kN	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	44,15	0,00	-5,26	44,15	0,00	5,26
BG 1a - (-wind (90 gr))	-93,91	0,00	11,20	93,91	0,00	11,20
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	5,01	0,00	-0,60	5,01	0,00	0,60
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	-90,73	0,00	10,82	90,73	0,00	10,82
BG 1a - (+wind (45 gr))	14,23	-9,34	-1,70	14,23	9,34	1,70
BG 1a - (-wind (45 gr))	-63,97	-9,34	7,63	63,97	9,34	7,63
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	-10,15	-2,00	1,21	10,15	2,00	1,21
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	-75,55	-2,00	9,01	75,55	2,00	9,01
BG bundelbreuk	0,00	2,03	1,07	0,00	2,03	1,07

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{x,Ed}^2$)^{0,5} = 47,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 41 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	3200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	757 kN
W_y =	8,53E+04	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	20,2 kNm
W_z =	1,07E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	2,5 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	437,2 kN

Maatgevend belastinggeval BG 1a - (-wind 90 gr)

N_{Ed} =	46,96	kN	$M_{z,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,672	kNm
$V_{z,Ed}$ =	11,20	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	0,000	kNm
$V_{y,Ed}$ =	0,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	46,96	/	757	=	0,06	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		14,7	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	0,67	/	2,5	=	0,27	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		63,0	N/mm^2
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	11,20	/	437	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		3,5	N/mm^2

$\sigma_{max} = \sigma_{b,z} + \sigma_N$ = 77,7 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 78 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 160 mm

a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{z,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 23,5 + 28,8 = 52,3 kN

σ_1 =					46,2	N/mm^2
τ_1 =					46,2	N/mm^2
τ_2 = 0						
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=			92,4	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	92,4	/	302,2	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	46,2	/	244,8	=	0,19	< 1,0 -- Voldoet

9.1.5 - Berekening deling van de steunarm

Deling op één meter afstand van de mast

Afstand tot schanierpunt = 2187 - 1000 = 1187 mm

N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
24,25	57,97	9,18	46,75	10,90	68,81

$M_{Ed} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 69,7 kNm

$V_{Ed} = (V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 58,7 kN

Verbinding met 8 bouten M24 - 8,8 : $F_{t,Rd} =$ 203,3 kN

$F_{v,Rd} =$ 135,6 kN

diameter Stc :	390	mm
uitwendige diameter flens :	450	mm
flensdikte	20	mm
Materiaal - S 355 ; $f_y = 355 / \gamma_{m;extra}$	237	N/mm^2

$F_{v,Ed} = V_{Ed} / n + 2 * M_{x,Ed} / n * d_{stc} =$ 37,3 kN

$F_{t,Ed} = M_{Ed} * a / I_p + N_{Ed} / n =$ 92,4 kN

$F_{t,Ed} / F_{t,Rd} =$ 92,35 / 203 = 0,45 < 1,0 -- Voldoet

$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} =$ 37,31 / 136 = 0,28 < 1,0 -- Voldoet

$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4.F_{t,Rd} =$ 0,60 < 1,0 -- Voldoet

Controle flens:

$t_{flens} =$ 20,00 mm

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1,25*e ; 2*\pi*m) =$ 153,2 mm

m = 27,4 mm

n = 30,0 mm

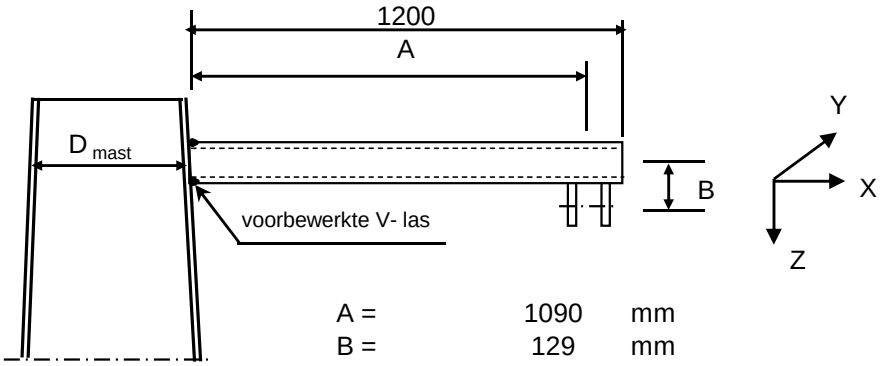
$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y =$ 3624613 Nmm

Bezwijkvorm 1 :	$F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m =$	264,6	kN
Bezwijkvorm 2 :	$F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t,Rd,b}) / (m + n) =$	169,4	kN
Bezwijkvorm 3 :	$F_{t,Rd} = F_{t,Rd,b} =$	203,3	kN

$F_{t,Rd,min} =$ 169,4 kN

$F_{t,Ed} / F_{t,Rd,min} =$ 0,55 < 1,0 -- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	1090	mm
B =	129	mm
D_{mast} =	505	mm
t_{mast} =	12	mm
Hoogte:	50,784	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV 002 - Appendix I

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	6539	40255	1949	6539	-40255	1949
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	7732	64556	8086	7732	-64556	8086
BG 1a - (+wind (45 gr))	3334	26317	1947	3847	-28499	1948
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	4842	59459	8084	5298	-60060	8084

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	13,078	0	3,898	0,00	5,94	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	15,464	0	16,172	0,00	19,62	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	7,181	2,182	3,895	0,28	5,17	2,38
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	10,14	0,601	16,168	0,08	18,93	0,66

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A + F_{x,Ed} * B$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	19,62	/	36	=	0,54	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		127,3	N/mm^2
N_{Ed} / N_{Rd} =	15,46	/	953	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		3,8	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	16,17	/	275	=	0,06	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		8,0	N/mm^2

Maximale spanning

σ_{max} = 127,3 + 3,8 = 131,1 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$

σ_{vlg} = 132 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	505,2	12,0	18592	S355	355	2239110
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,33

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 21,0

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 5,73 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 23,49 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,03 of n_p = -0,029

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,99

$M_{ip,1,Rd}$ = 42,1 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 46,4 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 19,62 / 42,1 = 0,47 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 21,0 kNm

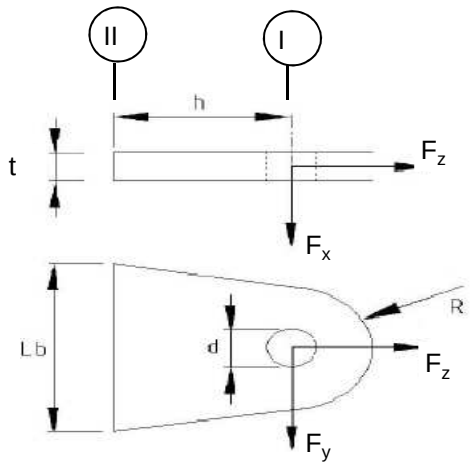
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 46,4 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,38 / 21,0 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

9.2,2 - Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	120	mm ;	d =	27	mm
h =	78	mm ;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	13,08	0,00	3,90
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	15,46	0,00	16,17
BG 1a - (+wind (45 gr))	7,18	2,18	3,90
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	10,14	0,60	16,17

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{z,Ed}^2$)^{0,5} = 8,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =	137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =	7	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2400	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	568	kN
W_x =	4,80E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	11,4	kNm
W_y =	8,00E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	1,9	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	327,9	kN

Maatgevend BG 3 - (wind 90 gr. + ijs)

N_{Ed} =	8,09	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{x,Ed}$ * h =	0,603	kNm
$V_{x,Ed}$ =	7,73	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	8,09	/	568	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		3,4	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	0,60	/	1,9	=	0,32	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		75,4	N/mm^2
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	7,73	/	328	/	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			τ_x =		3,2	N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = ((\sigma_{b,y} + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 79 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 120 mm

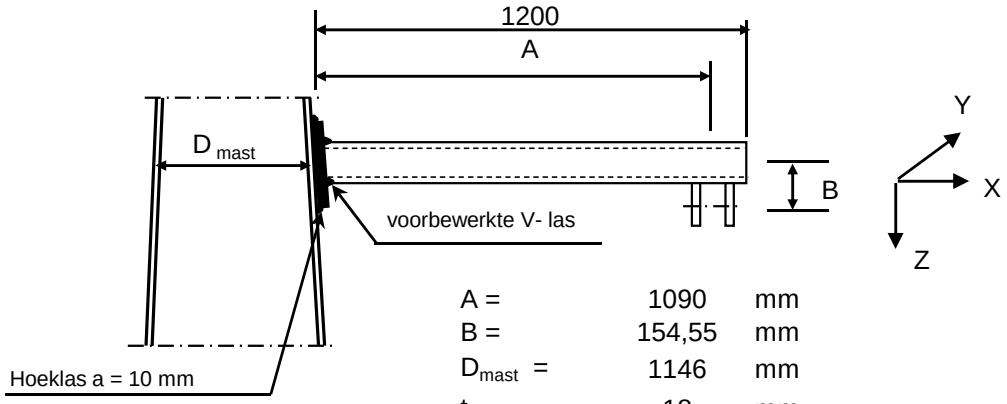
a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{y,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 4,0 + 25,8 = 29,9 kN

σ_1 =	35,2	N/mm^2	
τ_1 =	35,2	N/mm^2	
τ_2 = 0			
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	70,5	N/mm^2	
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 70,5 / 302,2 =	0,23	< 1,0 -- Voldoet	
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 35,2 / 244,8 =	0,14	< 1,0 -- Voldoet	

9.3 - Berekening draagarm "Passieve Loop geleider"



A =	1090	mm
B =	154,55	mm
D_{mast} =	1146	mm
t_{mast} =	18	mm
Hoogte:	24	m

Buisgegevens

Buis Ø219,1 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

A =	5306	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	1256	kN
$W_y = W_z$ =	2,70E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	63,9	kNm
W_x =	5,40E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	63,9	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	73,8	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	362,5	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV 002 - Appendix I

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	10034	67819	4041	10034	-67819	4041
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	12677	124217	16335	12677	-124217	16335
BG 1a - (+wind (45 gr))	5336	48171	4039	6079	-51032	4039
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	8489	118455	16332	9151	-119112	16333

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	20,068	0	8,082	0,00	11,91	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	25,354	0	32,67	0,00	39,53	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	11,415	2,861	8,078	0,44	10,57	3,12
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	17,64	0,657	32,665	0,10	38,33	0,72

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A + F_{x,Ed} * B$;

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	39,53	/	64	=	0,62	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		146,3	N/mm^2
N_{Ed} / N_{Rd} =	25,35	/	1256	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		4,8	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	32,67	/	362	=	0,09	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		12,3	N/mm^2

Maximale spanning

σ_{max} = 146,3 + 4,8 = 151,1 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$

σ_{vlg} = 153 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

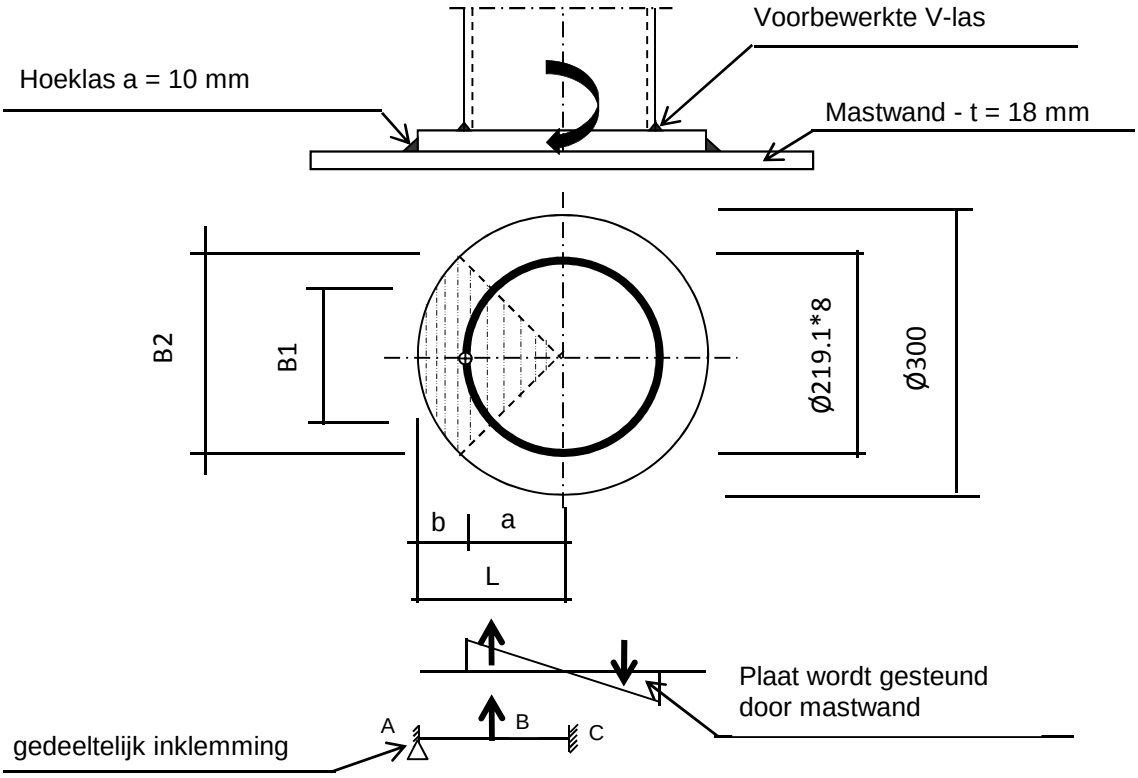
γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 219,1*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond 300 * 20 - S355

Buis Ø219,1 * 8 - S355 ; A = 5306 mm^2
W = 270163 mm^3
I = 29596329 mm^4
R = 110 mm

Hoeklas a= 10,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

M_{Ed} = 39,5 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^{o}))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 165,6 kN

a = R_{buis} = 109,6

b = R_{pl} - a = 40,5

B1 = 154,9 mm ; Boog B1 = 172 mm

B2 = 212,1 mm ; Boog B2 = 236 mm

Percentage inklemming = a_{las} / t_{pl} = 50,0%

Percentage vrij oplegging = 50,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 0,00 kNm

$M_{B;Ed} = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3)$ = 4,06 kNm

$R_{A;Ed} = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L)$ = 100,3 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed} = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) = 3,57$ kNm

$M_{B;Ed} = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) = 1,93$ kNm

$R_{A;Ed} = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) = 136,0$ kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed} = 0,0 * 50,0\% + 3,6 * 50,0\% = 1,79$ kNm

$M_{B;Ed} = 4,1 * 50,0\% + 1,9 * 50,0\% = 2,99$ kNm

$R_{A;Ed} = 100,3 * 50,0\% + 136,0 * 50,0\% = 118,1$ kN

$M_{A;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B2} * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 5,58$ kNm

$M_{B;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B1} * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 4,07$ kNm

$M_{A,Ed} / M_{A,Rd} = 1,79 / 5,58 = 0,32 < 1,0$ -- Voldoet

$\sigma_{b,A} = 75,8$ N/mm^2

$M_{B,Ed} / M_{B,Rd} = 2,99 / 4,07 = 0,73 < 1,0$ -- Voldoet

$\sigma_{b,B} = 173,9$ N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

$V_{Ed} = 118,1$ kN

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B2} = 25,1$ N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B1} = 34,3$ N/mm^2

$\sigma_{vlg,max} = \{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5} = 183,7$ N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} = 1,5$ (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) = 107,3$ N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) = 35,5$ N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	107,3	+	35,5	=		142,7	N/mm^2
$\tau_{1,max}$ =	107,3	-	35,5	=		71,8	N/mm^2
$\tau_2 = 0$							
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=		189,3	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	189,3	/	302,2	=		0,63	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	142,7	/	244,8	=		0,58	< 1,0 -- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1145,9	18,0	63780	S355	355	17706159
Plaat	300,0		70686	S355	355	2650719

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,26

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 31,8

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 214,63 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 4247,05 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,69 of n_p = -0,666

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,65

$M_{ip,1,Rd}$ = 107,7 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 221,4 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 39,53 / 107,7 = 0,37 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 51,5 kNm

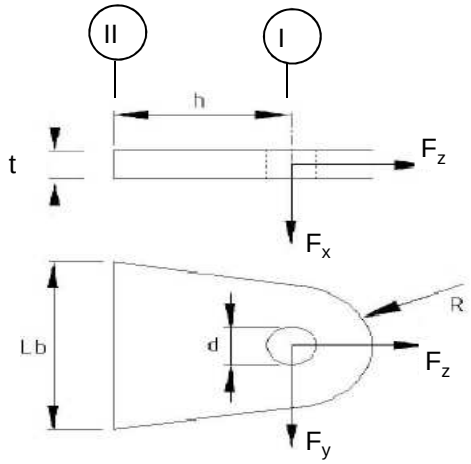
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 221,4 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 3,12 / 51,5 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

9.3.2 - Berekening clip draagarm Passieve Loop geleider (clip 5.4)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	120	mm ;	d =	27	mm
h =	62	mm ;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	20,07	0,00	8,08
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	25,35	0,00	32,67
BG 1a - (+wind (45 gr))	11,42	2,86	8,08
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	17,64	0,66	32,67

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{z,Ed}^2$)^{0,5} = 16,3 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 14 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2400	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	568 kN
W_x =	4,80E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	11,4 kNm
W_y =	8,00E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	1,9 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	327,9 kN

Maatgevend BG 3 - (wind 90 gr. + ijs)

N_{Ed} =	16,34	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h =	0,786	kNm
$V_{z,Ed}$ =	12,68	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	16,34	/	568	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		6,8	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	0,79	/	1,9	=	0,42	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		98,2	N/mm^2
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	12,68	/	328	/	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		5,3	N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = ((\sigma_{b,y} + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2_x)^{0,5}$

σ_{vlg} = 105 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 120 mm

a = 5 mm

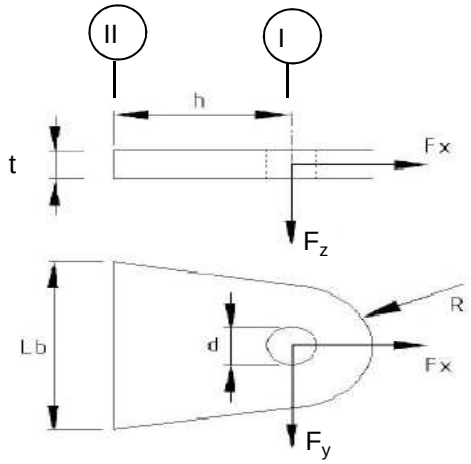
$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{y,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 8,2 + 33,7 = 41,9 kN

σ_1 =			49,3	N/mm^2
τ_1 =			49,3	N/mm^2
τ_2 = 0				
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		98,6	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	98,6	/	302,2	=	0,33	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	49,3	/	244,8	=	0,20	< 1,0 -- Voldoet

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm ;	t =	20	mm
Lb =	110	mm ;	d =	27	mm
h =	55	mm ;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 60 kN	42,43	42,43	0,00
of	0,00	60,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 60,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 36 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,7	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	42,43	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,333	kNm
$V_{y,Ed}$ =	42,43	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 42,43 / 521 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 19,3 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 2,33 / 10 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 57,9 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 42,43 / 301 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 19,3 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 19,3 + 57,9 } = 77,1 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 84 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN
$V_{y,Ed}$ = 60,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 3,300 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 3,30 / 10 = 0,35 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 81,8 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 60,00 / 301 = 0,20 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 27,3 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 94 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1708,0	20,0	106063	S355	355	44241577
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,06 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,06

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 428,6 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 11713,6 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,76 of $n_p =$ -0,734

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,60

$N_{1,Rd} =$ 289,0 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 42,43 / 289,0 = 0,15 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 31,8 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 2,33 / 31,8 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

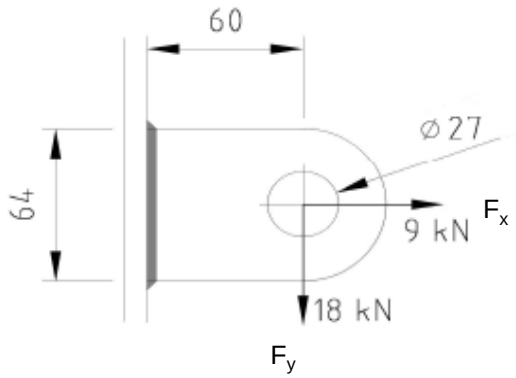
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 42,43 kN ; $M_{1,Ed} =$ 2,333 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1543 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 5466 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8



R =	32	mm ;	t =	20	mm
Lb =	64	mm ;	d =	27	mm
h =	60	mm ;	a las =	5	mm - hoeklas

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN
N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 9,00 / 303 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 7,0 N/mm^2

$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ = 1,08 / 3 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 79,1 N/mm^2

$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ = 18,00 / 175 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 14,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_2 =	0		28,1	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		248,4	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	248,4 /	302,2 =	0,82	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	121,8 /	244,8 =	0,50	< 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 26.987 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1074,4	18,0	59740	S355	355	15517843
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,06 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,06

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 187,2 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 3464,7 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,64 of $n_p =$ -0,620

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,69

$N_{1,Rd} =$ 267,2 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 267,2 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 17,1 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 17,1 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

Clip op 43,987 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	667,8	12,0	24722	S355	355	3981379
1	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,10 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,10

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 48,5 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 451,2 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,32 of $n_p =$ -0,314

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,87

$N_{1,Rd} =$ 152,0 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 152,0 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 9,7 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 9,7 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

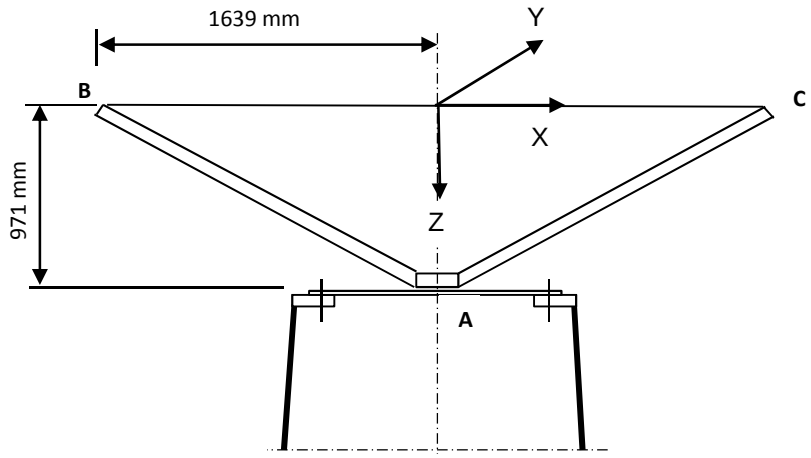
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



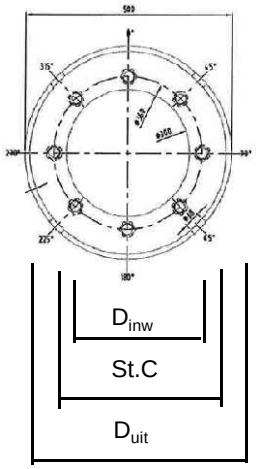
Buis rond 500 * 12

Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed}$ = $F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;



D-uitwendig	500	mm
D-inwendig	300	mm
StC	360	mm
plaat dikte t =	30	mm
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2
Aantal bouten	8	
BoutenM24 - 8,8		

M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03	/ 1,5	=	135,4	kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36	/ 1,5	=	90,2	kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

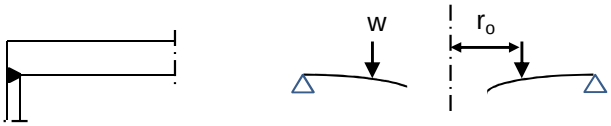
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

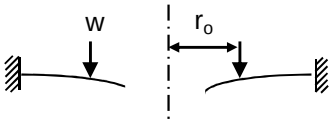
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} = 40,0%

Percentage vrij oplegging = 60,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ = 519230769

$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ = 0,3859

$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ = 0,9733

$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ = 0,4853

$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ = 0,0031

$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ = 0,0316

$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ = 0,2144

$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor $r = r_o$ = 0,1668

$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ = 0,0001

M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ = 615 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 14040 Nmm/mm'

$M_{ra;max,Ed}$ = 14655 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'

Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 14655 / 35500 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 97,7 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 102 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 12 - S355 ;

A = 18397 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 6531 kN

$W_y = W_z$ = 2,19E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 778,1 kNm

N_{Ed} = 35 kN

$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 6531 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 1,9 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 778 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 32,8 N/mm^2

σ_{max} = 34,7 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

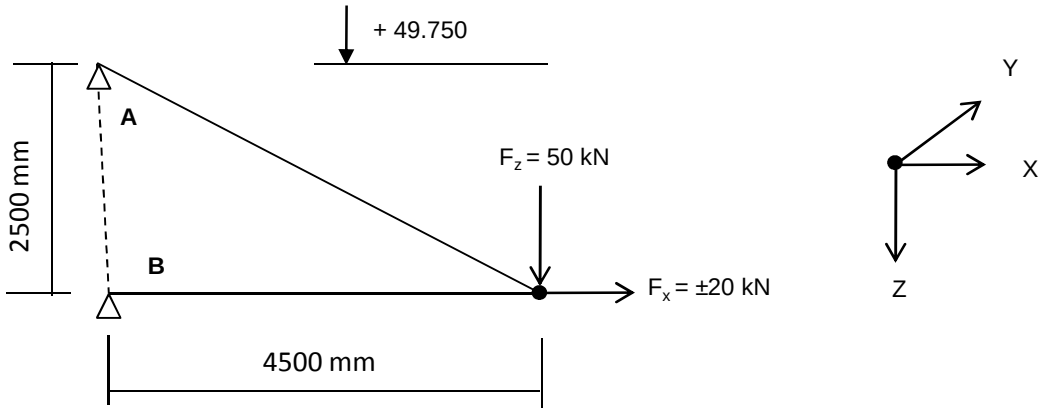
Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

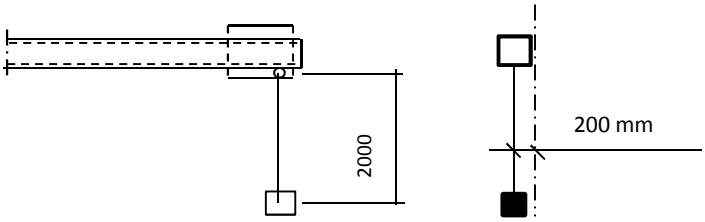
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening clips voor 4,5m hijsbalk

9.7.1 - Hijsbalk op 49,75 / 47,25



Excenticiteit van de verticale last is 200 mm



Ten gevolge van excentriciteit :

$F_{y;Ed} = F_{z;Ed} * \text{Tan}\alpha$; $\alpha = 5{,}7^o$

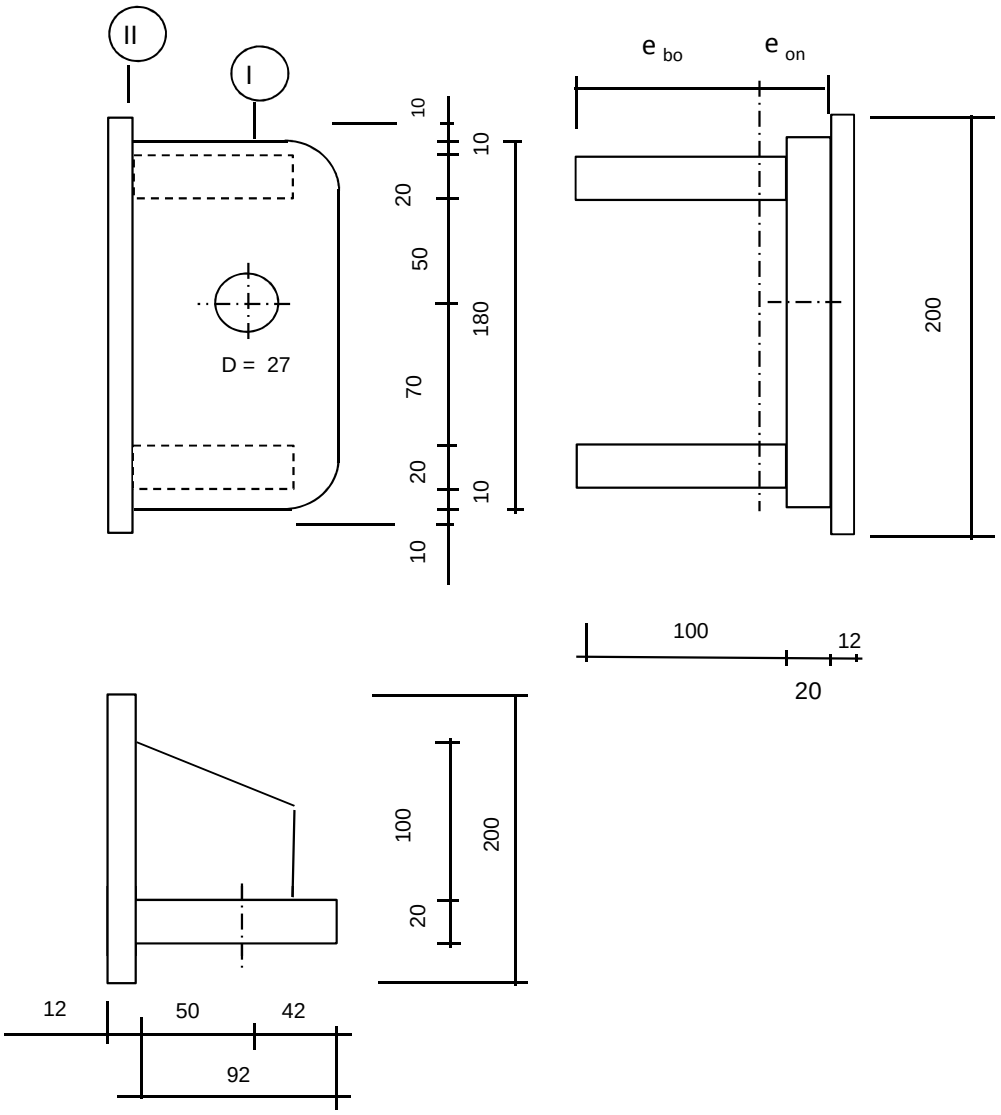
Speling t.p.v. verbinding is 2 mm over 82 mm.
De verplaatsing t.p.v. last is $\delta = 2*4500 / 82 = 110$ mm

α = boogtan ((200-110) / 2000 = 2,6°

$F_{y;Ed}$ = 2,3 kN

$R_{z,Ed,A}$ =	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-90	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	70	kN
$M_{z,Ed,A}$ =	4,03	kNm	$M_{z,Ed,B}$ =	6,12	kNm
of					
$R_{z,Ed,A}$ =	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-90	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	110	kN
$M_{z,Ed,A}$ =	4,03	kNm	$M_{z,Ed,B}$ =	6,12	kNm

9.7.1.1 - Berekening clip



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	180	mm ;	d =	27	mm
h =	50	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

A =	7600	mm^2			
I_y =	9,85E+06	mm^4 ;	W_y =	1,09E+05	mm^3
e_o =	41,58	mm ;	$W_{z,min}$ =	1,31E+05	mm^3
e_b =	78,42	mm ;	$W_{z,max}$ =	2,47E+05	mm^3
I_z =	1,03E+07	mm^4 ;			

$N_{Rd} = A * f_y$ =	1799	kN
$M_{y,Rd} = W_y * f_y$ =	25,9	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	31,0	kNm
$V_{Rd} = L_b * t * f_y / 3^{0,5}$ =	491,9	kN

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
90,00	50,00
0,00	110,00

Per clip: $F_{Ed;max} = (F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5} =$ 110,0 kN

$\tau_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =$ 137 N/mm^2

$\tau = F_{Ed,max} / (2 *(t * (R - d/2)) =$ 96 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

N_{Ed} = 90,00 kN

$V_{z,Ed}$ = 50,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * e =$ 3,4 kNm (e = 10 mm)

$M_{z,Ed} = 8,94 + N_{Ed} * (e_o - t/2)$ 6,87 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	90,00	/	1799	=	0,05	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		11,8 N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	3,40	/	26	=	0,13	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		31,1 N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	6,87	/	31	=	0,22	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		52,5 N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	50,00	/	492	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		13,9 N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 11,8 + 24,2 + 52,5 } = 88,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 92 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 110,00 kN

$V_{z,Ed}$ = 0,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * e =$ 1,1 kNm (e = 10 mm)

$M_{z,Ed} = 13,56 + N_{Ed} * (e_o - t/2)$ 9,59 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	110,00	/	1799	=	0,06	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		14,5 N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,10	/	26	=	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		10,0 N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	9,59	/	31	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		73,2 N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 14,5 + 7,8 + 73,2 } = 95,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 96 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

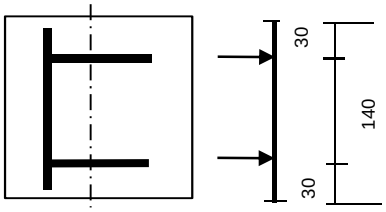
$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			125,1	N/mm^2
τ_1 =			125,1	N/mm^2
τ_2 =			27,8	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		254,8	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	254,8 /	302,2 =	0,84	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	125,1 /	244,8 =	0,51	< 1,0 -- Voldoet

of

σ_1 =			135,1	N/mm^2
τ_1 =			135,1	N/mm^2
τ_2 =			0,0	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		270,2	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	270,2 /	302,2 =	0,89	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	135,1 /	244,8 =	0,55	< 1,0 -- Voldoet

Versterkingsplaat 200 * 200 * 12 - S355



$F = \sigma_{max} * t * e_b / 4$

σ_{max} =	95,5	N/mm^2
t =	20	mm
e_b =	78,42	mm
F =	37,45	kN

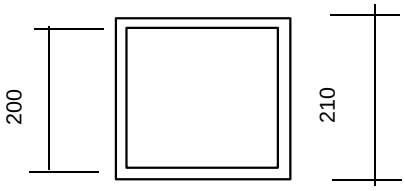
$M_{y,Ed,max} = (F * 30 * (200 - 30) / 200) * 10^{-3} =$ 0,96 kNm

$M_{y,Rd} = W_y * f_y = ((1/6) * 200* 12^2 * 355 / 1,5) * 10^{-6} =$ 1,136 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 0,96 / 1,14 = 0,84 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 199,0 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom



A_{las} =	4100	mm^2
W_{las} =	273659	mm^3

N_{Ed} =	110,00	kN ;	σ_N =	26,8	N/mm^2
$M_{y,Ed}$ =	1,1	kNm ;	$\sigma_{b,y}$ =	4,0	N/mm^2
$M_{z,Ed}$ =	9,59	kNm ;	$\sigma_{b,z}$ =	35,1	N/mm^2

$\sigma_{b,max} =$ 65,9 N/mm^2

σ_1 =	65,9	N/mm^2
τ_1 =	65,9	N/mm^2
τ_2 =	0,0	N/mm^2
$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	131,8	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 131,8 / 302,2 = 0,44 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 65,9 / 244,8 = 0,27 < 1,0 -- Voldoet

9.7.1.2 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +49,750 / 47,250

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	590	12,0	21779	S355	355	3082786
plaat	210,0	5,0	4100	S355	355	273659

$N_{i,Rd} = k_p * f_{y0} * t^2_0 * (4 + 20*\beta^2) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$;

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0$ $h_i / d_0 =$ 0,36

$\beta = b_i / d_0$ $b_i / d_0 =$ 0,36

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 10,3 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 42,5 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,04 of $n_p =$ -0,037

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,99

$N_{1,Rd} =$ 239,5 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 110,00 / 239,5 = 0,46 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 25,2 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 9,59 / 25,2 = 0,38 < 1,0 -- Voldoet

$M_{ip,i,Rd} =$ 50,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,40 / 50,3 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

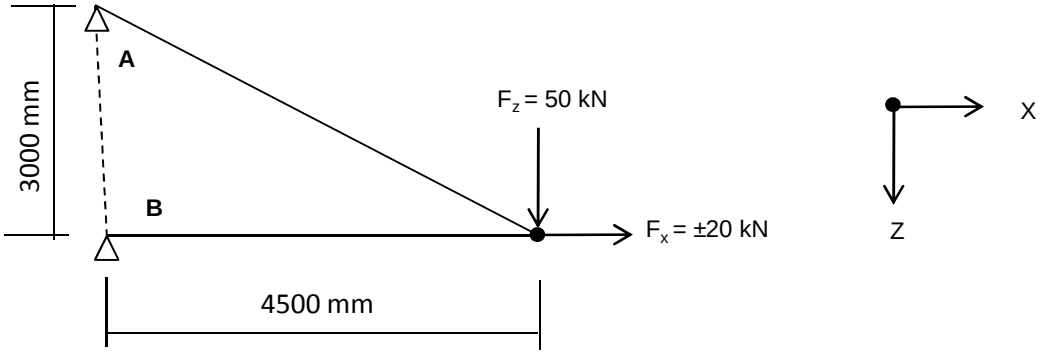
$N_{1,Ed} =$ 110,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 9,594 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 309 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

9.7.2 - Berekening hijsbalk op 45,33 / 42,33 en 36,83 / 33,83

Hijsbalk 4,5m op 45,33 / 42,33 en 36,83 / 33,83

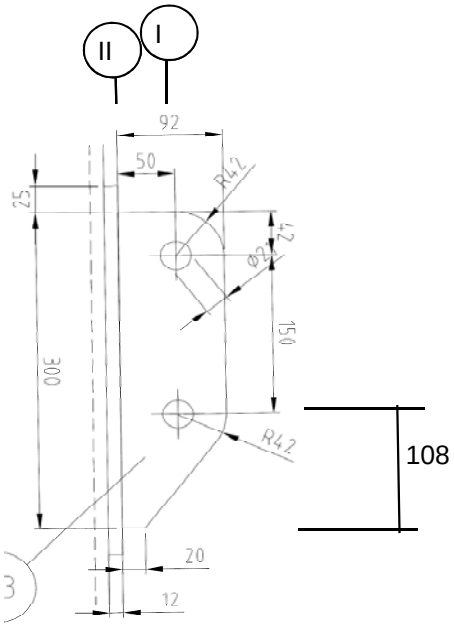


$R_{z,Ed,A}$	=	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$	=	0	kN
$R_{x,Ed,A}$	=	-75,0	kN	$R_{x,Ed,B}$	=	55,0	kN

of

$R_{z,Ed,A}$	=	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$	=	0	kN
$R_{x,Ed,A}$	=	-75,0	kN	$R_{x,Ed,B}$	=	95,0	kN

9.7.2.1 - Berekening clip positie 9 - t.b.v hijsmast 4,5m



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	300	mm	;	d =	27	mm
h =	50	mm	;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
75,00	50,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max} = (F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5} =$ 90,1 kN

$\tau_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =$ 137 N/mm^2

$\tau = F_{Ed,max} / (2 *(t * (R - d/2)) =$ 79 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	6000	mm^2	$N_{Rd} = A * f_y =$	1420	kN
W_y =	3,00E+05	mm^3	$M_{x,Rd} = W_y * f_y =$	71,0	kNm
W_z =	2,00E+04	mm^3	$M_{y,Rd} = W_z * f_y =$	4,7	kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =$	819,8	kN

N_{Ed} = 75,00 kN

$V_{z,Ed}$ = 50,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (h/2 - 108) =$ 5,65 kNm

$N_{Ed} / N_{Rd} =$ 75,00 / 1420 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_N =$ 12,5 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 5,65 / 71 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 18,8 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd} =$ 50,00 / 820 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_y =$ 8,3 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max} = \{ 12,5 + 18,8 \} =$ 31,3 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

$\sigma_{vlg} =$ 34 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} =$ 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =				44,3	N/mm^2
τ_1 =				44,3	N/mm^2
τ_2 = 0				16,7	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =			93,2	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	93,2	/	302,2 =	0,31	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	44,3	/	244,8 =	0,18	< 1,0 -- Voldoet

9.7.2.2 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +45,33 / 42,33

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	636	12,0	23510	S355	355	3597625
clip	300,0	20,0	6000	S355	355	300000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,47 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,47

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 45,8 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 341,0 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,27 of $n_p =$ -0,262

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,90

$N_{1,Rd} =$ 170,7 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 75,00 / 170,7 = 0,44 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 51,2 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 5,65 / 51,2 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 75,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 5,650 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 627 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +36,83 / 33,83

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	839	15,0	38829	S355	355	7857988
clip	300,0	20,0	6000	S355	355	300000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,36 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,36

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 105,0 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 1325,8 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,48 of $n_p =$ -0,468

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,79

$N_{1,Rd} =$ 227,7 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 75,00 / 227,7 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 68,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 5,65 / 68,3 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

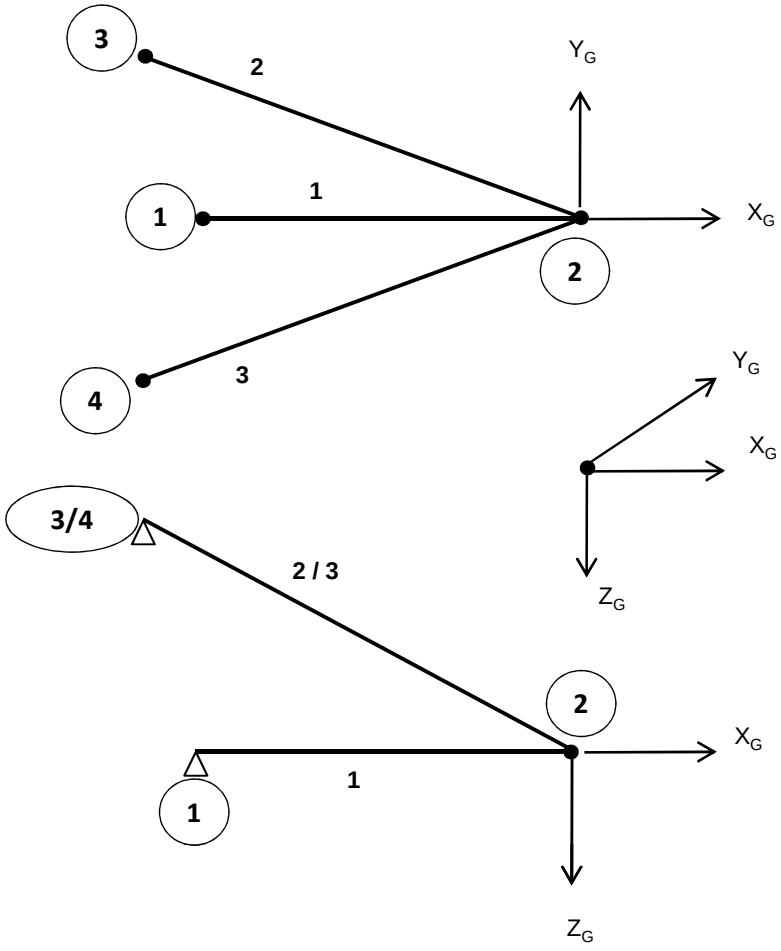
$N_{1,Ed} =$ 75,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 5,65 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 627 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4099 N/mm' ---> voldoet

9.8 - Berekening clips voor 1,5m hijsbalk

Computer model



Belastingen :

$F_{z,Ed}$	=	50	kN
$F_{x,Ed}$	=	20	kN
$F_{y,Ed}$	=	40	kN

Gebruikte staven: Hijsbalk : staaf 1 - buis 180*6
druk- en trek stangen : staaf 2 en 3 - buis 88,9*8

Matrix Bouwframe Project :Wintrack Datum 25-01-2013
Onderdeel:1.5 meter hijsmast

AANTAL KNOPEN : 4
AANTAL STAVEN : 3
AANTAL OPLEGGINGEN : 3

KNOOPCOORDINATEN

NR.	-X-	-Y-	-Z-
1	-1.500	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	-1.720	0.389	-1.156
4	-1.720	-0.389	-1.156

KONSTRUKTIE SCHEMA

STAAF	-i-	SCHARNIERCODE	-j-	SCHARNIERCODE	GAMMA	PROF	MAT	V/EXC	LENGTE
1	1	NxDyDz MxMyMz	2	NxDyDz MxMyMz	0	1	1	0	1.500
2	2	NxDyDz Mx- -	3	NxDyDz MxMyMz	0	2	1	0	2.109
3	2	NxDyDz Mx- -	4	NxDyDz MxMyMz	0	2	1	0	2.109

PROFIEL EIGENSCHAPPEN

PROF.NR.	DOORSNEDE	Ix-torsie	Iy-buig	Iz-buig	PROFIELNAAM
1	3.2798E-03	2.4854E-05	1.2427E-05	1.2427E-05	B180/6
2	2.0332E-03	3.3593E-06	1.6797E-06	1.6797E-06	B88.9/8

MATERIAAL EIGENSCHAPPEN

MAT.NR	ELAST. MOD	POISON	DICHTHEID	MATERIAALNAAM
1	2.1000E+08	0.30	78.500	S355

OPLEGGINGEN

KNOOP	LINEAIR	ROTATIE	X-(r)-veer	Y-(r)-veer	Z-(r)-veer
1	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

BELASTINGEN

BELASTING GEVAL 1 eg constructie

TYPE	STF	KNP	P1	P2	A	Richt.	Onschrijving
7	alle staven		factor = 1.00			Z	Eigen gewicht

BELASTING GEVAL 2 hijs last

TYPE	STF	KNP	P1	P2	A	Richt.	Onschrijving
9	2	t/m 2	50.00			Z	Knooplast
9	2	t/m 2	20.00			X	Knooplast
9	2	t/m 2	40.00			Y	Knooplast

Matrix Bouwframe Project :Wintrack Datum 25-01-2013
Onderdeel:1.5 meter hijsmast

COMBINATIES

B.G.	Omschrijving	1
1	eg constructie	1.00
2	hijs last	1.00

KNOOPVERPLAATSINGEN GLOB. (B.C.)

KNP	B.C.	X-VERPL.	Y-VERPL.	Z-VERPL.	X-ROTATIE	Y-ROTATIE	Z-ROTATIE
1	1	0.00000	0.00000	0.00000	-3.6792E-03	-4.0932E-04	1.9346E-03
2	1	-0.00012	0.00290	0.00059	-3.6792E-03	-3.8207E-04	1.9346E-03
3	1	0.00000	0.00000	0.00000	-2.3645E-03	-6.0188E-05	9.6872E-05
4	1	0.00000	0.00000	0.00000	-2.3104E-03	-7.7620E-04	3.0615E-05

N/D/M IN DE KNOPEN LOKAAL (B.C.)

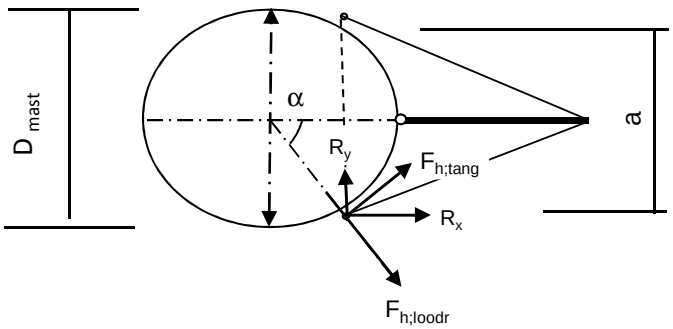
STAAF	B.C.	KNOOP	Nx	Dy	Dz	Mx	My	Mz
1	1	1	55.18	-0.00	-0.19	0.00	0.00	0.00
		2	-55.18	0.00	-0.19	0.00	-0.00	-0.00
2	1	2	62.42	-0.00	-0.14	-0.00	0.00	-0.00
		3	-62.23	0.00	-0.14	-0.00	-0.00	0.00
3	1	2	-154.40	-0.00	-0.14	-0.00	-0.00	-0.00
		4	154.59	0.00	-0.14	-0.00	-0.00	0.00

REACTIES GLOBAAL (B.C.)

B.C.	KNOOP	X-REACTIE	Y-REACTIE	Z-REAKTIE	Mx-REACT.	My-REACT.	Mz-REACT.
1	1	55.18	-0.00	-0.19	0.000	0.000	0.000
1	3	50.84	-11.50	34.00	0.000	0.000	0.000
1	4	-126.02	-28.50	-84.87	0.000	0.000	0.000
SOM REACT.		-20.00	-40.00	-51.06			
SOM LASTEN		20.00	40.00	51.06			

knoop nummer	hoogte mm	D_{mast} mm	t_{mast} mm	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
1	45330	636	12	55,18	0,00	-0,20
3	46487	608	12	50,84	-11,50	34,00
4	46487	608	12	-126,02	-28,50	-84,87
1	36830	839	15	55,18	0,00	-0,20
3	37987	811	15	50,84	-11,50	34,00
4	37987	811	15	-126,02	-28,50	-84,87
1	28330	1042	18	55,18	0,00	-0,20
3	29487	1015	18	50,84	-11,50	34,00
4	29487	1015	18	-126,02	-28,50	-84,87

Ontbinden van de krachten in knoop 3 en 4



α = arcsin(a/2 / (d/2 + 50))

$F_{h,loodr,Ed} = R_x * \cos\alpha + R_y * \sin\alpha$

$F_{h,tang,Ed} = R_x * \sin\alpha + R_y * \cos\alpha$

knoop nummer	hoogte mm	D_{mast} mm	a mm	α gr	$F_{h,lood,Ed}$ kN	$F_{h,tang,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
1	45330	636		0,00	55,18	0,00	0,20
3	46487	608	704	83,9	16,80	49,34	34,00
4	46487	608	704	83,9	15,03	128,32	84,87
1	36830	839		0,00	55,18	0,00	0,20
3	37987	811	854	69,6	28,52	43,63	34,00
4	37987	811	854	69,6	17,27	128,04	84,87
1	28330	1042		0,00	55,18	0,00	0,20
3	29487	1015	960	59,5	35,74	37,94	34,00
4	29487	1015	960	59,5	39,49	123,02	84,87

Beasting per clip :

Clip type 9,3 - 45,330 en 36,830m hoogte
Clip type 16,3 - 28,330 m hoogte

$F_{h,loodr,Ed}$ = 55,18 kN
$F_{z,Ed}$ = 0,20 kN

Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 46,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 7,52 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 64,16 kN

Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 37,987m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 8,63 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 64,02 kN

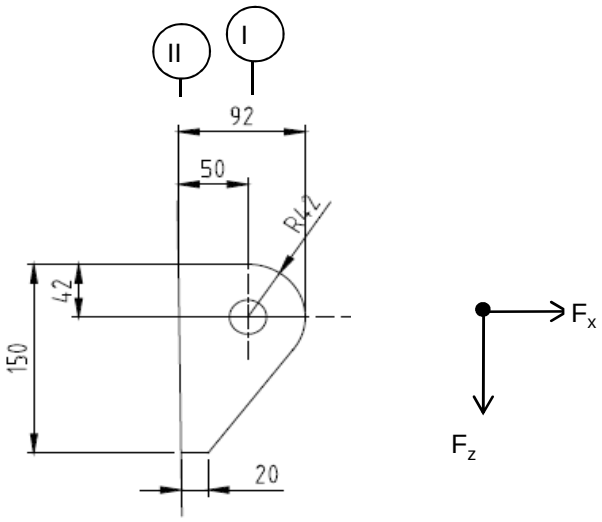
Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 29,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 19,74 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 61,51 kN

Clip type 16,1 - onderste ribbe- 46,487m, 37,987m en 29,487m hoogte;per cilp

Belasting als de bovenste clip + $F_{z,Ed}$ = 84,87 kN

9.8.1 - Berekening clip type 9,3 - 45,330 en 36,830m hoogte

en clip type16,3 op 28,330m hoogte



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	150	mm	;	d =	27	mm
h =	50	mm	;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
55,18	0,20

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 55,2 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ =	137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =	48	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	3000	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	710	kN
W_y =	7,50E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	17,8	kNm
W_z =	1,00E+04	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	2,4	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	409,9	kN

N_{Ed} =	55,18	kN
$V_{z,Ed}$ =	0,20	kN

$M_{y,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h + N_{Ed} * (h/2 - R) = 1,83 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	55,18	/	710	=	0,08	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		18,4	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,83	/	18	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		24,4	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	0,20	/	410	=	0,00	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		0,1	N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 18,4 + 24,4 } = 42,8 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 43 N/mm^2 > 237 MPa -- Voldoet niet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =	60,5	N/mm^2
τ_1 =	60,5	N/mm^2
τ_2 = 0	0,1	N/mm^2
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	121,1	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	121,1	/	302,2	=	0,40	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	60,5	/	244,8	=	0,25	< 1,0 -- Voldoet

9.8.2 - Controle capaciteit van de aansluiting clip 9,3 / 16,3

Clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +28330 (maatgevend)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1042	18,0	57923	S355	355	14580987
clip	150,0	20,0	3000	S355	355	75000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,14 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,14

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 173,6 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 3112,4 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,61 of $n_p =$ -0,593

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,71

$N_{1,Rd} =$ 280,2 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 55,18 / 280,2 = 0,20 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 42,0 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,83 / 42,0 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

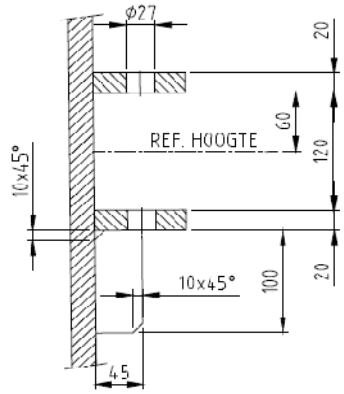
$N_{1,Ed} =$ 55,18 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,831 kNm

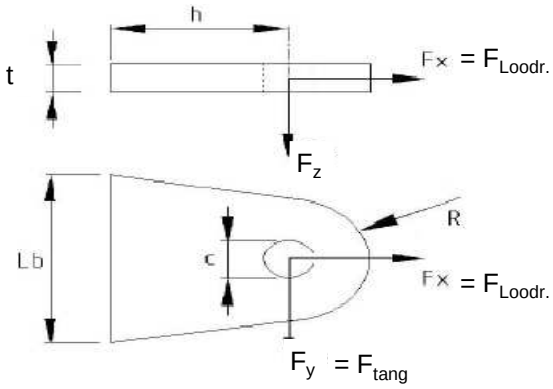
$\sigma_{max.}t_i =$ 856 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

9.8.3 - Berekening clip type 16,3 - bovenste ribbe - op 46,487m, 37,987 en 29,487 m hoogte.

A - Bovenste ribbe - op 46,487m, 37,987 en 29,487 m hoogte.





R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	140	mm ;	d =	27	mm
h =	45	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	46,487m kN	37,987m kN	29,487m kN
$F_{x,Ed}$ =	7,52	8,63	19,74
$F_{y,Ed}$ =	64,16	64,02	61,51

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$-kN=	64,60	64,60	64,60		
τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =			137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =			57	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =		663	kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =		15,5	kNm
W_y =	9,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =		2,2	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =		382,6	kN

Clip op 46,487m hoogte

N_{Ed} =	7,52	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =		2,89	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,16	kN				

Clip op 37,987m hoogte

N_{Ed} =	8,63	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =		2,88	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,02	kN				

Clip op 29,487m hoogte

N_{Ed} =	19,74	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =		2,77	kNm
$V_{y,Ed}$ =	61,51	kN				

	46,487m hoogte spanning in N/mm^2	37,987m hoogte spanning in N/mm^2	29,487m hoogte spanning in N/mm^2
σ_N =	2,7	3,1	7,1
$\sigma_{b,z}$ =	44,2	44,1	44,1
τ_y =	22,9	22,9	22,0
$\sigma_{b,max}$ =	46,9	47,2	51,1
σ_{vlg} =	61,4	61,6	63,7

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

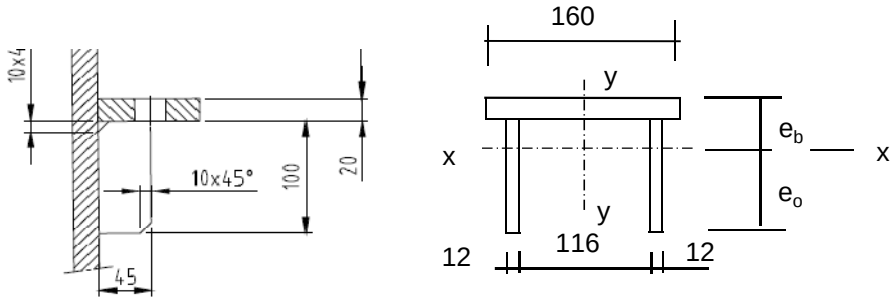
a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			72,3	N/mm^2
τ_1 =			72,3	N/mm^2
τ_2 = 0			102,3	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		228,7	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	228,7 /	302,2 =	0,76	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	72,3 /	244,8 =	0,30	< 1,0 -- Voldoet

B- Onderste ribbe - op 46,487m, 37,987 en 29,487 m hoogte.



Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

e_b =	35,7	mm
e_o =	84,3	mm
A =	5600	mm^2
A_{schot} =	2400	mm^3

I_x =	8377143	mm^4	I_y =	16790400	mm^4
$W_{x,min}$ =	99390	mm^3	W_y =	209880	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	1325	kN
$M_{y,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	23,5	kNm
$M_{x,Rd} = W_y * f_y$ =	49,7	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	327,9	kN
$V_{y,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	437,2	kN

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Zie berekening boven ribbe

Doorsnede II ;

	46,487m kN	37,987m kN	29,487m kN
$F_{x,Ed}$ =	7,52	8,63	19,74
$F_{y,Ed}$ =	64,16	64,02	61,51
$F_{z,Ed}$ =	84,87	84,87	84,87

Clip op 46,487m hoogte

N_{Ed} =	7,52	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,89	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,16	kN	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	4,012	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

Clip op 37,987m hoogte

N_{Ed} =	8,63	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,88	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,02	kN ;	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	4,041	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

Clip op 29,487m hoogte

N_{Ed} =	19,74	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,77	kNm
$V_{y,Ed}$ =	61,51	kN ;	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	4,327	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

	46,487m hoogte spanning in N/mm^2	37,987m hoogte spanning in N/mm^2	29,487m hoogte spanning in N/mm^2
σ_N =	1,3	1,5	3,5
$\sigma_{b,z}$ =	13,8	13,7	13,2
$\sigma_{b,y}$ =	40,4	40,7	43,5
τ_y =	20,1	20,0	19,2
τ_z =	35,4	35,4	35,4
$\sigma_{b,max}$ =	55,5	55,9	60,2
σ_{vlg} =	89,6	89,9	92,1

> 237 MPa -- Voldoet niet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a =	5	mm	t =	20	mm
			t_1 =	12	mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =			85,2	N/mm^2
τ_1 =			85,2	N/mm^2
τ_2 =	0		42,4	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=	185,6	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	185,6	/	302,2	= 0,61	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	85,2	/	244,8	= 0,35	< 1,0 -- Voldoet

9.8.4 - Controle capaciteit van de aansluiting clip 16,3 (boveste clip hijsmast)

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +46,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	608	12,0	22467	S355	355	3282620
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,23

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 27,6 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 55,2 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,05 of n_p = -0,044

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,98

$N_{1,Rd}$ = 169,7 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 7,52 / 169,7 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 11,9 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,89 / 11,9 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 7,52 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,89 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 937,6 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 3279 N/mm' ---> voldoet

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +37,987m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	811	15,0	37524	S355	355	7334566
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,17

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 82,3 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 1014,5 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,40 of n_p = -0,383

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,83

$N_{1,Rd}$ = 204,2 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 8,63 / 204,2 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 14,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,88 / 14,3 = 0,20 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 8,63 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,88 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 943,6 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 4099 N/mm' ---> voldoet

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +29,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1015	18,0	56358	S355	355	13797282
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,14

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 150,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 2703,1 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,56 of n_p = -0,544

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,74

$N_{1,Rd}$ = 248,0 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 19,74 / 248,0 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 17,4 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,77 / 17,4 = 0,16 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

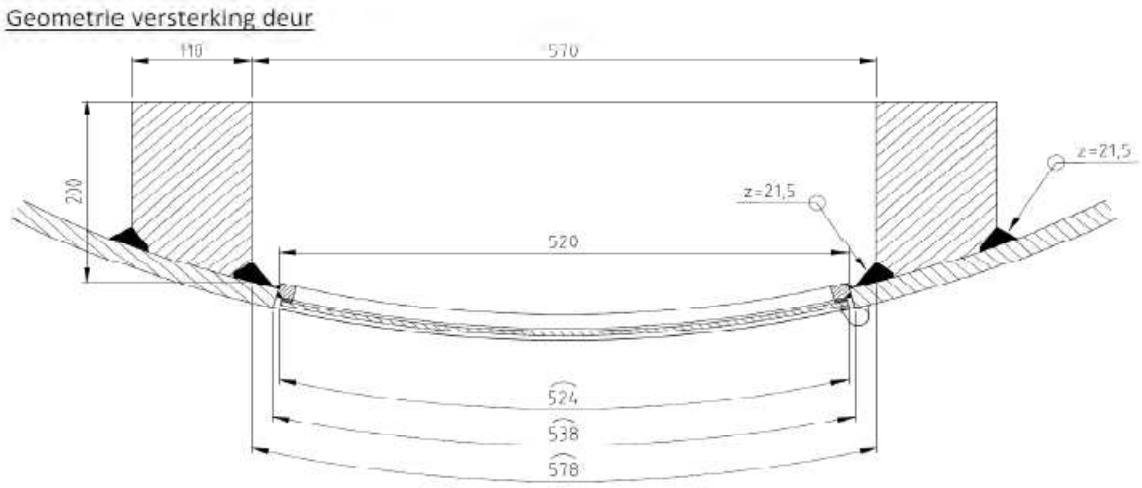
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 19,74 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,77 kNm

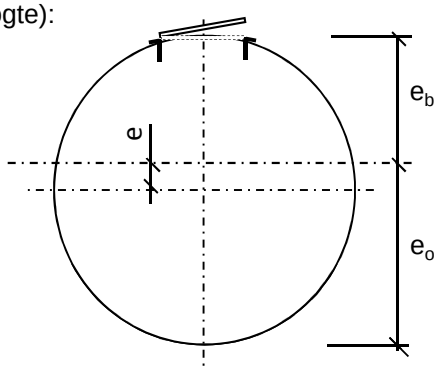
$\sigma_{max.}t_i$ = 988,4 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 4919 N/mm' ---> voldoet

9.9 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter :	1691	mm
dikte t ;	20	mm

A_{buis} =	104973	mm^2
$A_{versterking}$ =	38512	mm^2
$A_{verlies}$ =	10446	mm^2
A_{tot} =	133039	mm^2

e =	127,1	mm			
e_b =	718,2	mm ;	e_o =	972,5	mm

I_{tot} =	4,44E+10	mm^4
W_{min} =	4,57E+07	mm^3
W_{max} =	6,18E+07	mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 28 (inclusief 2^e orde effect)

M_{Ed} =	11921	kNm ;	N_{Ed} =	429 kN

σ_N =	N_{Ed} / A_{tot} =	3,2	N/mm^2
σ_b =	M_{Ed} / W_{min} =	261,1	N/mm^2

σ_{max} = 3,2 + 261,1 = 264,3 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 REV 003 - bijlage I en I2

W2S350+5 TOWER **APPENDIX: I**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	14907	6455	146657	14907	6455	-146657
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14907	6451	146657	14907	6451	-146657
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14907	6446	146657	14907	6446	-146657
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1947	849	19242	1947	849	-19242
	Comp. gl	4038	1754	39867	4038	1754	-39867
1b	380C1F1 / 380C2F1	14900	7606	173968	14900	7606	-173968
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14900	7605	173968	14900	7605	-173968
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14900	7604	173968	14900	7604	-173968
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1946	984	22489	1946	984	-22489
	Comp. gl	4036	2011	46005	4036	2011	-46005
3	380C1F1 / 380C2F1	25691	10256	234233	25691	10256	-234233
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25691	10254	234233	25691	10254	-234233
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	25691	10251	234233	25691	10251	-234233
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	8083	2543	58024	8083	2543	-58024
	Comp. gl	16332	5119	116933	16332	5119	-116933
4	380C1F1 / 380C2F1	17913	7550	172685	17913	7550	-172685
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17913	7549	172685	17913	7549	-172685
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17913	7548	172685	17913	7548	-172685
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2699	1108	25331	2699	1108	-25331
	Comp. gl	5542	2269	51910	5542	2269	-51910
6	380C1F1 / 380C2F1	16772	7005	160442	16772	7005	-160442
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16772	7005	160442	16772	7005	-160442
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	16772	7005	160442	16772	7005	-160442
	GW / opgw	2190	922	21111	2190	922	-21111
	Comp. gl	4543	1908	43708	4543	1908	-43708
1a	380C1F1 / 380C2F1	14910	20279	178767	14912	23138	-189670
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14910	19149	174662	14911	21776	-184396
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14909	17734	169727	14910	20067	-177988
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1947	3334	26317	1948	3847	-28499

W2S350+5 TOWER **APPENDIX: I**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	4039	5336	48171	4039	6079	-51032
1b	380C1F1 / 380C2F1	14900	10153	175454	14900	10657	-176091
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14900	9954	175230	14900	10417	-175775
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14900	9703	174974	14900	10116	-175411
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1946	1435	22861	1946	1525	-23017
	Comp. gl	4036	2672	46388	4036	2802	-46552
3	380C1F1 / 380C2F1	25692	17440	239845	25692	18873	-242182
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25692	16873	239019	25692	18190	-241025
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	25691	16162	238064	25692	17334	-239686
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	8084	4842	59459	8084	5298	-60060
	Comp. gl	16332	8489	118455	16333	9151	-119112
4	380C1F1 / 380C2F1	17913	10083	173811	17914	10581	-174301
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17913	9886	173639	17914	10344	-174057
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17913	9637	173443	17913	10046	-173777
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2699	1553	25562	2699	1641	-25661
	Comp. gl	5542	2923	52147	5542	3051	-52252
1a	380C1F1 / 380C2F1	14918	38327	252760	14918	38327	-252760
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14917	35775	241952	14917	35775	-241952
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14916	32556	228346	14916	32556	-228346
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1949	6539	40255	1949	6539	-40255
	Comp. gl	4041	10034	67819	4041	10034	-67819
1b	380C1F1 / 380C2F1	14900	13359	181105	14900	13359	-181105
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14900	12899	180081	14900	12899	-180081
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14900	12323	178890	14900	12323	-178890
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1946	2012	24212	1946	2012	-24212
	Comp. gl	4037	3502	47847	4037	3502	-47847
3	380C1F1 / 380C2F1	25695	26578	259690	25695	26578	-259690
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25695	25266	256221	25695	25266	-256221
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	25694	23622	252124	25694	23622	-252124
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	8086	7732	64556	8086	7732	-64556
	Comp. gl	16335	12677	124217	16335	12677	-124217
4	380C1F1 / 380C2F1	17914	13236	178213	17914	13236	-178213

W2S350+5 TOWER **APPENDIX: I**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17914	12785	177407	17914	12785	-177407
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17914	12220	176474	17914	12220	-176474
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2699	2110	26448	2699	2110	-26448
	Comp. gl	5542	3732	53097	5542	3732	-53097
1a	380C1F1 / 380C2F1	14912	23138	189670	14910	20279	-178767
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14911	21776	184396	14910	19149	-174662
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14910	20067	177988	14909	17734	-169727
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1948	3847	28499	1947	3334	-26317
	Comp. gl	4039	6079	51032	4039	5336	-48171
1b	380C1F1 / 380C2F1	14900	10657	176091	14900	10153	-175454
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14900	10417	175775	14900	9954	-175230
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14900	10116	175411	14900	9703	-174974
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1946	1525	23017	1946	1435	-22861
	Comp. gl	4036	2802	46552	4036	2672	-46388
3	380C1F1 / 380C2F1	25692	18873	242182	25692	17440	-239845
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25692	18190	241025	25692	16873	-239019
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	25692	17334	239686	25691	16162	-238064
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	8084	5298	60060	8084	4842	-59459
0	Comp. gl	16333	9151	119112	16332	8489	-118455
4	380C1F1 / 380C2F1	17914	10581	174301	17913	10083	-173811
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17914	10344	174057	17913	9886	-173639
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17913	10046	173777	17913	9637	-173443
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2699	1641	25661	2699	1553	-25562
	Comp. gl	5542	3051	52252	5542	2923	-52147
1a	380C1F1 / 380C2F1	11178	5177	117394	11178	5177	-117394
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11178	5174	117394	11178	5174	-117394
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	11178	5169	117394	11178	5169	-117394
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1460	677	15289	1460	677	-15289
	Comp. gl	3028	1399	31734	3028	1399	-31734
1b	380C1F1 / 380C2F1	11172	6290	143819	11172	6290	-143819
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11172	6289	143819	11172	6289	-143819
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	11172	6288	143819	11172	6288	-143819

W2S350+5 TOWER **APPENDIX: I**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1459	803	18356	1459	803	-18356
	Comp. gl	3027	1642	37544	3027	1642	-37544
3	380C1F1 / 380C2F1	21959	9184	209682	21959	9184	-209682
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21959	9182	209682	21959	9182	-209682
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	21959	9179	209682	21959	9179	-209682
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	7595	2434	55540	7595	2434	-55540
	Comp. gl	15319	4895	111800	15319	4895	-111800
4	380C1F1 / 380C2F1	14184	6342	145028	14184	6342	-145028
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14184	6342	145028	14184	6342	-145028
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	14184	6341	145028	14184	6341	-145028
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2211	952	21752	2211	952	-21752
	Comp. gl	4531	1947	44539	4531	1947	-44539
6	380C1F1 / 380C2F1	11178	5126	117395	11178	5126	-117395
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11178	5126	117395	11178	5126	-117395
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	11178	5126	117395	11178	5126	-117395
	GW / opgw	1460	668	15289	1460	668	-15289
	Comp. gl	3028	1386	31734	3028	1386	-31734
1a	380C1F1 / 380C2F1	11181	19444	159676	11182	22396	-172725
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11181	18273	154641	11182	20991	-166465
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	11180	16805	148484	11181	19225	-158726
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1460	3242	24215	1461	3768	-26690
	Comp. gl	3029	5097	42700	3029	5865	-46147
1b	380C1F1 / 380C2F1	11172	8868	146034	11173	9385	-146964
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11172	8664	145707	11172	9139	-146503
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	11172	8408	145330	11172	8830	-145971
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1459	1262	18902	1459	1355	-19126
	Comp. gl	3027	2310	38113	3027	2444	-38353
3	380C1F1 / 380C2F1	21960	16424	216603	21961	17878	-219437
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21960	15850	215596	21960	17185	-218037
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	21960	15129	214430	21960	16316	-216409
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	7596	4739	57102	7596	5196	-57751
	Comp. gl	15319	8270	113466	15320	8935	-114181

W2S350+5 TOWER **APPENDIX: I**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
4	380C1F1 / 380C2F1	14184	8894	146589	14184	9399	-147257
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14184	8694	146355	14184	9159	-146926
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	14184	8442	146086	14184	8857	-146544
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2211	1400	22056	2211	1489	-22185
	Comp. gl	4531	2605	44856	4531	2734	-44993
1a	380C1F1 / 380C2F1	11188	37902	243059	11188	37902	-243059
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11187	35313	231406	11187	35313	-231406
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	11186	32039	216560	11186	32039	-216560
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1462	6497	39301	1462	6497	-39301
	Comp. gl	3030	9909	64971	3030	9909	-64971
1b	380C1F1 / 380C2F1	11173	12178	154081	11173	12178	-154081
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11173	11700	152650	11173	11700	-152650
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	11173	11103	150973	11173	11103	-150973
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1459	1862	20775	1459	1862	-20775
	Comp. gl	3027	3168	40194	3027	3168	-40194
3	380C1F1 / 380C2F1	21964	25723	240154	21964	25723	-240154
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21963	24386	236112	21963	24386	-236112
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	21962	22711	231302	21962	22711	-231302
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	7598	7644	62562	7598	7644	-62562
	Comp. gl	15322	12479	119694	15322	12479	-119694
4	380C1F1 / 380C2F1	14184	12112	152494	14184	12112	-152494
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14184	11650	151426	14184	11650	-151426
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	14184	11071	150183	14184	11071	-150183
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2212	1968	23187	2212	1968	-23187
	Comp. gl	4531	3426	46086	4531	3426	-46086
1a	380C1F1 / 380C2F1	11182	22396	172725	11181	19444	-159676
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11182	20991	166465	11181	18273	-154641
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	11181	19225	158726	11180	16805	-148484
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1461	3768	26690	1460	3242	-24215
	Comp. gl	3029	5865	46147	3029	5097	-42700
1b	380C1F1 / 380C2F1	11173	9385	146964	11172	8868	-146034
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11172	9139	146503	11172	8664	-145707

W2S350+5 TOWER **APPENDIX: I**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	11172	8830	145971	11172	8408	-145330
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1459	1355	19126	1459	1262	-18902
	Comp. gl	3027	2444	38353	3027	2310	-38113
3	380C1F1 / 380C2F1	21961	17878	219437	21960	16424	-216603
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21960	17185	218037	21960	15850	-215596
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	21960	16316	216409	21960	15129	-214430
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	7596	5196	57751	7596	4739	-57102
0	Comp. gl	15320	8935	114181	15319	8270	-113466
4	380C1F1 / 380C2F1	14184	9399	147257	14184	8894	-146589
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14184	9159	146926	14184	8694	-146355
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	14184	8857	146544	14184	8442	-146086
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2211	1489	22185	2211	1400	-22056
	Comp. gl	4531	2734	44993	4531	2605	-44856

W2S350+5 TOWER **APPENDIX: I2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	12421	5598	127433	12421	5598	-127433
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12421	5596	127433	12421	5596	-127433
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12421	5593	127433	12421	5593	-127433
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1622	733	16643	1622	733	-16643
	Comp. gl	3365	1516	34520	3365	1516	-34520
1b	380C1F1 / 380C2F1	12415	6739	154196	12415	6739	-154196
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12415	6739	154196	12415	6739	-154196
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12415	6738	154196	12415	6738	-154196
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1621	865	19778	1621	865	-19778
	Comp. gl	3363	1768	40455	3363	1768	-40455
3	380C1F1 / 380C2F1	19607	8468	193497	19607	8468	-193497
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19607	8466	193497	19607	8466	-193497
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19607	8464	193497	19607	8464	-193497
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	5711	1989	45404	5711	1989	-45404
	Comp. gl	11555	4010	91636	11555	4010	-91636
4	380C1F1 / 380C2F1	14424	6420	146877	14424	6420	-146877
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14424	6419	146877	14424	6419	-146877
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14424	6419	146877	14424	6419	-146877
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2123	922	21079	2123	922	-21079
	Comp. gl	4367	1892	43294	4367	1892	-43294
1a	380C1F1 / 380C2F1	12422	14713	146571	12423	16603	-153485
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12422	13968	144014	12423	15702	-150118
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12422	13036	140978	12422	14574	-146083
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1622	2372	20964	1623	2713	-22404
	Comp. gl	3365	3877	39438	3365	4367	-41236
1b	380C1F1 / 380C2F1	12415	8430	155030	12415	8764	-155393
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12415	8298	154904	12415	8605	-155213
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12415	8132	154758	12415	8406	-155006
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1621	1164	19988	1621	1223	-20077
	Comp. gl	3363	2206	40669	3363	2293	-40762

W2S350+5 TOWER **APPENDIX: I2**

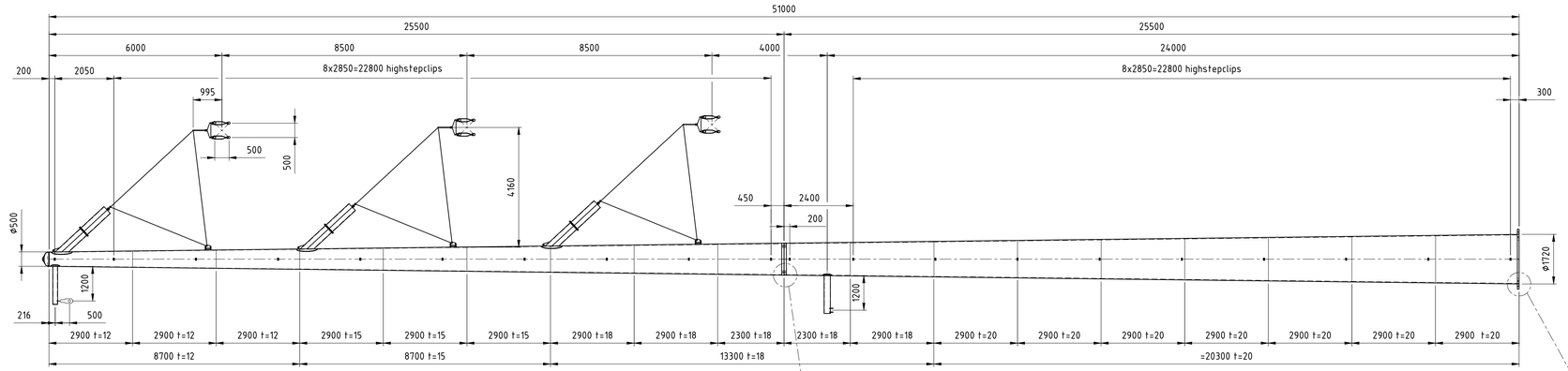
Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

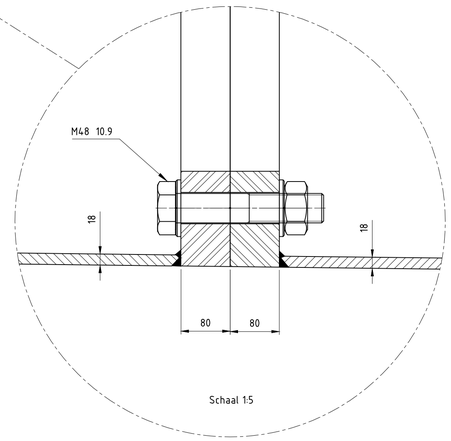
Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
3	380C1F1 / 380C2F1	19607	13249	197078	19607	14201	-198583
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19607	12872	196548	19607	13747	-197838
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19607	12399	195937	19607	13178	-196976
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	5711	3523	46421	5711	3828	-46848
	Comp. gl	11555	6258	92713	11555	6700	-93178
4	380C1F1 / 380C2F1	14424	8104	147534	14424	8434	-147824
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14424	7973	147433	14424	8277	-147680
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14424	7808	147318	14424	8080	-147515
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2123	1218	21219	2123	1276	-21280
	Comp. gl	4367	2327	43436	4367	2413	-43500
1a	380C1F1 / 380C2F1	12427	26747	196063	12427	26747	-196063
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12426	25033	188534	12426	25033	-188534
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12425	22875	179172	12425	22875	-179172
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1623	4523	30615	1623	4523	-30615
	Comp. gl	3366	7004	52466	3366	7004	-52466
1b	380C1F1 / 380C2F1	12415	10545	158280	12415	10545	-158280
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12415	10242	157685	12415	10242	-157685
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12415	9862	156996	12415	9862	-156996
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1621	1544	20775	1621	1544	-20775
	Comp. gl	3363	2754	41506	3363	2754	-41506
3	380C1F1 / 380C2F1	19609	19327	210048	19609	19327	-210048
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19609	18453	207752	19609	18453	-207752
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19608	17359	205055	19608	17359	-205055
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	5712	5459	50066	5712	5459	-50066
	Comp. gl	11556	9059	96804	11556	9059	-96804
4	380C1F1 / 380C2F1	14425	10192	150154	14425	10192	-150154
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14425	9894	149671	14425	9894	-149671
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14424	9520	149114	14424	9520	-149114
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2123	1587	21763	2123	1587	-21763
	Comp. gl	4367	2864	44015	4367	2864	-44015
1a	380C1F1 / 380C2F1	12423	16603	153485	12422	14713	-146571
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12423	15702	150118	12422	13968	-144014

W2S350+5 TOWER **APPENDIX: I2**

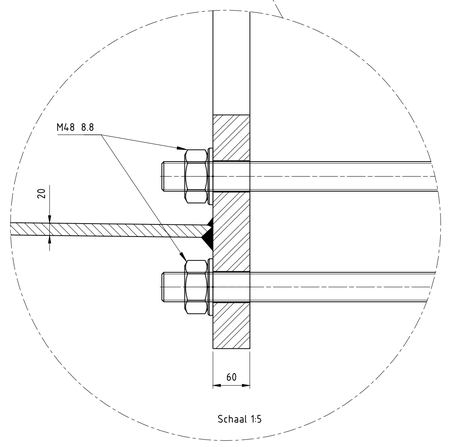
Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	**AHEAD** Vertical [N]	**AHEAD** Transverse [N]	**AHEAD** Longitudinal [N]	**BACK** Vertical [N]	**BACK** Transverse [N]	**BACK** Longitudinal [N]
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12422	14574	146083	12422	13036	-140978
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1623	2713	22404	1622	2372	-20964
	Comp. gl	3365	4367	41236	3365	3877	-39438
1b	380C1F1 / 380C2F1	12415	8764	155393	12415	8430	-155030
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12415	8605	155213	12415	8298	-154904
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12415	8406	155006	12415	8132	-154758
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1621	1223	20077	1621	1164	-19988
	Comp. gl	3363	2293	40762	3363	2206	-40669
3	380C1F1 / 380C2F1	19607	14201	198583	19607	13249	-197078
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19607	13747	197838	19607	12872	-196548
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19607	13178	196976	19607	12399	-195937
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	5711	3828	46848	5711	3523	-46421
	Comp. gl	11555	6700	93178	11555	6258	-92713
4	380C1F1 / 380C2F1	14424	8434	147824	14424	8104	-147534
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14424	8277	147680	14424	7973	-147433
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14424	8080	147515	14424	7808	-147318
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2123	1276	21280	2123	1218	-21219
	Comp. gl	4367	2413	43500	4367	2327	-43436

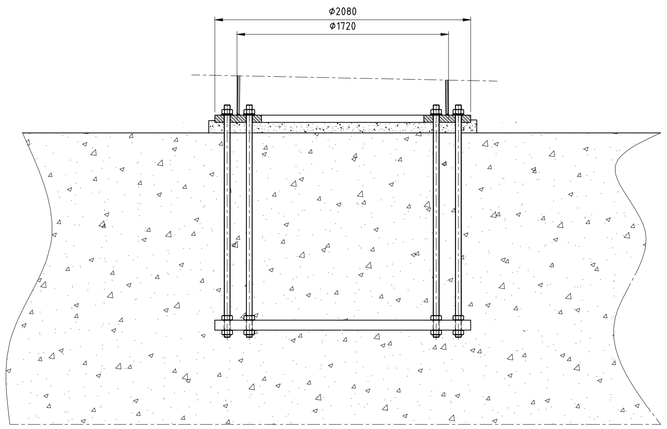




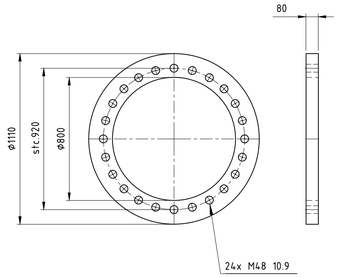
Schaal 1:5



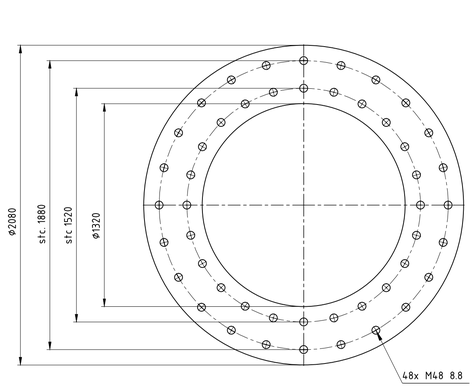
Schaal 1:5



Schaal 1:20



Schaal 1:20



Schaal 1:20

Toleranties volgens C DIN8570
Dit geeft: (maten in mm)

DIN 8570	klasse C
<30	+/-1
30-120	+/-3
120-315	+/-4
315-1000	+/-6
1000-2000	+/-8
2000-4000	+/-11
4000-8000	+/-14
8000-12000	+/-18
12000-16000	+/-21
16000-20000	+/-24
>20000	+/-27

-Onrondheid aan segment einden <0.2%
-Onrondheid bij overige secties
(niet aan de segment einden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Ankers kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor lasdetails tek. 07.81.940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9018
Kleur uithouders, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 2
Gewicht mastdeel 2: 18502kg
Gewicht mastdeel 1: 7960kg
Totaal gewicht W2S350+5: 26462kg

Benaming: Mast type W2S350+5

Uitg	Datum	Get	Gec
1	14-08-2012	WvL	
2	03-09-2012	WvL	
3	30-01-201	WvL	

Schaal: 1:100
Maateenheid: mm
Materiaal:
Finish:

Plaats: NVT
Adres: NVT
Opstelpunt nr: NVT

VolkerWessels Telecom

Projectie | Tek.nr.: MS20120025/12 | A1

VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, Kanaal Zuid 286 Lieren
Postbus 676, 7300AR Apeldoorn Tel: +31 (0)88 186 02 00

auteursrechten VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, nadruk verboden

VolkerWessels Telecom | Netwerk Solutions

TenneT

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2S400(+5)"

Mast 4, 9 t/m 11 en 13 t/m 16

Tracé Vijfhuizen - Beverwijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00	30 - 07 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01-detailberekening toegevoegd	22 - 03 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
02-mast met nieuwe V-brace	21 - 01 - 14	ing. Miko Hakhverdian	21-1-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2S400(+5)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	12
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53
9.0 Detailberekening	55
9.1 Berekening V-brace - 380 kV	55

	blz.
9.1.1 Berekening uithouder V-brace - 380 kV	55
9.1.2 Controle capaciteit van de aansluiting - uithouder V-brace aan mast	62
9.1.3 Berekening clips 14,5	65
9.1.4 Berekening clips 15 – druk isolator	67
9.1.5 Berekening deling van de steunarm	69
9.2 Berekening draagarm bliksemdraad	70
9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	72
9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)	73
9.3 Berekening draagarm "Passieve Loop geleider"	75
9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	80
9.3.2 Berekening clip "Passieve Loop geleider"	81
9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte)	83
9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting	85
9.5 Berekening clip hulprail - clip 8	86
9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting	88
9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast	90
9.7 Berekening Clips voor 4,5m hijsbalk	93
9.7.1 Hijsbalk op 55,75/53,25 m	93
9.7.1.1 Berekening clip	94
9.7.1.2 Controle capaciteit van de aansluiting	98
9.7.2 Hijsbalk op 51,33/46,83 en 41,33/36,83 m	99
9.7.2.1 Berekening clip positie 9	99
9.7.2.2 Controle capaciteit van de aansluiting	102
9.8 Berekening clips voor 1,5m hijsbalk	104
9.8.1 Berekening clip positie 9.3 en 16.3 – onderste clip	108
9.8.2 Controle capaciteit van de aansluiting	110
9.8.3 Berekening clip positie 16.3 – bovenste clip	111
9.8.4 Controle capaciteit van de aansluiting	115
9.9 Berekening versterking deur	118

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 REV 003 - bijlage Q en Q2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2S400(+5) van het project “R380 Wintrack hoogspanningslijn” Noordring Noord , tracé Vijfhuizen – Beverwijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 REV 003 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 juli 2012.
Voor het masttype W2S400(+5) zijn de bijlage Q (berekening maststerkte) en bijlage Q2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

De afmeting van de nieuwe V-brace is conform tekening SEFAG 180 480-099 Rev 03, d.d. 27-11-2013 en tekening KEMA 74104749-40-005, V-brace study R380N, d.d. 14-01-2014.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.

- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 57,0 meter. De basis diameter van de mast is 1,925 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit twee segmenten van 28,5 meter. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en passieve lijn) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 REV 003 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 juli 2012.
Voor het masttype W2S400(+5) zijn de bijlage Q (berekening maststerkte) en bijlage Q2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state) en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS-toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype “W2S400(+5)”

Berekening

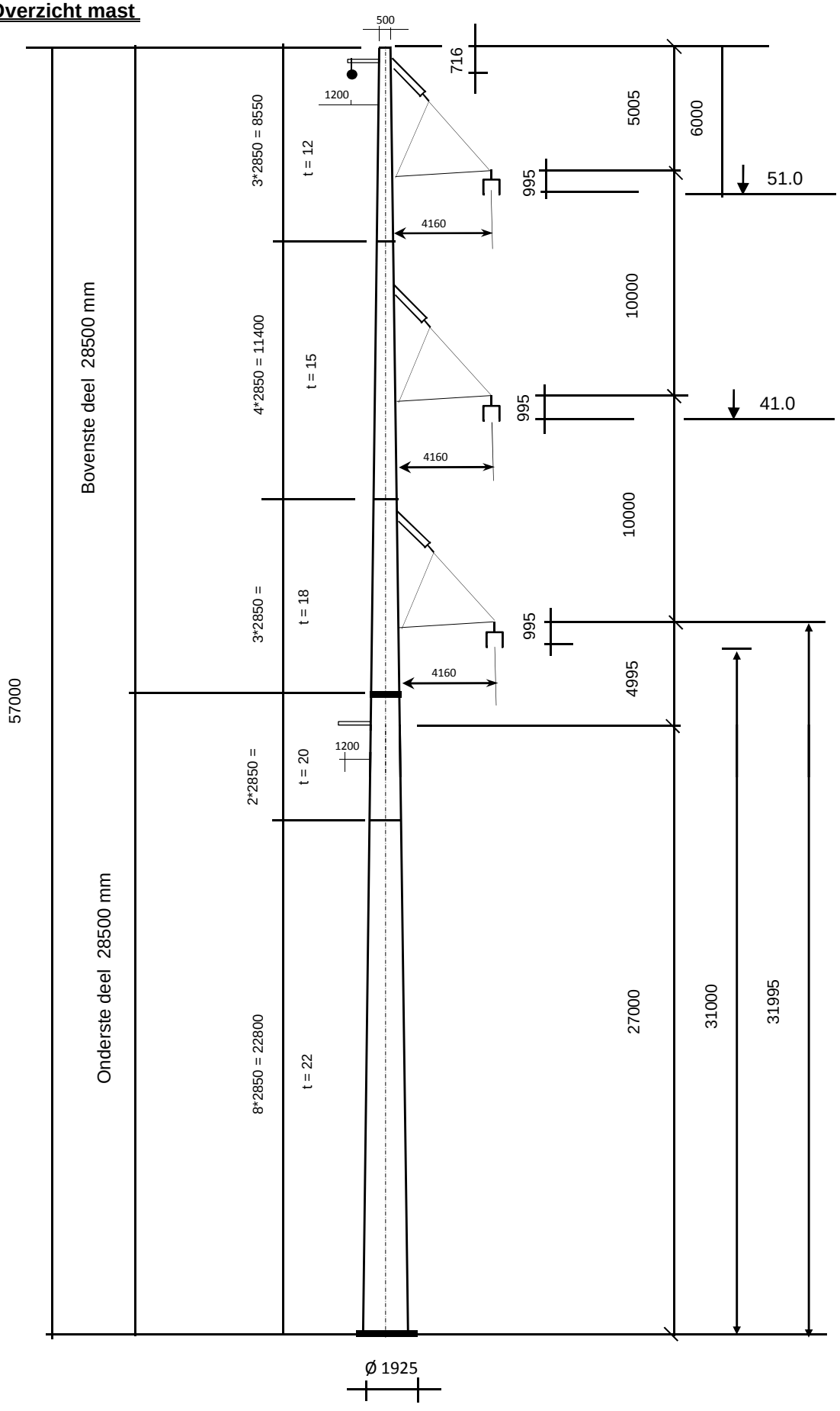
W2S400+5

57,0 m - 1925 - 500

Mast 4, 9 t/m 11 en 13 t/m 16 (A + B)

Tracé Beverwijk - Vijfhuizen

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2S400(+5)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	27	gem. breedte (m)	1,213

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	700	518	500	n.v.t.	2	1	56,65
2	2150	571	518	n.v.t.	2	1	55,23
3	2155	625	571	n.v.t.	2	1	53,07
4	695	643	625	n.v.t.	2	1	51,65
5	1425	678	643	n.v.t.	2	1	50,59
6	1425	714	678	n.v.t.	2	1	49,16
7	1425	749	714	n.v.t.	2	1	47,74
8	1425	785	749	n.v.t.	2	1	46,31
9	2850	856	785	n.v.t.	2	1	44,18
10	755	875	856	n.v.t.	2	1	42,37
11	2095	928	875	n.v.t.	2	1	40,95
12	2850	999	928	n.v.t.	2	1	38,48
13	2850	1070	999	n.v.t.	2	1	35,63
14	2205	1125	1070	n.v.t.	2	1	33,10
15	645	1141	1125	n.v.t.	2	1	31,67
16	2850	1213	1141	n.v.t.	2	1	29,93
17	1500	1250	1213	n.v.t.	2	1	27,75
18	1350	1284	1250	n.v.t.	2	1	26,33
19	2850	1355	1284	n.v.t.	2	1	24,23
20	2850	1426	1355	n.v.t.	2	1	21,38
21	2850	1498	1426	n.v.t.	2	1	18,53
22	2850	1569	1498	n.v.t.	2	1	15,68
23	2850	1640	1569	n.v.t.	2	1	12,83
24	2850	1711	1640	n.v.t.	2	1	9,98
25	2850	1783	1711	n.v.t.	2	1	7,13
26	2850	1854	1783	n.v.t.	2	1	4,28
27	2850	1925	1854	n.v.t.	2	1	1,43
	57000				28	27	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	509	12,0	18727	147,01	5,78E+08	175,68	2,27E+06
2	544	12,0	20070	157,55	7,11E+08	188,27	2,61E+06
3	598	12,0	22099	173,48	9,50E+08	207,29	3,17E+06
4	634	12,0	23442	184,02	1,13E+09	219,88	3,58E+06
5	660	12,0	24441	191,86	1,28E+09	229,25	3,89E+06
6	696	12,0	25784	202,40	1,51E+09	241,85	4,33E+06
7	732	15,0	33767	265,07	2,17E+09	253,40	5,93E+06
8	767	15,0	35446	278,25	2,51E+09	265,99	6,54E+06
9	821	15,0	37964	298,02	3,08E+09	284,88	7,51E+06
10	866	15,0	40088	314,69	3,63E+09	300,81	8,38E+06
11	901	15,0	41766	327,87	4,10E+09	313,40	9,10E+06
12	963	15,0	44679	350,73	5,02E+09	335,25	1,04E+07
13	1034	18,0	57475	451,18	7,42E+09	359,40	1,44E+07
14	1098	18,0	61048	479,23	8,90E+09	381,74	1,62E+07
15	1133	18,0	63062	495,04	9,81E+09	394,33	1,73E+07
16	1177	18,0	65533	514,43	1,10E+10	409,77	1,87E+07
17	1231	20,0	76105	597,42	1,40E+10	428,30	2,27E+07
18	1267	20,0	78343	615,00	1,52E+10	440,89	2,40E+07
19	1319	20,0	81642	640,89	1,72E+10	459,45	2,61E+07
20	1391	22,0	94593	742,55	2,22E+10	483,94	3,19E+07
21	1462	22,0	99517	781,21	2,58E+10	509,13	3,53E+07
22	1533	22,0	104441	819,87	2,98E+10	534,32	3,89E+07
23	1604	22,0	109366	858,52	3,42E+10	559,51	4,27E+07
24	1676	22,0	114290	897,18	3,91E+10	584,70	4,66E+07
25	1747	22,0	119215	935,84	4,43E+10	609,89	5,08E+07
26	1818	22,0	124139	974,49	5,01E+10	635,07	5,51E+07
27	1889	22,0	129064	1013,15	5,63E+10	660,26	5,96E+07

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	57000	1 -- 2	1	700	1,87E+04	5,78E+08
2	56300	2 -- 3	2	2150	2,01E+04	7,11E+08
3	54150	3 -- 4	3	2155	2,21E+04	9,50E+08
4	51995	4 -- 5	4	695	2,34E+04	1,13E+09
5	51300	5 -- 6	5	1425	2,44E+04	1,28E+09
6	49875	6 -- 7	6	1425	2,58E+04	1,51E+09
7	48450	7 -- 8	7	1425	3,38E+04	2,17E+09
8	47025	8 -- 9	8	1425	3,54E+04	2,51E+09
9	45600	9 -- 10	9	2850	3,80E+04	3,08E+09
10	42750	10 -- 11	10	755	4,01E+04	3,63E+09
11	41995	11 -- 12	11	2095	4,18E+04	4,10E+09
12	39900	12 -- 13	12	2850	4,47E+04	5,02E+09
13	37050	13 -- 14	13	2850	5,75E+04	7,42E+09
14	34200	14 -- 15	14	2205	6,10E+04	8,90E+09
15	31995	15 -- 16	15	645	6,31E+04	9,81E+09
16	31350	16 -- 17	16	2850	6,55E+04	1,10E+10
17	28500	17 -- 18	17	1500	7,61E+04	1,40E+10
18	27000	18 -- 19	18	1350	7,83E+04	1,52E+10
19	25650	19 -- 20	19	2850	8,16E+04	1,72E+10
20	22800	20 -- 21	20	2850	9,46E+04	2,22E+10
21	19950	21 -- 22	21	2850	9,95E+04	2,58E+10
22	17100	22 -- 23	22	2850	1,04E+05	2,98E+10
23	14250	23 -- 24	23	2850	1,09E+05	3,42E+10
24	11400	24 -- 25	24	2850	1,14E+05	3,91E+10
25	8550	25 -- 26	25	2850	1,19E+05	4,43E+10
26	5700	26 -- 27	26	2850	1,24E+05	5,01E+10
27	2850	27 -- 28	27	2850	1,29E+05	5,63E+10
28	0				0,00E+00	0,00E+00

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0

Seizoensfactor C_{season} = 1,0

Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

Veiligheidsklaae 2

Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3

z_0 = 0,200 m

z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$

$c_r(z) = c_r(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7*I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	56,65	0,21	1,18	31,92	0,18	1426
2	55,23	0,21	1,18	31,77	0,18	1417
3	53,07	0,21	1,17	31,55	0,18	1402
4	51,65	0,21	1,16	31,39	0,18	1392
5	50,59	0,21	1,16	31,28	0,18	1385
6	49,16	0,21	1,15	31,12	0,18	1375
7	47,74	0,21	1,15	30,95	0,18	1364
8	46,31	0,21	1,14	30,78	0,18	1353
9	44,18	0,21	1,13	30,51	0,19	1336
10	42,37	0,21	1,12	30,28	0,19	1322
11	40,95	0,21	1,11	30,08	0,19	1310
12	38,48	0,21	1,10	29,73	0,19	1288
13	35,63	0,21	1,09	29,30	0,19	1261
14	33,10	0,21	1,07	28,88	0,20	1235
15	31,67	0,21	1,06	28,63	0,20	1220
16	29,93	0,21	1,05	28,31	0,20	1201
17	27,75	0,21	1,03	27,88	0,20	1176
18	26,33	0,21	1,02	27,59	0,20	1158
19	24,23	0,21	1,00	27,12	0,21	1130
20	21,38	0,21	0,98	26,41	0,21	1089
21	18,53	0,21	0,95	25,60	0,22	1043
22	15,68	0,21	0,91	24,65	0,23	990
23	12,83	0,21	0,87	23,52	0,24	927
24	9,98	0,21	0,82	22,10	0,26	852
25	7,13	0,21	0,75	20,20	0,28	754
26	4,28	0,21	0,64	17,31	0,33	615
27	1,43	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht travese N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1134	400	0,40	0,00	4,24E-02	1385,0
2	2 -- 3	3710	3710	5,24	0,68	4,24E-02	1355,3
3	3 -- 4	4062		8,95	15,94	4,23E-02	1264,2
4	4 -- 5	1383	28404	41,42	39,61	4,20E-02	1173,3
5	5 -- 6	2948		42,80	68,88	4,18E-02	1144,2
6	6 -- 7	3098		45,75	131,97	4,13E-02	1084,9
7	7 -- 8	3991		48,85	199,37	4,06E-02	1026,5
8	8 -- 9	4179		52,84	271,83	3,98E-02	969,1
9	9 -- 10	8921		57,02	350,10	3,90E-02	912,9
10	10 -- 11	2489		65,94	525,32	3,71E-02	804,3
11	11 -- 12	7183	28404	96,83	576,04	3,65E-02	776,6
12	12 -- 13	10423		104,02	786,43	3,49E-02	701,7
13	13 -- 14	13286		114,44	1097,73	3,23E-02	605,7
14	14 -- 15	10898		127,72	1442,81	3,00E-02	516,6
15	15 -- 16	3290	28404	167,03	1736,46	2,82E-02	452,4
16	16 -- 17	15089		170,32	1845,25	2,76E-02	434,4
17	17 -- 18	9186	6512	191,92	2352,15	2,50E-02	359,3
18	18 -- 19	8505	7694	208,80	2646,92	2,37E-02	322,8
19	19 -- 20	18693		217,30	2934,54	2,26E-02	291,5
20	20 -- 21	21590		236,00	3580,49	2,00E-02	230,8
21	21 -- 22	22692		257,59	4283,84	1,76E-02	177,1
22	22 -- 23	23794		280,28	5050,30	1,51E-02	130,4
23	23 -- 24	24895		304,07	5882,99	1,26E-02	90,7
24	24 -- 25	25997		328,97	6785,07	1,01E-02	58,2
25	25 -- 26	27099		354,96	7759,68	7,61E-03	32,8
26	26 -- 27	28201		382,06	8809,94	5,08E-03	14,6
27	27 -- 28	29302		410,26	9939,00	2,54E-03	3,7
28			10993	450,56	11150,01	0,00E+00	0,0

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_i : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast kg	gewicht traverse kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	113,4	40,0	1,385	2067,74	289,618
2	2 -- 3	371,0	371,0	1,355	9699,18	1317,847
3	3 -- 4	406,2		1,264	4856,05	603,292
4	4 -- 5	138,3	2840,4	1,173	34265,56	4095,918
5	5 -- 6	294,8		1,144	3222,88	366,150
6	6 -- 7	309,8		1,085	3208,31	345,250
7	7 -- 8	399,1		1,026	3906,63	397,358
8	8 -- 9	417,9		0,969	3857,76	370,066
9	9 -- 10	892,1		0,913	7514,50	657,728
10	10 -- 11	248,9		0,804	1930,17	155,525
11	11 -- 12	718,3	2840,4	0,777	26846,33	2105,259
12	12 -- 13	1042,3		0,702	6683,85	445,355
13	13 -- 14	1328,6		0,606	7313,71	418,353
14	14 -- 15	1089,8		0,517	5179,88	255,840
15	15 -- 16	329,0	2840,4	0,452	14037,52	646,078
16	16 -- 17	1508,9		0,434	5874,84	237,683
17	17 -- 18	918,6	651,2	0,359	5369,12	190,941
18	18 -- 19	850,5	769,4	0,323	4998,75	160,386
19	19 -- 20	1869,3		0,292	4788,71	127,474
20	20 -- 21	2159,0		0,231	4319,53	89,800
21	21 -- 22	2269,2		0,177	3422,84	53,649
22	22 -- 23	2379,4		0,130	2580,74	29,086
23	23 -- 24	2489,5		0,091	1818,23	13,799
24	24 -- 25	2599,7		0,058	1159,96	5,378
25	25 -- 26	2709,9		0,033	630,31	1,523
26	26 -- 27	2820,1		0,015	253,38	0,237
27	27 -- 28	2930,2		0,004	53,05	0,010
28			1099,3	0,000	0,00	0,000
				Som	169860	13380

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	0,57	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	$\phi_i^2 * (s)$	$\phi_i^2 *(s)*m$	$\phi_i * (s)$
1 -- 2	749	0,989	0,700	0,69	513,22	0,69
2 -- 3	173	0,946	2,150	1,92	331,77	2,03
3 -- 4	1507	0,880	2,155	1,67	2514,00	1,90
4 -- 5	199	0,837	0,695	0,49	96,82	0,58
5 -- 6	207	0,805	1,425	0,92	190,89	1,15
6 -- 7	217	0,762	1,425	0,83	179,99	1,09
7 -- 8	280	0,720	1,425	0,74	207,16	1,03
8 -- 9	293	0,679	1,425	0,66	192,93	0,97
9 -- 10	313	0,620	2,850	1,10	342,90	1,77
10 -- 11	4092	0,571	0,755	0,25	1006,30	0,43
11 -- 12	343	0,534	2,095	0,60	204,57	1,12
12 -- 13	366	0,472	2,850	0,63	232,18	1,35
13 -- 14	466	0,405	2,850	0,47	218,10	1,15
14 -- 15	1782	0,350	2,205	0,27	481,02	0,77
15 -- 16	510	0,320	0,645	0,07	33,72	0,21
16 -- 17	758	0,287	2,850	0,23	177,39	0,82
17 -- 18	1125	0,246	1,500	0,09	102,36	0,37
18 -- 19	630	0,222	1,350	0,07	41,83	0,30
19 -- 20	656	0,189	2,850	0,10	66,46	0,54
20 -- 21	758	0,147	2,850	0,06	46,82	0,42
21 -- 22	796	0,111	2,850	0,04	27,97	0,32
22 -- 23	835	0,080	2,850	0,02	15,16	0,23
23 -- 24	874	0,054	2,850	0,01	7,19	0,15
24 -- 25	912	0,033	2,850	0,00	2,80	0,09
25 -- 26	951	0,017	2,850	0,00	0,79	0,05
26 -- 27	989	0,007	2,850	0,00	0,12	0,02
27 -- 28	1414	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	57,00	11,91	7234,46	19,53

m_e = 7234,5 / 11,9 = 607,5 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor $c_s c_d$

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$c_s c_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$

$n = n_{1,x}$ =	0,57	Hz
b =	1,21	m
h =	57,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	34,20	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	105,91	

$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$

B^2 = 0,55

δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s) / (2*n_1*m_e)$ =	0,077	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,089	
$v_m(z_s)$ =	29,06	m/s
$v_m(z)$ =	31,95	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,19	

$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3}$ = 0,09

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	1,88	
$c_y = c_z$ =	11,5	
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,27	
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	12,79	
G_y =	0,5	
G_z =	0,28	

$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$

$K_s(n)$ =	0,22	
R^2 =	1,04	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,46	Hz

$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\}$ = 3,53

$c_s c_d$ = 1,16

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_f

$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_f
1	47,8	1,62E+06	0,80	0,83	0,66
2	47,6	1,73E+06	0,80	0,83	0,66
3	47,4	1,89E+06	0,80	0,83	0,66
4	47,2	1,99E+06	0,80	0,83	0,66
5	47,1	2,07E+06	0,80	0,83	0,66
6	46,9	2,18E+06	0,80	0,83	0,66
7	46,7	2,28E+06	0,80	0,83	0,66
8	46,5	2,38E+06	0,80	0,83	0,66
9	46,2	2,53E+06	0,79	0,83	0,66
10	46,0	2,65E+06	0,79	0,83	0,66
11	45,8	2,75E+06	0,79	0,83	0,66
12	45,4	2,91E+06	0,79	0,83	0,66
13	44,9	3,10E+06	0,79	0,83	0,66
14	44,5	3,25E+06	0,79	0,83	0,66
15	44,2	3,34E+06	0,79	0,83	0,65
16	43,8	3,44E+06	0,79	0,83	0,65
17	43,4	3,56E+06	0,79	0,83	0,65
18	43,0	3,64E+06	0,79	0,83	0,65
19	42,5	3,74E+06	0,79	0,83	0,65
20	41,7	3,87E+06	0,79	0,83	0,65
21	40,8	3,98E+06	0,78	0,83	0,65
22	39,8	4,07E+06	0,78	0,83	0,65
23	38,5	4,12E+06	0,78	0,83	0,65
24	36,9	4,12E+06	0,78	0,83	0,64
25	34,7	4,05E+06	0,77	0,83	0,64
26	31,4	3,80E+06	0,77	0,83	0,64
27	30,9	3,90E+06	0,77	0,83	0,64

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	56,300	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 REV 003 Appendix - Q en Q2		
1e traverse - 380C1F1	51,995	1			
2e traverse - 380C1F2	41,995	1			
3e traverse - 380C1F3	31,995	1			
Passieve run	27,000	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	56,300	1,459
1e traverse - 380C1F1	51,995	4,473
2e traverse - 380C1F2	41,995	4,598
3e traverse - 380C1F3	31,995	4,723
Passieve run	27,000	1,825

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	56,300	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	51,995	1			
2e traverse - 380C1F2	41,995	1			
3e traverse - 380C1F3	31,995	1			
Passieve run	27,000	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1029	105	1134	0,236	0,084	529	0,755
2	3387	323	3710	0,776	0,258	1695	0,789
3	3738	323	4062	0,853	0,259	1805	0,838
4	1279	104	1383	0,291	0,083	604	0,869
5	2734	214	2948	0,622	0,171	1271	0,892
6	2884	214	3098	0,655	0,171	1314	0,922
7	3777	214	3991	0,688	0,171	1356	0,952
8	3965	214	4179	0,721	0,171	1397	0,981
9	8494	428	8921	1,540	0,342	2913	1,022
10	2376	113	2489	0,430	0,091	797	1,055
11	6869	314	7183	1,242	0,251	2264	1,081
12	9996	428	10423	1,803	0,342	3198	1,122
13	12859	428	13286	1,934	0,342	3322	1,166
14	10567	331	10898	1,586	0,265	2647	1,200
15	3193	97	3290	0,479	0,077	786	1,218
16	14661	428	15089	2,194	0,342	3527	1,237
17	8961	225	9186	1,207	0,180	1887	1,258
18	8302	203	8505	1,117	0,162	1714	1,270
19	18265	428	18693	2,452	0,342	3656	1,283
20	21163	428	21590	2,580	0,342	3684	1,293
21	22264	428	22692	2,707	0,342	3681	1,292
22	23366	428	23794	2,833	0,342	3638	1,276
23	24468	428	24895	2,957	0,342	3542	1,243
24	25570	428	25997	3,077	0,342	3372	1,183
25	26671	428	27099	3,193	0,342	3088	1,083
26	27773	428	28201	3,296	0,342	2592	0,909
27	28875	428	29302	3,421	0,342	2605	0,914
	327487	8550	336037	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	62885

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1944	480	480	480	480
2	2 -- 3	2071	4452	4450	18488	5956
3	3 -- 4	2262				
4	4 -- 5	2388	34090	34072	58752	40106
5	5 -- 6	2482				
6	6 -- 7	2609				
7	7 -- 8	3361				
8	8 -- 9	3519				
9	9 -- 10	3756				
10	10 -- 11	3956				
11	11 -- 12	4114	34090	34072	58752	40106
12	12 -- 13	4389				
13	13 -- 14	5594				
14	14 -- 15	5931				
15	15 -- 16	6120	34090	34072	58752	40106
16	16 -- 17	6353				
17	17 -- 18	7349	7815	7815	7815	7815
18	18 -- 19	7560	9234	9230	37352	12244
19	19 -- 20	7871				
20	20 -- 21	9091				
21	21 -- 22	9555				
22	22 -- 23	10018				
23	23 -- 24	10482				
24	24 -- 25	10946				
25	25 -- 26	11410				
26	26 -- 27	11874				
27	27 -- 28	12338				
28			13192	13192	13192	13192

KEMA rapport - bijlage Q - windhoek 90 graden

eg flenzen+ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : rond 2295 / 1515 , t = 60 mm ; G = 1099 kg
Flenzen op 28,5m : 2 * rond 1213 / 900 , t = 80 mm ; G = 651 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	755				
2	2 -- 3	789	10176	3240	12168	3354
3	3 -- 4	838				
4	4 -- 5	869	60112	21836	42312	21468
5	5 -- 6	892				
6	6 -- 7	922				
7	7 -- 8	952				
8	8 -- 9	981				
9	9 -- 10	1022				
10	10 -- 11	1055				
11	11 -- 12	1081	55920	21088	40160	20732
12	12 -- 13	1122				
13	13 -- 14	1166				
14	14 -- 15	1200				
15	15 -- 16	1218	50600	20146	37446	19802
16	16 -- 17	1237				
17	17 -- 18	1258				
18	18 -- 19	1270	14532	5508	19008	5780
19	19 -- 20	1283				
20	20 -- 21	1293				
21	21 -- 22	1292				
22	22 -- 23	1276				
23	23 -- 24	1243				
24	24 -- 25	1183				
25	25 -- 26	1083				
26	26 -- 27	909				
27	27 -- 28	914				
28						

KEMA rapport - bijlage Q2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1208				
2	2 -- 3	1262	14796	4302	17356	4514
3	3 -- 4	1340				
4	4 -- 5	1391	86756	28240	58878	28266
5	5 -- 6	1427				
6	6 -- 7	1476				
7	7 -- 8	1523				
8	8 -- 9	1569				
9	9 -- 10	1635				
10	10 -- 11	1689				
11	11 -- 12	1729	80508	27106	55648	27152
12	12 -- 13	1795				
13	13 -- 14	1865				
14	14 -- 15	1920				
15	15 -- 16	1949	72560	25676	51566	25746
16	16 -- 17	1980				
17	17 -- 18	2013				
18	18 -- 19	2032	20912	7092	26732	7588
19	19 -- 20	2053				
20	20 -- 21	2068				
21	21 -- 22	2067				
22	22 -- 23	2042				
23	23 -- 24	1988				
24	24 -- 25	1893				
25	25 -- 26	1733				
26	26 -- 27	1455				
27	27 -- 28	1463				
28						

KEMA rapport - bijlage Q - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,6)

4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	529		0	0,00E+00	7,03E-03	227
2	2 -- 3	1695		529	2,10E+05	7,03E-03	222
3	3 -- 4	1805		2224	3,30E+06	7,01E-03	207
4	4 -- 5	604		4029	1,06E+07	6,94E-03	192
5	5 -- 6	1271		4633	1,39E+07	6,91E-03	187
6	6 -- 7	1314		5904	2,18E+07	6,81E-03	177
7	7 -- 8	1356		7218	3,16E+07	6,70E-03	168
8	8 -- 9	1397		8575	4,33E+07	6,58E-03	158
9	9 -- 10	2913		9972	5,71E+07	6,44E-03	149
10	10 -- 11	797		12885	9,08E+07	6,12E-03	131
11	11 -- 12	2264		13682	1,01E+08	6,03E-03	126
12	12 -- 13	3198		15946	1,34E+08	5,75E-03	114
13	13 -- 14	3322		19144	1,85E+08	5,32E-03	98
14	14 -- 15	2647		22466	2,46E+08	4,93E-03	84
15	15 -- 16	786		25112	3,01E+08	4,61E-03	73
16	16 -- 17	3527		25898	3,18E+08	4,51E-03	70
17	17 -- 18	1887		29425	3,99E+08	4,07E-03	58
18	18 -- 19	1714		31312	4,45E+08	3,86E-03	52
19	19 -- 20	3656		33026	4,90E+08	3,66E-03	47
20	20 -- 21	3684		36682	5,92E+08	3,23E-03	37
21	21 -- 22	3681		40367	7,03E+08	2,84E-03	28
22	22 -- 23	3638		44048	8,26E+08	2,44E-03	21
23	23 -- 24	3542		47685	9,58E+08	2,03E-03	15
24	24 -- 25	3372		51227	1,10E+09	1,63E-03	9
25	25 -- 26	3088		54600	1,25E+09	1,22E-03	5
26	26 -- 27	2592		57687	1,41E+09	8,09E-04	2
27	27 -- 28	2605		60279	1,58E+09	4,03E-04	1
28				62885	1,76E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,62E-02	1375
2	2 -- 3		10176	10176	1,65E+05	4,62E-02	1342
3	3 -- 4			10176	2,29E+07	4,60E-02	1243
4	4 -- 5		60112	70288	4,88E+07	4,57E-02	1144
5	5 -- 6			70288	9,90E+07	4,54E-02	1113
6	6 -- 7			70288	2,02E+08	4,47E-02	1048
7	7 -- 8			70288	3,05E+08	4,35E-02	985
8	8 -- 9			70288	4,08E+08	4,24E-02	924
9	9 -- 10			70288	5,12E+08	4,12E-02	865
10	10 -- 11			70288	7,20E+08	3,85E-02	751
11	11 -- 12		55920	126208	7,75E+08	3,77E-02	722
12	12 -- 13			126208	1,05E+09	3,55E-02	645
13	13 -- 14			126208	1,42E+09	3,22E-02	548
14	14 -- 15			126208	1,79E+09	2,93E-02	461
15	15 -- 16		50600	176808	2,08E+09	2,70E-02	399
16	16 -- 17			176808	2,19E+09	2,63E-02	381
17	17 -- 18			176808	2,71E+09	2,33E-02	310
18	18 -- 19		14532	191340	2,98E+09	2,19E-02	276
19	19 -- 20			191340	3,25E+09	2,06E-02	248
20	20 -- 21			191340	3,81E+09	1,78E-02	193
21	21 -- 22			191340	4,36E+09	1,53E-02	146
22	22 -- 23			191340	4,92E+09	1,29E-02	106
23	23 -- 24			191340	5,47E+09	1,05E-02	72
24	24 -- 25			191340	6,03E+09	8,21E-03	46
25	25 -- 26			191340	6,58E+09	6,02E-03	25
26	26 -- 27			191340	7,13E+09	3,93E-03	11
27	27 -- 28			191340	7,68E+09	1,92E-03	3
28	28 -- 29			191340	8,23E+09	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	1,68E-02	504
2	2 -- 3		3240	3240	5,98E+04	1,68E-02	492
3	3 -- 4			3240	7,34E+06	1,67E-02	456
4	4 -- 5		21836	25076	1,58E+07	1,66E-02	420
5	5 -- 6			25076	3,37E+07	1,65E-02	409
6	6 -- 7			25076	7,04E+07	1,63E-02	385
7	7 -- 8			25076	1,07E+08	1,59E-02	362
8	8 -- 9			25076	1,44E+08	1,55E-02	340
9	9 -- 10			25076	1,81E+08	1,50E-02	318
10	10 -- 11			25076	2,55E+08	1,41E-02	277
11	11 -- 12		21088	46164	2,75E+08	1,38E-02	266
12	12 -- 13			46164	3,75E+08	1,30E-02	238
13	13 -- 14			46164	5,10E+08	1,18E-02	203
14	14 -- 15			46164	6,46E+08	1,08E-02	170
15	15 -- 16		20146	66310	7,51E+08	9,96E-03	148
16	16 -- 17			66310	7,95E+08	9,71E-03	141
17	17 -- 18			66310	9,89E+08	8,62E-03	115
18	18 -- 19		5508	71818	1,09E+09	8,08E-03	102
19	19 -- 20			71818	1,19E+09	7,60E-03	92
20	20 -- 21			71818	1,40E+09	6,59E-03	72
21	21 -- 22			71818	1,61E+09	5,67E-03	54
22	22 -- 23			71818	1,82E+09	4,77E-03	39
23	23 -- 24			71818	2,03E+09	3,89E-03	27
24	24 -- 25			71818	2,23E+09	3,05E-03	17
25	25 -- 26			71818	2,44E+09	2,24E-03	9
26	26 -- 27			71818	2,65E+09	1,46E-03	4
27	27 -- 28			71818	2,85E+09	7,13E-04	1
28				71818	3,06E+09	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,64E-02	1068
2	2 -- 3		12168	12168	1,30E+05	3,64E-02	1043
3	3 -- 4			12168	2,70E+07	3,62E-02	965
4	4 -- 5		42312	54480	5,63E+07	3,58E-02	887
5	5 -- 6			54480	9,52E+07	3,56E-02	862
6	6 -- 7			54480	1,75E+08	3,49E-02	812
7	7 -- 8			54480	2,55E+08	3,39E-02	763
8	8 -- 9			54480	3,35E+08	3,30E-02	715
9	9 -- 10			54480	4,15E+08	3,20E-02	669
10	10 -- 11			54480	5,76E+08	2,98E-02	581
11	11 -- 12		40160	94640	6,19E+08	2,92E-02	559
12	12 -- 13			94640	8,24E+08	2,75E-02	499
13	13 -- 14			94640	1,10E+09	2,49E-02	425
14	14 -- 15			94640	1,38E+09	2,26E-02	357
15	15 -- 16		37446	132086	1,60E+09	2,08E-02	309
16	16 -- 17			132086	1,68E+09	2,03E-02	296
17	17 -- 18			132086	2,07E+09	1,80E-02	241
18	18 -- 19		19008	151094	2,27E+09	1,69E-02	215
19	19 -- 20			151094	2,48E+09	1,59E-02	192
20	20 -- 21			151094	2,92E+09	1,38E-02	150
21	21 -- 22			151094	3,36E+09	1,19E-02	113
22	22 -- 23			151094	3,80E+09	9,98E-03	82
23	23 -- 24			151094	4,24E+09	8,15E-03	56
24	24 -- 25			151094	4,68E+09	6,39E-03	36
25	25 -- 26			151094	5,11E+09	4,69E-03	20
26	26 -- 27			151094	5,55E+09	3,06E-03	9
27	27 -- 28			151094	5,98E+09	1,49E-03	2
28				151094	6,41E+09	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	1,66E-02	499
2	2 -- 3		3354	3354	5,92E+04	1,66E-02	487
3	3 -- 4			3354	7,58E+06	1,66E-02	451
4	4 -- 5		21468	24822	1,62E+07	1,64E-02	416
5	5 -- 6			24822	3,40E+07	1,64E-02	404
6	6 -- 7			24822	7,04E+07	1,61E-02	381
7	7 -- 8			24822	1,07E+08	1,57E-02	358
8	8 -- 9			24822	1,43E+08	1,53E-02	336
9	9 -- 10			24822	1,80E+08	1,49E-02	315
10	10 -- 11			24822	2,53E+08	1,39E-02	274
11	11 -- 12		20732	45554	2,73E+08	1,37E-02	263
12	12 -- 13			45554	3,71E+08	1,29E-02	236
13	13 -- 14			45554	5,05E+08	1,17E-02	200
14	14 -- 15			45554	6,39E+08	1,07E-02	169
15	15 -- 16		19802	65356	7,43E+08	9,84E-03	146
16	16 -- 17			65356	7,86E+08	9,60E-03	140
17	17 -- 18			65356	9,77E+08	8,52E-03	114
18	18 -- 19		5780	71136	1,08E+09	7,99E-03	101
19	19 -- 20			71136	1,18E+09	7,52E-03	91
20	20 -- 21			71136	1,38E+09	6,51E-03	71
21	21 -- 22			71136	1,59E+09	5,60E-03	54
22	22 -- 23			71136	1,80E+09	4,71E-03	39
23	23 -- 24			71136	2,00E+09	3,85E-03	27
24	24 -- 25			71136	2,21E+09	3,02E-03	17
25	25 -- 26			71136	2,41E+09	2,21E-03	9
26	26 -- 27			71136	2,62E+09	1,44E-03	4
27	27 -- 28			71136	2,82E+09	7,05E-04	1
28				71136	3,03E+09	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	7,25E-03	153
2	2 -- 3				-5,41E+06	7,25E-03	147
3	3 -- 4				-5,41E+06	7,33E-03	132
4	4 -- 5				1,22E+08	7,39E-03	116
5	5 -- 6				1,22E+08	7,03E-03	111
6	6 -- 7				1,22E+08	6,39E-03	101
7	7 -- 8				1,22E+08	5,84E-03	93
8	8 -- 9				1,22E+08	5,46E-03	85
9	9 -- 10				1,22E+08	5,13E-03	77
10	10 -- 11				1,22E+08	4,59E-03	63
11	11 -- 12				2,52E+08	4,47E-03	60
12	12 -- 13				2,52E+08	3,86E-03	51
13	13 -- 14				2,52E+08	3,18E-03	41
14	14 -- 15				2,52E+08	2,72E-03	33
15	15 -- 16				3,86E+08	2,42E-03	27
16	16 -- 17				3,86E+08	2,30E-03	25
17	17 -- 18				3,86E+08	1,82E-03	20
18	18 -- 19				3,72E+08	1,63E-03	17
19	19 -- 20				3,72E+08	1,47E-03	15
20	20 -- 21				3,72E+08	1,17E-03	11
21	21 -- 22				3,72E+08	9,47E-04	8
22	22 -- 23				3,72E+08	7,51E-04	6
23	23 -- 24				3,72E+08	5,82E-04	4
24	24 -- 25				3,72E+08	4,34E-04	2
25	25 -- 26				3,72E+08	3,05E-04	1
26	26 -- 27				3,72E+08	1,91E-04	1
27	27 -- 28				3,72E+08	8,98E-05	0
28					3,72E+08	0,00E+00	0

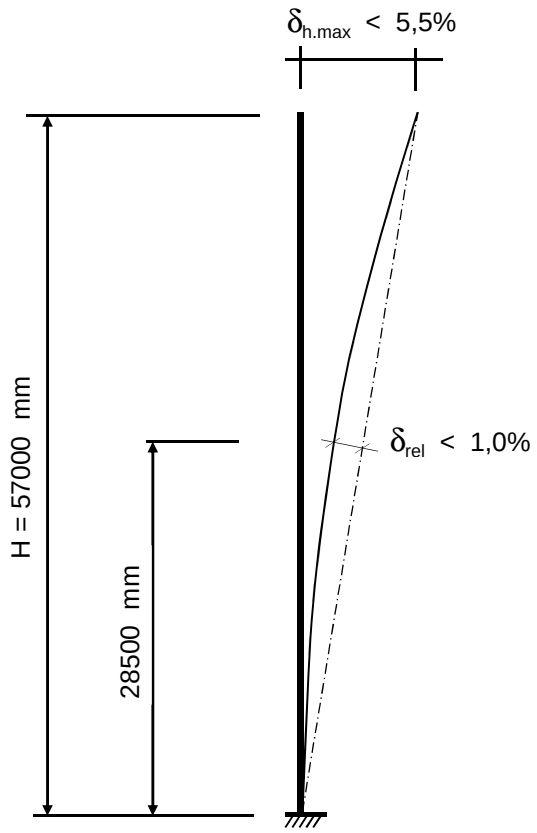
4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:

Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,00
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	6,0E-02	1754
2	2 -- 3	6,0E-02	1712
3	3 -- 4	6,0E-02	1582
4	4 -- 5	6,0E-02	1452
5	5 -- 6	5,9E-02	1411
6	6 -- 7	5,8E-02	1327
7	7 -- 8	5,6E-02	1246
8	8 -- 9	5,4E-02	1167
9	9 -- 10	5,3E-02	1091
10	10 -- 11	4,9E-02	945
11	11 -- 12	4,8E-02	908
12	12 -- 13	4,5E-02	810
13	13 -- 14	4,1E-02	688
14	14 -- 15	3,7E-02	577
15	15 -- 16	3,4E-02	499
16	16 -- 17	3,3E-02	477
17	17 -- 18	2,9E-02	388
18	18 -- 19	2,7E-02	345
19	19 -- 20	2,6E-02	310
20	20 -- 21	2,2E-02	241
21	21 -- 22	1,9E-02	182
22	22 -- 23	1,6E-02	132
23	23 -- 24	1,3E-02	91
24	24 -- 25	1,0E-02	57
25	25 -- 26	7,5E-03	32
26	26 -- 27	4,9E-03	14
27	27 -- 28	2,4E-03	3
28	28 -- 29	0,0E+00	0

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h = 1754 mm ----> δ_h *100 / 57000

Percentage uitbuig. = 3,08 % voldoet , max verpl. < 5,5 %

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop 17 ; Hoogte = 28500 mm
$\delta_{knoop\ x}$ = 388 mm
α = 1,76 graden

δ_{rel} = 489 mm ----> δ_h *100 / 57000

Percentage uitbuig. = 0,86 % voldoet , max verpl. < 1 %

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	793	480	0	0,00E+00	1,09E-02	354
2	2 -- 3	2543	6293	846	2,96E+05	1,09E-02	346
3	3 -- 4	2707	10745	3558	5,03E+06	1,09E-02	322
4	4 -- 5	906	49709	6446	1,58E+07	1,08E-02	299
5	5 -- 6	1907	51368	7413	2,06E+07	1,07E-02	292
6	6 -- 7	1972	54906	9447	3,26E+07	1,06E-02	277
7	7 -- 8	2035	58623	11550	4,76E+07	1,04E-02	262
8	8 -- 9	2096	63413	13720	6,56E+07	1,02E-02	247
9	9 -- 10	4369	68427	15955	8,67E+07	1,00E-02	232
10	10 -- 11	1195	79132	20616	1,39E+08	9,52E-03	205
11	11 -- 12	3396	116209	21891	1,55E+08	9,38E-03	197
12	12 -- 13	4797	124829	25513	2,05E+08	8,94E-03	178
13	13 -- 14	4983	137337	30630	2,85E+08	8,28E-03	154
14	14 -- 15	3970	153280	35945	3,79E+08	7,68E-03	131
15	15 -- 16	1178	200448	40180	4,63E+08	7,18E-03	114
16	16 -- 17	5290	204395	41437	4,90E+08	7,03E-03	110
17	17 -- 18	2831	230316	47079	6,16E+08	6,35E-03	91
18	18 -- 19	2571	250574	50099	6,89E+08	6,02E-03	81
19	19 -- 20	5484	260780	52842	7,58E+08	5,72E-03	73
20	20 -- 21	5527	283212	58692	9,17E+08	5,06E-03	58
21	21 -- 22	5522	309120	64587	1,09E+09	4,44E-03	45
22	22 -- 23	5457	336350	70476	1,29E+09	3,82E-03	33
23	23 -- 24	5313	364903	76297	1,49E+09	3,18E-03	23
24	24 -- 25	5058	394777	81964	1,72E+09	2,55E-03	15
25	25 -- 26	4632	425974	87359	1,96E+09	1,91E-03	8
26	26 -- 27	3888	458492	92300	2,22E+09	1,27E-03	4
27	27 -- 28	3908	492333	96447	2,49E+09	6,33E-04	1
28			540688	100616	2,77E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	6,48E-02	1930
2	2 -- 3		14796	14796	0,00E+00	6,48E-02	1885
3	3 -- 4			14796	3,18E+07	6,45E-02	1745
4	4 -- 5		86756	101552	6,37E+07	6,40E-02	1607
5	5 -- 6			101552	1,34E+08	6,37E-02	1563
6	6 -- 7			101552	2,79E+08	6,26E-02	1472
7	7 -- 8			101552	4,24E+08	6,10E-02	1384
8	8 -- 9			101552	5,68E+08	5,95E-02	1298
9	9 -- 10			101552	7,13E+08	5,78E-02	1215
10	10 -- 11			101552	1,00E+09	5,40E-02	1055
11	11 -- 12		80508	182060	1,08E+09	5,30E-02	1015
12	12 -- 13			182060	1,46E+09	4,99E-02	907
13	13 -- 14			182060	1,98E+09	4,52E-02	771
14	14 -- 15			182060	2,50E+09	4,11E-02	648
15	15 -- 16		72560	254620	2,90E+09	3,79E-02	561
16	16 -- 17			254620	3,06E+09	3,70E-02	536
17	17 -- 18			254620	3,79E+09	3,28E-02	437
18	18 -- 19		20912	275532	4,17E+09	3,07E-02	389
19	19 -- 20			275532	4,54E+09	2,89E-02	349
20	20 -- 21			275532	5,33E+09	2,50E-02	272
21	21 -- 22			275532	6,11E+09	2,15E-02	205
22	22 -- 23			275532	6,90E+09	1,81E-02	149
23	23 -- 24			275532	7,68E+09	1,48E-02	102
24	24 -- 25			275532	8,47E+09	1,16E-02	64
25	25 -- 26			275532	9,26E+09	8,49E-03	36
26	26 -- 27			275532	1,00E+10	5,53E-03	16
27	27 -- 28			275532	1,08E+10	2,71E-03	4
28				275532	1,16E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	2,11E-02	634
2	2 -- 3		4302	4302	0,00E+00	2,11E-02	619
3	3 -- 4			4302	9,25E+06	2,10E-02	574
4	4 -- 5		28240	32542	1,85E+07	2,09E-02	528
5	5 -- 6			32542	4,11E+07	2,08E-02	514
6	6 -- 7			32542	8,75E+07	2,04E-02	485
7	7 -- 8			32542	1,34E+08	1,99E-02	456
8	8 -- 9			32542	1,80E+08	1,94E-02	428
9	9 -- 10			32542	2,27E+08	1,89E-02	400
10	10 -- 11			32542	3,19E+08	1,77E-02	348
11	11 -- 12		27106	59648	3,44E+08	1,74E-02	335
12	12 -- 13			59648	4,69E+08	1,64E-02	300
13	13 -- 14			59648	6,39E+08	1,49E-02	255
14	14 -- 15			59648	8,09E+08	1,35E-02	214
15	15 -- 16		25676	85324	9,40E+08	1,25E-02	186
16	16 -- 17			85324	9,95E+08	1,22E-02	178
17	17 -- 18			85324	1,24E+09	1,08E-02	145
18	18 -- 19		7092	92416	1,37E+09	1,02E-02	129
19	19 -- 20			92416	1,49E+09	9,57E-03	116
20	20 -- 21			92416	1,75E+09	8,29E-03	90
21	21 -- 22			92416	2,02E+09	7,13E-03	68
22	22 -- 23			92416	2,28E+09	6,00E-03	49
23	23 -- 24			92416	2,54E+09	4,90E-03	34
24	24 -- 25			92416	2,81E+09	3,84E-03	21
25	25 -- 26			92416	3,07E+09	2,82E-03	12
26	26 -- 27			92416	3,34E+09	1,84E-03	5
27	27 -- 28			92416	3,60E+09	9,00E-04	1
28				92416	3,86E+09	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,94E-02	1451
2	2 -- 3		17356	17356	0,00E+00	4,94E-02	1416
3	3 -- 4			17356	3,73E+07	4,92E-02	1310
4	4 -- 5		58878	76234	7,47E+07	4,86E-02	1204
5	5 -- 6			76234	1,28E+08	4,83E-02	1171
6	6 -- 7			76234	2,36E+08	4,73E-02	1103
7	7 -- 8			76234	3,45E+08	4,60E-02	1036
8	8 -- 9			76234	4,54E+08	4,47E-02	971
9	9 -- 10			76234	5,62E+08	4,34E-02	909
10	10 -- 11			76234	7,80E+08	4,04E-02	789
11	11 -- 12		55648	131882	8,37E+08	3,96E-02	759
12	12 -- 13			131882	1,11E+09	3,72E-02	678
13	13 -- 14			131882	1,49E+09	3,37E-02	577
14	14 -- 15			131882	1,87E+09	3,07E-02	485
15	15 -- 16		51566	183448	2,16E+09	2,83E-02	420
16	16 -- 17			183448	2,27E+09	2,76E-02	402
17	17 -- 18			183448	2,80E+09	2,45E-02	327
18	18 -- 19		26732	210180	3,07E+09	2,30E-02	292
19	19 -- 20			210180	3,36E+09	2,16E-02	262
20	20 -- 21			210180	3,95E+09	1,87E-02	204
21	21 -- 22			210180	4,55E+09	1,61E-02	154
22	22 -- 23			210180	5,15E+09	1,36E-02	112
23	23 -- 24			210180	5,75E+09	1,11E-02	77
24	24 -- 25			210180	6,35E+09	8,69E-03	48
25	25 -- 26			210180	6,95E+09	6,38E-03	27
26	26 -- 27			210180	7,55E+09	4,17E-03	12
27	27 -- 28			210180	8,15E+09	2,04E-03	3
28				210180	8,75E+09	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	2,13E-02	638
2	2 -- 3		4514	4514	0,00E+00	2,13E-02	623
3	3 -- 4			4514	9,71E+06	2,12E-02	578
4	4 -- 5		28266	32780	1,94E+07	2,10E-02	532
5	5 -- 6			32780	4,22E+07	2,09E-02	518
6	6 -- 7			32780	8,89E+07	2,06E-02	488
7	7 -- 8			32780	1,36E+08	2,01E-02	459
8	8 -- 9			32780	1,82E+08	1,96E-02	431
9	9 -- 10			32780	2,29E+08	1,90E-02	403
10	10 -- 11			32780	3,22E+08	1,78E-02	351
11	11 -- 12		27152	59932	3,47E+08	1,75E-02	337
12	12 -- 13			59932	4,73E+08	1,65E-02	302
13	13 -- 14			59932	6,44E+08	1,50E-02	257
14	14 -- 15			59932	8,14E+08	1,36E-02	216
15	15 -- 16		25746	85678	9,47E+08	1,26E-02	187
16	16 -- 17			85678	1,00E+09	1,23E-02	179
17	17 -- 18			85678	1,25E+09	1,09E-02	146
18	18 -- 19		7588	93266	1,37E+09	1,02E-02	130
19	19 -- 20			93266	1,50E+09	9,63E-03	117
20	20 -- 21			93266	1,77E+09	8,35E-03	91
21	21 -- 22			93266	2,03E+09	7,19E-03	69
22	22 -- 23			93266	2,30E+09	6,05E-03	50
23	23 -- 24			93266	2,56E+09	4,94E-03	34
24	24 -- 25			93266	2,83E+09	3,87E-03	22
25	25 -- 26			93266	3,10E+09	2,84E-03	12
26	26 -- 27			93266	3,36E+09	1,85E-03	5
27	27 -- 28			93266	3,63E+09	9,07E-04	1
28				93266	3,89E+09	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	8,70E-03	183
2	2 -- 3				-6,49E+06	8,70E-03	177
3	3 -- 4				-6,49E+06	8,79E-03	158
4	4 -- 5				1,46E+08	8,86E-03	139
5	5 -- 6				1,46E+08	8,44E-03	133
6	6 -- 7				1,46E+08	7,67E-03	122
7	7 -- 8				1,46E+08	7,01E-03	111
8	8 -- 9				1,46E+08	6,55E-03	102
9	9 -- 10				1,46E+08	6,16E-03	92
10	10 -- 11				1,46E+08	5,51E-03	76
11	11 -- 12				3,03E+08	5,37E-03	72
12	12 -- 13				3,03E+08	4,63E-03	61
13	13 -- 14				3,03E+08	3,82E-03	49
14	14 -- 15				3,03E+08	3,26E-03	39
15	15 -- 16				4,64E+08	2,91E-03	32
16	16 -- 17				4,64E+08	2,76E-03	30
17	17 -- 18				4,64E+08	2,19E-03	23
18	18 -- 19				4,47E+08	1,95E-03	20
19	19 -- 20				4,47E+08	1,76E-03	18
20	20 -- 21				4,47E+08	1,41E-03	13
21	21 -- 22				4,47E+08	1,14E-03	10
22	22 -- 23				4,47E+08	9,01E-04	7
23	23 -- 24				4,47E+08	6,98E-04	4
24	24 -- 25				4,47E+08	5,21E-04	3
25	25 -- 26				4,47E+08	3,66E-04	1
26	26 -- 27				4,47E+08	2,29E-04	1
27	27 -- 28				4,47E+08	1,08E-04	0
28					4,47E+08	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

		)*	)**
Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	G_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	6,29	17,59	26,89
3	3 -- 4	10,74	18,36	30,35
4	4 -- 5	49,71	108,00	314,97
5	5 -- 6	51,37	108,96	369,30
6	6 -- 7	54,91	111,00	481,32
7	7 -- 8	58,62	113,10	617,27
8	8 -- 9	63,41	115,27	779,99
9	9 -- 10	68,43	117,51	945,84
10	10 -- 11	79,13	122,17	1287,38
11	11 -- 12	116,21	203,95	1536,83
12	12 -- 13	124,83	207,57	1967,90
13	13 -- 14	137,34	212,69	2566,77
14	14 -- 15	153,28	218,01	3180,51
15	15 -- 16	200,45	294,80	3826,88
16	16 -- 17	204,40	296,06	4017,43
17	17 -- 18	230,32	301,70	4869,23
18	18 -- 19	250,57	325,63	5307,19
19	19 -- 20	260,78	328,37	5748,65
20	20 -- 21	283,21	334,22	6692,85
21	21 -- 22	309,12	340,12	7653,79
22	22 -- 23	336,35	346,01	8631,52
23	23 -- 24	364,90	351,83	9625,93
24	24 -- 25	394,78	357,50	10636,72
25	25 -- 26	425,97	362,89	11663,27
26	26 -- 27	458,49	367,83	12704,55
27	27 -- 28	492,33	371,98	13758,78
28		540,69	376,15	14824,86

)* - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 8 t/m 27
)** - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 1 t/m 7

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel $D_{voet} - D_{top}$ mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 748	26,89	6,29	42	27,2	835,6	0,03
2	500 / 748	30,35	10,74	130	32,0	1024,9	0,03
3	500 / 748	314,97	49,71	130	323,1	1234,1	0,27
4	500 / 748	369,30	51,37	41	379,5	1305,7	0,30
5	500 / 748	481,32	54,91	84	496,1	1458,8	0,35
6	500 / 748	617,27	58,62	81	636,9	1620,4	0,40
7	749 / 999	779,99	63,41	79	804,6	2211,3	0,37
8	749 / 999	945,84	68,43	76	975,7	2433,2	0,41
9	749 / 999	1287,38	79,13	146	1328,7	2908,9	0,46
10	749 / 999	1536,83	116,21	37	1582,4	3042,0	0,53
11	749 / 999	1967,90	124,83	98	2025,7	3427,0	0,60
12	749 / 999	2566,77	137,34	123	2641,4	3987,6	0,67
13	999 / 1213	3180,51	153,28	111	3272,2	5462,4	0,61
14	999 / 1213	3826,88	200,45	78	3934,2	6054,7	0,66
15	999 / 1213	4017,43	204,40	22	4129,2	6233,8	0,67
16	999 / 1213	4869,23	230,32	89	5001,5	7056,1	0,72
17	1213/ 1355	5307,19	250,57	42	5450,1	8303,6	0,67
18	1213/ 1355	5748,65	260,78	36	5900,9	8769,2	0,68
19	1213/ 1355	6692,85	283,21	68	6864,5	9793,8	0,71
20	1355/ 1925	7653,79	309,12	59	7843,6	11912,0	0,67
21	1355/ 1925	8631,52	336,35	50	8838,2	13161,0	0,68
22	1355/ 1925	9625,93	364,90	42	9847,8	14472,2	0,69
23	1355/ 1925	10636,72	394,78	33	10871,8	15845,8	0,70
24	1355/ 1925	11663,27	425,97	25	11909,2	17281,6	0,70
25	1355/ 1925	12704,55	458,49	18	12958,6	18779,6	0,70
26	1355/ 1925	13758,78	492,33	10	14018,0	20340,0	0,70
27	1355/ 1925	14824,86	540,69	3	15086,0	21962,6	0,70

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235$ N/mm^2

Indien $90 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
518	12,0	43,13	0,81	355	355
571	12,0	47,60	0,81	355	355
625	12,0	52,09	0,81	355	355
643	12,0	53,54	0,81	355	355
678	12,0	56,51	0,81	355	355
714	12,0	59,48	0,81	355	355
749	15,0	49,96	0,81	355	355
785	15,0	52,33	0,81	355	355
856	15,0	57,08	0,81	355	355
875	15,0	58,34	0,81	355	355
928	15,0	61,83	0,81	346	355
999	15,0	66,58	0,81	329	355
1070	18,0	59,44	0,81	355	355
1125	18,0	62,51	0,81	343	355
1141	18,0	63,40	0,81	340	355
1213	18,0	67,36	0,81	326	355
1250	20,0	62,50	0,81	343	355
1284	20,0	64,19	0,81	337	355
1355	20,0	67,75	0,81	325	355
1426	22,0	64,83	0,81	335	355
1498	22,0	68,07	0,81	324	355
1569	22,0	71,31	0,81	314	355
1640	22,0	74,55	0,81	305	355
1711	22,0	77,78	0,81	297	355
1783	22,0	81,02	0,81	289	355
1854	22,0	84,26	0,81	282	355
1925	22,0	87,50	0,81	276	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 748	11,95	0,34	355	355	0,03
2	500 / 748	12,25	0,54	355	355	0,04
3	500 / 748	101,76	2,25	355	355	0,29
4	500 / 748	106,12	2,19	355	355	0,31
5	500 / 748	127,52	2,25	355	355	0,37
6	500 / 748	146,95	2,27	355	355	0,42
7	749 / 999	135,73	1,88	355	355	0,39
8	749 / 999	149,23	1,93	355	355	0,43
9	749 / 999	176,95	2,08	355	355	0,50
10	749 / 999	188,83	2,90	355	355	0,54
11	749 / 999	222,53	2,99	355	346	0,64
12	749 / 999	253,30	3,07	355	329	0,72
13	999 / 1213	227,96	2,67	355	355	0,65
14	999 / 1213	242,70	3,28	355	343	0,69
15	999 / 1213	238,59	3,24	355	340	0,68
16	999 / 1213	267,46	3,51	355	326	0,76
17	1213/ 1355	240,33	3,29	355	343	0,69
18	1213/ 1355	245,44	3,33	355	337	0,70
19	1213/ 1355	262,75	3,47	355	325	0,75
20	1355/ 1925	246,18	3,27	355	335	0,70
21	1355/ 1925	250,43	3,38	355	324	0,72
22	1355/ 1925	253,17	3,49	355	314	0,72
23	1355/ 1925	254,73	3,61	355	305	0,73
24	1355/ 1925	255,36	3,73	355	297	0,73
25	1355/ 1925	255,25	3,85	355	289	0,73
26	1355/ 1925	254,52	3,97	355	282	0,73
27	1355/ 1925	253,29	4,19	355	276	0,73

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a / I_p - N_{Ed} / n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

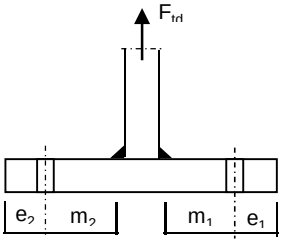
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1}./ 2)^2 + (d_{stc2}./ 2)^2]$

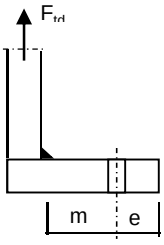
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld}./ 2)^2$$

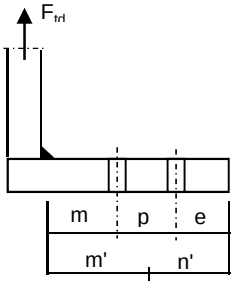
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat :

$m = \max.(m_1;m_2)$
$e = \max.(e_1;e_2)$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :

m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :

$m' = m + p / 2$
$n' = n + p / 3$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1{,}25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		2085,00					
st.c binnenkant		1721,00					
1903	56	546,79	6,72	28	M 48 - 8,8	848,4	0,64
flenzen op 28,5 m hoogte.							
st.c buitenkant		1020,00					
1020,00	24	786,03	12,57	17	M 48 - 10,9	1060,6	0,74

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN - EN 1993-1-8,

Stc1	Stc2 mm	m mm	e mm	n mm	m' mm	n' mm	l_{ef} mm
voetplaat							
2085,00	1721,00	73,2	103,0	91,5			193,1
2085,00	1721,00	73,2	105,0	91,5			233,9
flenzen op 28,5 m hoogte.							
1020,00	1020,0	69,5	60,0	60,0			133,5
1020,00	1020,0	71,5	60,0	60,0			133,5

flens dikte mm	$M_{pl;d}$ Nmm	bezwijk-vorm 1	bezwijk-vorm 2	bezwijk-vorm 3	maatgev. $F_{t,Rd}$	$F_{t,Ed}$ kN	toetsing-regel
voetplaat							
60	5,82E+07	3180,82	1649,57	1696,90	1649,57	1093,58	0,66
60	7,05E+07	3853,58	1799,07	1696,90	1696,90	1093,58	0,64
flenzen op 28,5 m hoogte.							
80	7,16E+07	2060,57	1044,32	1060,56	1044,32	786,03	0,75
80	7,16E+07	2002,90	1028,43	1060,56	1028,43	786,03	0,76
	Krachten in kN						

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 1925	0,57	1,213	0,18	3,82

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht traverse kg	massa m kg/m
1	1385	1,000		1,000			
2	1355	0,979	1 -- 2	0,989	113	411	749,2
3	1264	0,913	2 -- 3	0,946	371		172,6
4	1173	0,847	3 -- 4	0,880	406	2840	1506,5
5	1144	0,826	4 -- 5	0,837	138		199,0
6	1085	0,783	5 -- 6	0,805	295		206,9
7	1026	0,741	6 -- 7	0,762	310		217,4
8	969	0,700	7 -- 8	0,720	399		280,1
9	913	0,659	8 -- 9	0,679	418		293,3
10	804	0,581	9 -- 10	0,620	892		313,0
11	777	0,561	10 -- 11	0,571	249	2840	4091,8
12	702	0,507	11 -- 12	0,534	718		342,9
13	606	0,437	12 -- 13	0,472	1042		365,7
14	517	0,373	13 -- 14	0,405	1329		466,2
15	452	0,327	14 -- 15	0,350	1090	2840	1782,4
16	434	0,314	15 -- 16	0,320	329		510,0
17	359	0,259	16 -- 17	0,287	1509	651	757,9
18	323	0,233	17 -- 18	0,246	919	769	1125,4
19	292	0,210	18 -- 19	0,222	850		630,0
20	231	0,167	19 -- 20	0,189	1869		655,9
21	177	0,128	20 -- 21	0,147	2159		757,6
22	130	0,094	21 -- 22	0,111	2269		796,2
23	91	0,066	22 -- 23	0,080	2379		834,9
24	58	0,042	23 -- 24	0,054	2490		873,5
25	33	0,024	24 -- 25	0,033	2600		912,2
26	15	0,011	25 -- 26	0,017	2710		950,8
27	4	0,003	26 -- 27	0,007	2820		989,5
28	0	0,000	27 -- 28	0,001	2930	1099	1413,9

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	749	0,989	0,700	0,69	513,22	0,69
2 -- 3	173	0,946	2,150	1,92	331,77	2,03
3 -- 4	1507	0,880	2,155	1,67	2514,00	1,90
4 -- 5	199	0,837	0,695	0,49	96,82	0,58
5 -- 6	207	0,805	1,425	0,92	190,89	1,15
6 -- 7	217	0,762	1,425	0,83	179,99	1,09
7 -- 8	280	0,720	1,425	0,74	207,16	1,03
8 -- 9	293	0,679	1,425	0,66	192,93	0,97
9 -- 10	313	0,620	2,850	1,10	342,90	1,77
10 -- 11	4092	0,571	0,755	0,25	1006,30	0,43
11 -- 12	343	0,534	2,095	0,60	204,57	1,12
12 -- 13	366	0,472	2,850	0,63	232,18	1,35
13 -- 14	466	0,405	2,850	0,47	218,10	1,15
14 -- 15	1782	0,350	2,205	0,27	481,02	0,77
15 -- 16	510	0,320	0,645	0,07	33,72	0,21
16 -- 17	758	0,287	2,850	0,23	177,39	0,82
17 -- 18	1125	0,246	1,500	0,09	102,36	0,37
18 -- 19	630	0,222	1,350	0,07	41,83	0,30
19 -- 20	656	0,189	2,850	0,10	66,46	0,54
20 -- 21	758	0,147	2,850	0,06	46,82	0,42
21 -- 22	796	0,111	2,850	0,04	27,97	0,32
22 -- 23	835	0,080	2,850	0,02	15,16	0,23
23 -- 24	874	0,054	2,850	0,01	7,19	0,15
24 -- 25	912	0,033	2,850	0,00	2,80	0,09
25 -- 26	951	0,017	2,850	0,00	0,79	0,05
26 -- 27	989	0,007	2,850	0,00	0,12	0,02
27 -- 28	1414	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	57,00	11,91	7234,46	19,53

m_e = 7234,5 / 11,9 = 607,5 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 1925	607,5	0,030	1,25	1,213	19,8

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 19,8

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} \phi^2_i(s) \, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 19,53 / (4 * π * 11,91) = 0,131 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;
ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,213 * 3,82 / $15*10^{-6}$ = 3,1E+05

C_{lat} = 0,67

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)| \, ds}{\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6
Lj = 7,28 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 6,47 / 19,53 = 0,33

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,050 * 0,131 * 0,33 * 0,6717782 = 0,045

$y_{F;max}$ = 1,213 * 0,045 = 0,055 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		69869	69869	0,00E+00	4,7E-02	1000
2	2 -- 3			69869	4,89E+07	4,7E-02	967
3	3 -- 4			69869	1,99E+08	4,5E-02	868
4	4 -- 5			69869	3,50E+08	4,2E-02	774
5	5 -- 6			69869	3,98E+08	4,1E-02	745
6	6 -- 7			69869	4,98E+08	3,9E-02	688
7	7 -- 8			69869	5,97E+08	3,6E-02	635
8	8 -- 9			69869	6,97E+08	3,4E-02	584
9	9 -- 10			69869	7,97E+08	3,2E-02	537
10	10 -- 11			69869	9,96E+08	2,8E-02	451
11	11 -- 12			69869	1,05E+09	2,7E-02	430
12	12 -- 13			69869	1,19E+09	2,4E-02	376
13	13 -- 14			69869	1,39E+09	2,1E-02	311
14	14 -- 15			69869	1,59E+09	1,8E-02	255
15	15 -- 16			69869	1,75E+09	1,6E-02	217
16	16 -- 17			69869	1,79E+09	1,6E-02	207
17	17 -- 18			69869	1,99E+09	1,3E-02	165
18	18 -- 19			69869	2,10E+09	1,2E-02	146
19	19 -- 20			69869	2,19E+09	1,1E-02	130
20	20 -- 21			69869	2,39E+09	9,6E-03	100
21	21 -- 22			69869	2,59E+09	8,1E-03	75
22	22 -- 23			69869	2,79E+09	6,7E-03	53
23	23 -- 24			69869	2,99E+09	5,4E-03	36
24	24 -- 25			69869	3,19E+09	4,1E-03	23
25	25 -- 26			69869	3,39E+09	3,0E-03	13
26	26 -- 27			69869	3,58E+09	1,9E-03	5
27	27 -- 28			69869	3,78E+09	9,4E-04	1
28	28 -- 29			69869	3,98E+09	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf	profiel		$W_{y;el}$	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd})	$y_{F;max}$	$\Delta\sigma_{dyn}$
nummer	D (mm)	t (mm)	mm^3	N/mm^2	m	MPa
1	518	12,0	2353797	21	0,0548	2,3
2	571	12,0	2887106	69	0,0548	7,6
3	625	12,0	3476303	101	0,0548	11,0
4	643	12,0	3677990	108	0,0548	11,9
5	678	12,0	4109316	121	0,0548	13,3
6	714	12,0	4564563	131	0,0548	14,3
7	749	15,0	6228977	112	0,0548	12,3
8	785	15,0	6854068	116	0,0548	12,7
9	856	15,0	8193960	122	0,0548	13,3
10	875	15,0	8568954	122	0,0548	13,4
11	928	15,0	9653464	124	0,0548	13,6
12	999	15,0	11232581	124	0,0548	13,6
13	1070	18,0	15386965	104	0,0548	11,3
14	1125	18,0	17055575	102	0,0548	11,2
15	1141	18,0	17559914	102	0,0548	11,2
16	1213	18,0	19876399	100	0,0548	11,0
17	1250	20,0	23390527	90	0,0548	9,8
18	1284	20,0	24701975	89	0,0548	9,7
19	1355	20,0	27588103	87	0,0548	9,5
20	1426	22,0	33554965	77	0,0548	8,5
21	1498	22,0	37073186	75	0,0548	8,2
22	1569	22,0	40766840	73	0,0548	8,0
23	1640	22,0	44635926	71	0,0548	7,8
24	1711	22,0	48680445	70	0,0548	7,6
25	1783	22,0	52900396	68	0,0548	7,4
26	1854	22,0	57295781	66	0,0548	7,2
27	1925	22,0	61866598	64	0,0548	7,1

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y}$ = 0,57 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1}$ = 3,82 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvind

z_s = 53,3625 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0
Seizoensfactor C_{season} = 1,0
Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

z_0 = 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$
$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07}$ = 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\}$ = 1,17

$V_m(z)$ = 31,6 m/s

V_o = 31,6 * 20 / 100 = 6,32 m/s

$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 0,57 * [3,82 / 6,32]^2 * \exp[-(3,82 / 6,32)^2]$ = 1,38E+08 aantal/per

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

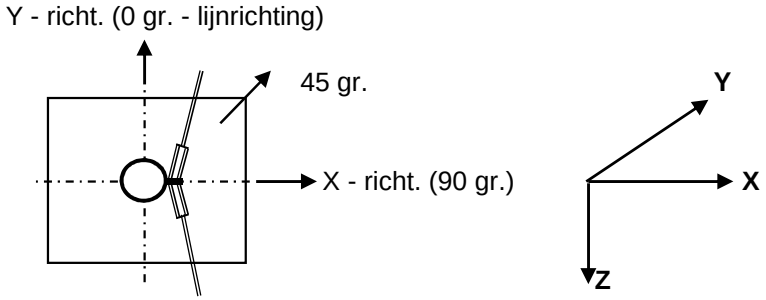
$\gamma * \Delta\sigma =$ 1,2 * $\Delta\sigma$

$\Delta\sigma$k =	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma$k =	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling		$\gamma * \Delta\sigma$ =	$\Delta\sigma_k$	0,55 $\Delta\sigma_k$	N - wissel.	N	D
Knoop		in MPa	in MPa	in MPa	$\Delta\sigma_i$-N lijn	aantal span.wissl.	beschadiging < 1
3	Lasnaad	9,07	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
		13,23					
5	Lasnaad	14,24	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
		15,93					
7	Lasnaad	17,21	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
		14,72					
9	Lasnaad	15,29	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
10	Lasnaad	15,98	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
		16,09					
12	Lasnaad	16,28	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
13	Lasnaad	16,32	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
14	Lasnaad	13,62	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
15	Lasnaad	13,47	45	24,75	1,000E+10		
17	flenzen	13,18	35	19,25	1,000E+10	1,38E+08	0,01
19	Lasnaad	11,66	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
20	Lasnaad	11,39	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
21	Lasnaad	10,15	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
22	Lasnaad	9,89	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
23	Lasnaad	9,64	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
24	Lasnaad	9,39	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
25	Lasnaad	9,15	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
26	Lasnaad	8,91	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
27	Lasnaad	8,69	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
28	voetplaat	8,47	35	19,25	1,000E+10	1,38E+08	0,01

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			425			
2 - Windbelasting mast	101				2767	
3 - Belasting geval 1a	276		116		12058	
4 - Belasting geval 1b	92		116		4308	
5 - Belasting geval 3	210		232		9462	
6 - Belasting geval 4	93		139		4415	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	376		**541**		**14825**	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	111		541		4827	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	238		657		10240	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	112		563		4934	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	10160	kNm	14825	kNm	14825	kNm
Dwarskracht	254	kN	376	kN	376	kN
Verticale kracht	451	kN	541	kN	406	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		2085,00					
st.c binnenkant		1721,00					
1903	56	546,79	6,72	28	M 48 - 8,8	848,45	0,64
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		2085,00					
st.c binnenkant		1721,00					
1903	56	373,30	4,54	28	M 48 - 8,8	848,45	0,44

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 546,8 kN

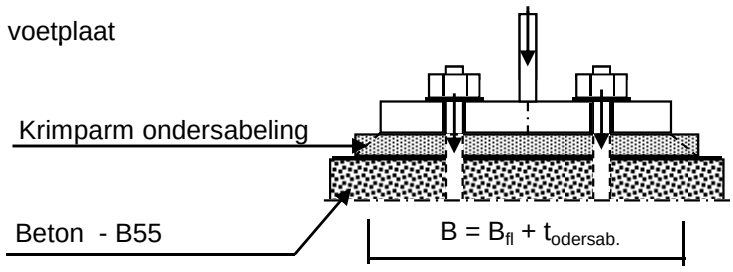
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 373,3 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 566,1 + 1,00 * 373,3 = 939,4 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

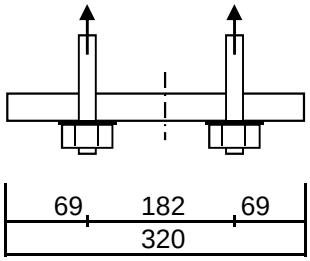
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	390,0	mm	D =	1903	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	56	
B =	430,0	mm			

A_{voetpl} = 430 * 2*π*D / n = 91812 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 20,5 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring



D = 1903 mm
n = 56

$A_{stortring}$ = 320 * $2*\pi*D / n$ = 68325 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 16,0 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring

$L_{uitkr.}$ = 69 mm
L_{veld} = 182 mm

t = 30 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 38101 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 1457 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 28170 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 38101 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 1457 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 79875 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 6149 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 38101 / 79875,0 = 0,48 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 169,3 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 1457 / 6149 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 48,6 N/mm^2

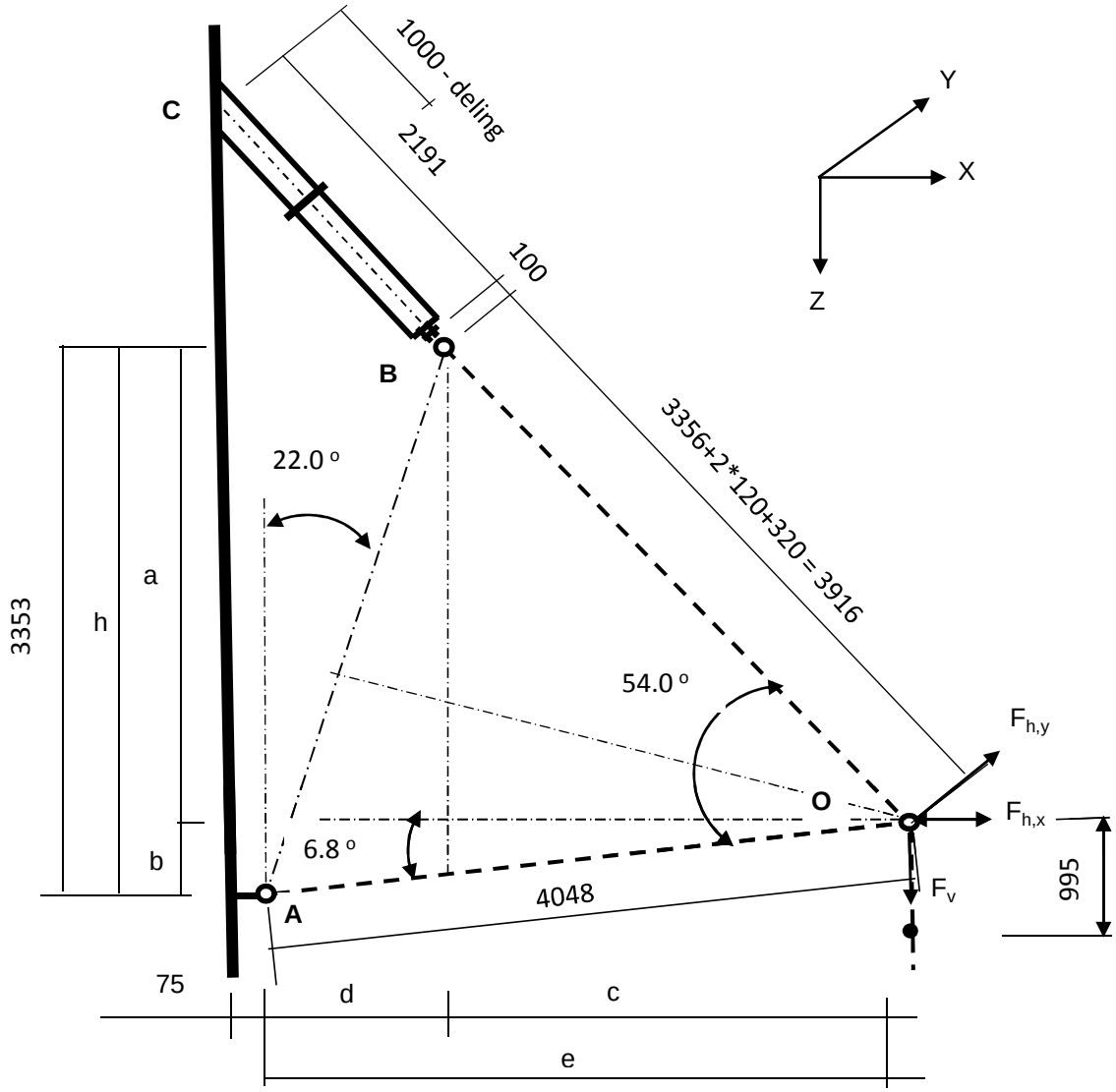
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (169,3^2 + 3*48,6^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 189 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening V-brace - 380 kV

9.1.1 - Berekening uithouder V-brace - 380 kV



Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV 002 - Appendix Q
Afmeting en hoeken van de V-brace : Conform tekening SEFAG 180 480-099 en tekening KEMA 74104749-40-005 (14-01-2014)

A - Belastinggeval wind / ijs

	AHEAD			BACK		
	$F_{h,x}$	$F_{h,y}$	F_v	$F_{h,x}$	$F_{h,y}$	F_v
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	43378	264457	17059	43378	-264457	17059
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	29439	267163	29382	29439	-267163	29382
BG 1a - (+wind (45 gr))	22543	183132	17049	25846	-195119	17051
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	18822	244963	29377	20489	-247581	29378

$F_{h,x}$ = Transverse kracht
$F_{h,y}$ = Longitudinale kracht
F_v = Verticale kracht

	F_v (N)		$F_{h,x}$ (N)	$F_{h,y}$ (N)
BG 1a - (wind (90 gr))	34118	±	86756	0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	58764	±	58878	0
BG 1a - (wind (45 gr))	34100	±	48389	-11987
BG 3 - (wind (45) + ijs)	58755	±	39311	-2618

a =	2873	mm	b =	479	mm
h =	3353	mm	c =	2661	mm
d =	1359	mm	e =	4020	mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

	$R_{X,A,Ed}$ kN	$R_{y,A,Ed}$ kN	$R_{z,A,Ed}$ kN	$R_{X,B,Ed}$ kN	$R_{y,B,Ed}$ kN	$R_{z,B,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	49,7	0,00	-5,9	37,1	0,00	40,0
BG 1a - (-wind (90 gr))	-106,6	0,00	12,7	19,8	0,00	21,4
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	4,0	0,00	-0,5	54,9	0,00	59,2
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	-102,0	0,00	12,2	43,2	0,00	46,6
BG 1a - (+wind (45 gr))	15,1	-10,27	-1,8	33,2	-1,71	35,9
BG 1a - (-wind (45 gr))	-72,0	-10,27	8,6	23,6	-1,71	25,5
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	-13,6	-2,24	1,6	52,9	-0,37	57,1
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	-84,4	-2,24	10,1	45,1	-0,37	48,7

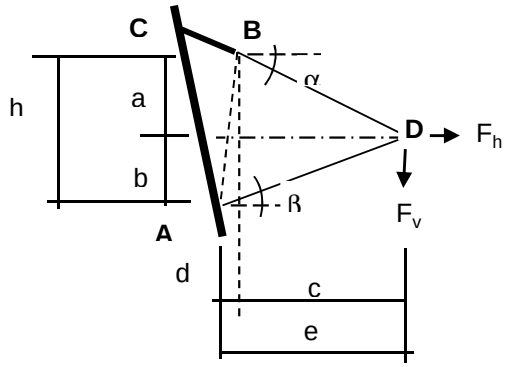
Ter plaatse van aansluiting buis aan mast (punt C)

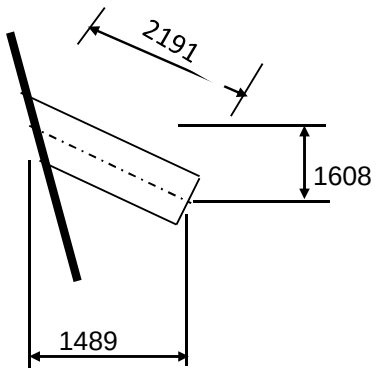
	$R_{x,C,Ed}$ kN	$R_{y,C,Ed}$ kN	$R_{z,C}$,Ed kN	$M_{y;C,Ed}$ kNm	$M_{z,C,Ed}$ kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	37,08	0,00	40,04	0,00	0,00
BG 1a - (-wind (90 gr))	19,82	0,00	21,41	0,00	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	54,86	0,00	59,24	0,00	0,00
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	43,15	0,00	46,60	0,00	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	33,25	-1,71	35,91	0,00	-2,55
BG 1a - (-wind (45 gr))	23,63	-1,71	25,51	0,00	-2,55
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	52,91	-0,37	57,13	0,00	-0,56
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	45,09	-0,37	48,69	0,00	-0,56

B - Belastinggeval bundelbreuk

	F_v (N)	F_h (N))*
BG 1a / 1,2	28432	60000

)* - Zie rapoportage Kema 18 maart 2011



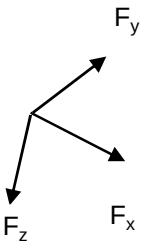


a =	1663	mm	b =	1954	mm
h =	3617	mm	c =	3719	mm
d =	0	mm	e =	3719	mm

Belasting geval bundelbreuk

$F_{h,Ed}$ =	60,00	kN	$F_{v,Ed}$ =	28,43	kN		
$R_{H,A,Ed}$ =	-1,64	kN		$R_{V,A,Ed}$ =	-0,86	kN	
$R_{H,B,Ed}$ =	61,64	kN		$R_{V,B,Ed}$ =	27,57	kN	

Ter plaatse van aansluiting isolator aan de steunarm (punt B)



$F_{y,Ed} = R_{H,B,Ed}$ =

$F_{z,Ed} = R_{V,B,Ed} * Cos16,3^o * Cos47,2^o - R_{V,B,Ed} * Sin16,3^o * Sin47,2^o$ =

$F_{x,Ed} = R_{V,B,Ed} * Cos16,3^o * Sin47,2^o - R_{V,B,Ed} * Sin16,3^o * Cos47,2^o$ =

$F_{y,Ed}$ =	61,64	kN
$F_{z,Ed}$ =	9,76	kN
$F_{x,Ed}$ =	25,78	kN

Lokaal assenstelsel

Ter plaatse van aansluiting steunarm aan de mast (punt C)

N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
25,78	61,64	9,76	91,76	21,39	135,05

Buis Ø323,9 * 12,5 - S355 ;

A =	12229	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y / 1,5$ =	2894	kN
$W_y = W_z$ =	9,17E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y / 1,5$ =	217,0	kNm
W_x =	1,83E+06	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y / 1,5$ =	217,0	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 1,5 * 3^{0,5}$ =	250,5	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 1,5*3^{0,5}$ =	835,5	kN

BG 3 - (+wind + ijs)

N_{Ed} = { $54,9^2$ + $59,2^2$ }^{0,5} = 80,74 kN

N_{Ed} / N_{Rd} = 80,74 / 2894 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 6,6 N/mm^2

BG 1a - (+wind (45 gr))

$M_{y,Ed}$ =	2,55	kNm ;	$\sigma_{b,y}$ =	2,8	N/mm^2
N_{Ed} =	48,94	kN ;	σ_N =	4,0	N/mm^2
			σ_{max} =	6,8	N/mm^2

Belasting geval bundelbreuk

N_{Ed} / N_{Rd} =	25,78	/	2894	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		2,1	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	21,39	/	217	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		23,3	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	135,05	/	217	=	0,62	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		147,3	N/mm^2
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	91,76	/	251	=	0,37	< 1,0 -- Voldoet
			τ_w =		50,0	N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 61,64 / 835 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 10,1 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 9,76 / 835 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 1,6 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max} = \{ 23,3^2 + 149,4^2 \}^{0,5} = 151,2$ N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 175 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

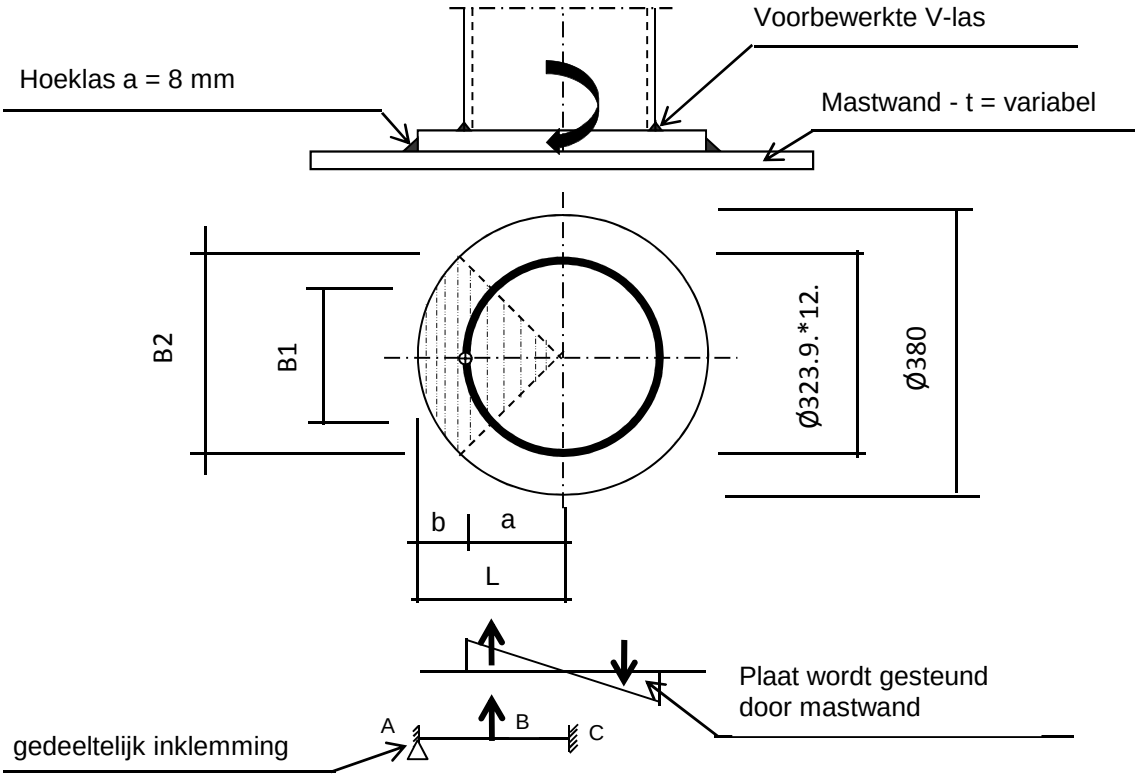
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat V-brace



Plaat rond 380 * 25 - S355

Buis Ø323,9 * 12,5 - S355 ;

A =	12229	mm^2
W =	916735	mm^3
I =	148465296	mm^4
R =	162	mm

Hoeklas a= 8,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{Ed} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5}$

M_{Ed} = 136,7 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 389,2 kN

a = R_{buis} = 162,0

b = R_{pl} - a = 28,1

B1 =	229,0	mm ;	Boog B1 =	254	mm
B2 =	268,7	mm ;	Boog B2 =	298	mm

Percentage inklemming= a_{las} / t_{pl} = 32,0%

Percentage vrij oplegging = 68,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 — 0,00 kNm

$M_{B;Ed}$ = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) = 8,52 kNm

$R_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * a^2 / $2.L^3$)* (b + 2.L) = 303,6 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) = 7,93 kNm

$M_{B;Ed}$ = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) = 2,34 kNm

$R_{A;Ed}$ = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) = 366,3 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed}$ = 0,0 * 68,0% + 7,9 * 32,0% = 2,54 kNm

$M_{B;Ed}$ = 8,5 * 68,0% + 2,3 * 32,0% = 6,54 kNm

$R_{A;Ed}$ = 303,6 * 68,0% + 366,3 * 32,0% = 323,7 kN

$M_{A;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B2 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 11,04 kNm

$M_{B;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B1 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 9,41 kNm

$M_{A,Ed}$ / $M_{A,Rd}$ = 2,54 / 11,04 = 0,23 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A}$ = 54,4 N/mm^2

$M_{B,Ed}$ / $M_{B,Rd}$ = 6,54 / 9,41 = 0,70 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B}$ = 164,6 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

V_{Ed} = 323,7 kN

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B2 = 43,4 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B1 = 50,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max}$ = $\{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5}$ = 186,7 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen hoeklas a = 8 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 120,3 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 95,9 N/mm^2

$\sigma_{1,max} =$ 120,3 + 95,9 = 216,1 N/mm^2

$\tau_{1,max} =$ 120,3 - 95,9 = 24,4 N/mm^2

$\tau_2 = 0$

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5} =$ 220,2 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 220,2 / 302,2 = 0,73 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 216,1 / 244,8 = 0,88 < 1,0 -- Voldoet

9.1.2 - Controle capaciteit van de aansluiting - uithouder V-brace aan mast

A - Aansluiting op 56,549 m hoogte (380 kV op 51,0m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	511	12,0	18822	S355	355	2295451
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,74

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 21,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 6,29 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 26,89 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,03 of n_p = -0,032

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,99

$M_{ip,1,Rd}$ = 400,1 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 541,7 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 21,39 / 400,1 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 163,1 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 163,1 = 0,83 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 736,4 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 163,1 = 0,83 < 1,0 -- Voldoet

B - Aansluiting op 46,5496 m hoogte (380 kV op 41m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	761	15,0	35167	S355	355	6434268
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,50

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 25,4

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 65,92 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 834,81 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,37 of n_p = -0,360

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,85

$M_{ip,1,Rd}$ = 392,5 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 677,1 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 21,39 / 392,5 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 145,9 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 145,9 = 0,93 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 920,6 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 145,9 = 0,93 < 1,0 -- Voldoet

C - Aansluiting op 36,549 m hoogte (380 kV op 31,0m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1011	18,0	56168	S355	355	13703604
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,38

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 28,1

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 145,31 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 2673,24 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,56 of n_p = -0,542

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,74

$M_{ip,1,Rd}$ = 390,8 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 812,5 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 21,39 / 390,8 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 157,0 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 157,0 = 0,86 < 1,0 -- Voldoet

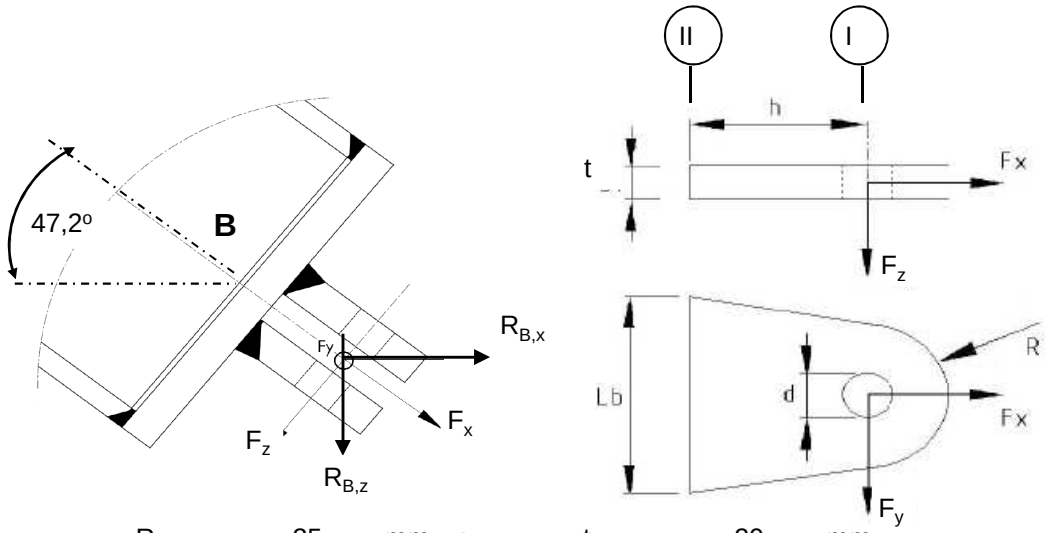
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 1104,7 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 157,0 = 0,86 < 1,0 -- Voldoet

9.1.3 Berekening clips 14,5 - clips op einde buis Ø 323,9*12,5



R =	35	mm ;	t =	20	mm
Lb =	200	mm ;	d =	24	mm
h =	40	mm ;	Las =	voorbewerkt	mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

	$R_{X,B,Ed}$ kN	$R_{y,B,Ed}$ kN	$R_{z,B,Ed}$ kN	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	37,08	0,00	40,04	54,57	0,00	0,000
BG 1a - (-wind (90 gr))	19,82	0,00	21,41	29,18	0,00	0,000
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	54,86	0,00	59,24	80,74	0,00	0,000
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	43,15	0,00	46,60	63,51	0,00	0,000
BG 1a - (+wind (45 gr))	33,25	-1,71	35,91	48,94	-1,71	0,000
BG 1a - (-wind (45 gr))	23,63	-1,71	25,51	34,77	-1,71	0,000
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	52,91	-0,37	57,13	77,87	-0,37	0,000
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	45,09	-0,37	48,69	66,36	-0,37	0,000
BG bundelbreuk	0,00	61,64	27,57	25,78	61,64	9,762

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 40,4 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 44 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	4000	mm^2	$N_{Rd} = A * F_y$ =	947 kN
W_y =	1,33E+05	mm^3	$M_{y,Rd} = W_y * F_y$ =	31,6 kNm
W_z =	1,33E+04	mm^3	$M_{z,Rd} = W_z * F_y$ =	3,2 kNm
			$V_{Rd} = A* F_y / 3^{0,5}$ =	546,6 kN

Maatgevend belastinggeval bundelbreuk.

Per clip:

N_{Ed} =	12,89	kN	$M_{z,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,390	kNm
$V_{z,Ed}$ =	9,76	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	1,233	kNm
$V_{y,Ed}$ =	30,82	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	12,89	/	947	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		3,2	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,23	/	32	=	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		9,2	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	0,39	/	3,2	=	0,12	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		29,3	N/mm^2
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	9,76	/	547	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		2,4	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	30,82	/	547	=	0,06	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		7,7	N/mm^2

$\sigma_{b,max}$ = 41,8 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 44 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

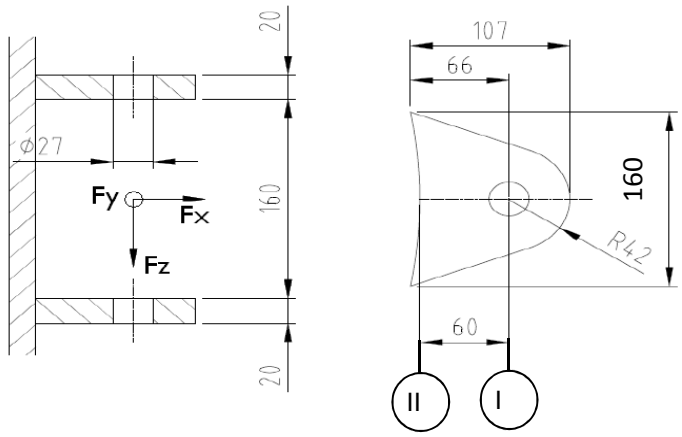
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.1.4 - Berekening clips 15 - bevestigingspunt druk isolator



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	160	mm	;	d =	27	mm
h =	60	mm	;	a las =	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$ en $F_{y,Ed}$ worden gelijkmatig verdeeld over de bovenste en onderste clip.
$F_{z,Ed}$ wordt volledig opgenomen door de onderste clip.

	$R_{X,A,Ed}$ kN	$R_{y,A,Ed}$ kN	$R_{z,A,Ed}$ kN	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	49,68	0,00	-5,92	49,68	0,00	5,92
BG 1a - (-wind (90 gr))	-106,58	0,00	12,71	106,58	0,00	12,71
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	4,02	0,00	-0,48	4,02	0,00	0,48
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	-102,03	0,00	12,17	102,03	0,00	12,17
BG 1a - (+wind (45 gr))	15,14	-10,27	-1,81	15,14	10,27	1,81
BG 1a - (-wind (45 gr))	-72,01	-10,27	8,59	72,01	10,27	8,59
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	-13,60	-2,24	1,62	13,60	2,24	1,62
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	-84,40	-2,24	10,06	84,40	2,24	10,06
BG bundelbreuk	0,00	-1,64	-0,86	0,00	1,64	0,86

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{x,Ed}^2$)^{0,5} = 53,3 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 47 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	3200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	757 kN
W_y =	8,53E+04	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	20,2 kNm
W_z =	1,07E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	2,5 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	437,2 kN

Maatgevend belastinggeval BG 1a - (-wind 90 gr)

N_{Ed} =	53,29	kN	$M_{z,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,763	kNm
$V_{z,Ed}$ =	12,71	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	0,000	kNm
$V_{y,Ed}$ =	0,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	53,29	/	757	=	0,07	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		16,7	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	0,76	/	2,5	=	0,30	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		71,5	N/mm^2
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	12,71	/	437	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		4,0	N/mm^2

$\sigma_{max} = \sigma_{b,z} + \sigma_N$ = 88,1 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 88 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 160 mm

a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{z,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 26,6 + 32,7 = 59,3 kN

σ_1 =		52,4	N/mm^2
τ_1 =		52,4	N/mm^2
τ_2 =	0		
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	104,9	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	104,9	/	302,2	=	0,35	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	52,4	/	244,8	=	0,21	< 1,0 -- Voldoet

9.1.5 - Berekening deling van de steunarm

Deling op één meter afstand van de mast

Afstand tot schanierpunt = 2191 - 1000 = 1191 mm

N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
25,78	61,64	9,76	49,88	11,63	73,41

$M_{Ed} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 74,3 kNm

$V_{Ed} = (V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 62,4 kN

Verbinding met 8 bouten M24 - 8,8 : $F_{t,Rd} =$ 203,3 kN

$F_{v,Rd} =$ 135,6 kN

diameter Stc :	390	mm
uitwendige diameter flens :	450	mm
flensdikte	20	mm
Materiaal - S 355 ; $f_y = 355 / \gamma_{m;extra}$	237	N/mm^2

$F_{v,Ed} = V_{Ed} / n + 2* M_{x,Ed} / n * d_{stc} =$ 39,8 kN

$F_{t,Ed} = M_{Ed} * a / I_p + N_{Ed} / n =$ 98,5 kN

$F_{t,Ed} / F_{t,Rd} =$ 98,51 / 203 = 0,48 < 1,0 -- Voldoet

$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} =$ 39,78 / 136 = 0,29 < 1,0 -- Voldoet

$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4.F_{t,Rd} =$ 0,64 < 1,0 -- Voldoet

Controle flens:

$t_{flens} =$ 20,00 mm

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1,25*e ; 2*\pi*m) =$ 153,2 mm

m = 27,4 mm

n = 30,0 mm

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y =$ 3624613 Nmm

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m =$ 264,6 kN

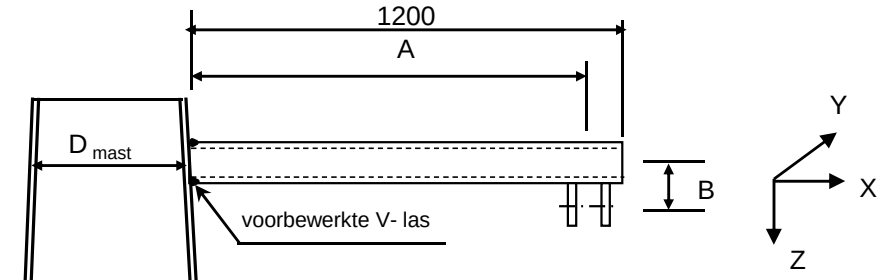
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t,Rd,b}) / (m + n) =$ 169,4 kN

Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t,Rd,b} =$ 203,3 kN

$F_{t,Rd,min} =$ 169,4 kN

$F_{t,Ed} / F_{t,Rd,min} =$ 0,58 < 1,0 -- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	1090	mm
B =	129	mm
D_{mast} =	505	mm
t_{mast} =	12	mm
Hoogte:	56,784	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; $f_y = 355 / \gamma_{m;extra} = 236,7$ N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV 002 - Appendix Q

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	7398	42270	2228	7398	-42270	2228
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	8678	68065	9247	8678	-68065	9247
BG 1a - (+wind (45 gr))	3719	27068	2227	4308	-29443	2227
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	5332	62378	9245	5860	-63049	9245

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	14,796	0	4,456	0,00	6,77	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	17,356	0	18,494	0,00	22,40	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	8,027	2,375	4,454	0,31	5,89	2,59
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	11,192	0,671	18,49	0,09	21,60	0,73

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A + F_{x,Ed} * B$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	22,40	/	36	=	0,61	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		145,3	N/mm^2
N_{Ed} / N_{Rd} =	17,36	/	953	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		4,3	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	18,49	/	275	=	0,07	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		9,2	N/mm^2

Maximale spanning

σ_{max} = 145,3 + 4,3 = 149,6 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$

σ_{vlg} = 150 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	505,4	12,0	18601	S355	355	2241249
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,33

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 21,1

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 6,29 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 26,89 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,03 of n_p = -0,033

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,99

$M_{ip,1,Rd}$ = 42,1 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 46,4 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 22,40 / 42,1 = 0,53 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 21,0 kNm

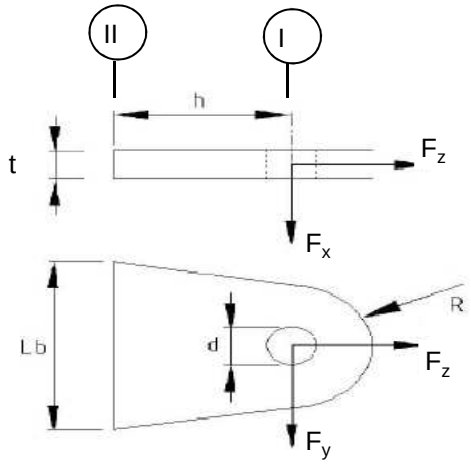
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 46,4 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,59 / 21,0 = 0,12 < 1,0 -- Voldoet

9.2,2 - Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	120	mm ;	d =	27	mm
h =	78	mm ;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	14,80	0,00	4,46
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	17,36	0,00	18,49
BG 1a - (+wind (45 gr))	8,03	2,38	4,45
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	11,19	0,67	18,49

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{z,Ed}^2$)^{0,5} = 9,3 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =	137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =	8	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2400	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	568 kN
W_x =	4,80E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	11,4 kNm
W_y =	8,00E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	1,9 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	327,9 kN

Maatgevend BG 3 - (wind 90 gr. + ijs)

N_{Ed} =	9,25	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{x,Ed}$ * h =	0,677	kNm
$V_{x,Ed}$ =	8,68	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	9,25	/	568	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		3,9	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	0,68	/	1,9	=	0,36	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		84,6	N/mm^2
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	8,68	/	328	/	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			τ_x =		3,6	N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = ((\sigma_{b,y} + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 89 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 120 mm

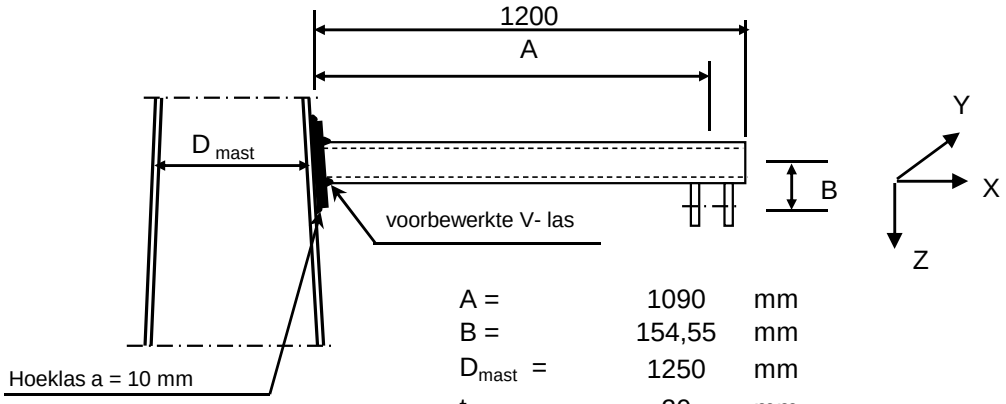
a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{y,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 4,6 + 29,0 = 33,6 kN

σ_1 =	39,6	N/mm^2	
τ_1 =	39,6	N/mm^2	
τ_2 = 0			
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	79,3	N/mm^2	
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 79,3 / 302,2 =	0,26	< 1,0 -- Voldoet	
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 39,6 / 244,8 =	0,16	< 1,0 -- Voldoet	

9.3 - Berekening draagarm "Passieve Loop geleider"



A =	1090	mm
B =	154,55	mm
D_{mast} =	1250	mm
t_{mast} =	20	mm
Hoogte:	27	m

Buisgegevens

Buis Ø219,7 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

A =	5306	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	1256	kN
$W_y = W_z$ =	2,70E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	63,9	kNm
W_x =	5,40E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	63,9	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	73,8	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	362,5	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV 002 - Appendix Q

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	10456	67128	4620	10456	-67128	4620
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	13366	129367	18679	13366	-129367	18679
BG 1a - (+wind (45 gr))	5531	47908	4618	6308	-50647	4618
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	8939	123915	18677	9640	-124532	18677

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	20,912	0	9,24	0,00	13,30	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	26,732	0	37,358	0,00	44,85	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	11,839	2,739	9,236	0,42	11,90	2,99
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	18,579	0,617	37,354	0,10	43,59	0,67

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A + F_{x,Ed} * B$;

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	44,85	/	64	=	0,70	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		166,0	N/mm^2
N_{Ed} / N_{Rd} =	26,73	/	1256	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		5,0	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	37,36	/	362	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		14,1	N/mm^2

Maximale spanning

σ_{max} = 166,0 + 5,0 = 171,1 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$

σ_{vlg} = 173 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

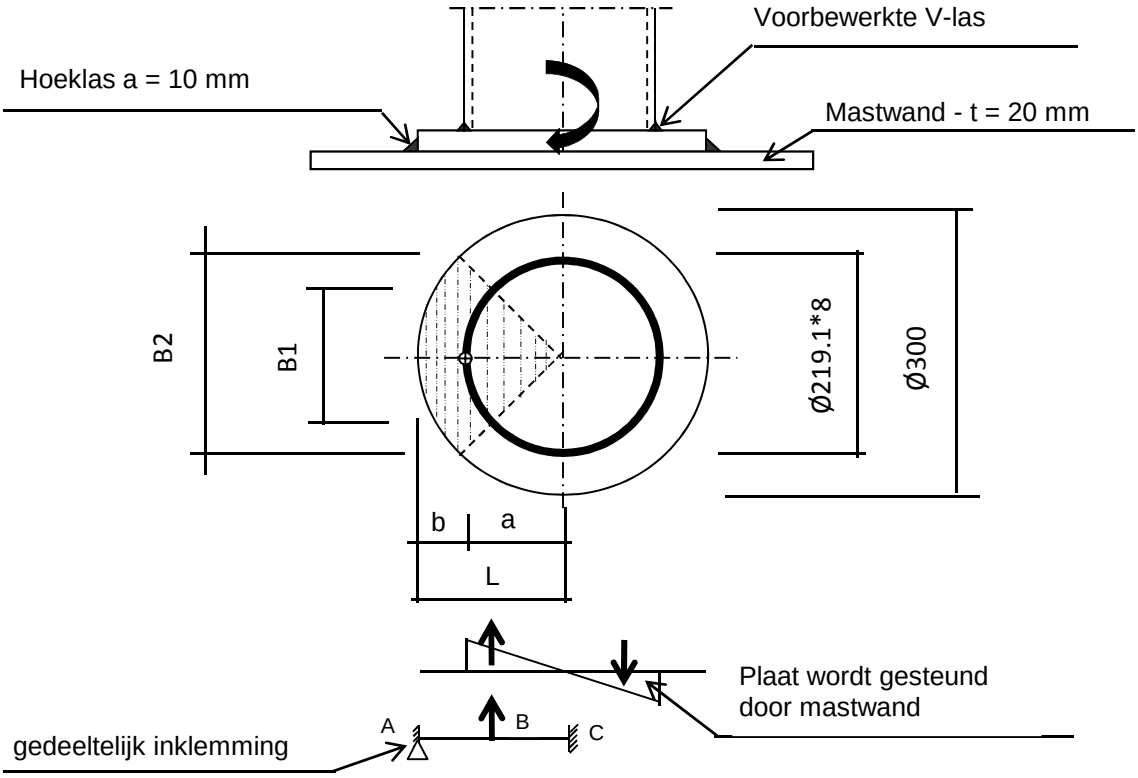
γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 219,1*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond 300 * 20 - S355

Buis Ø219,1 * 8 - S355 ; A = 5306 mm^2
W = 270163 mm^3
I = 29596329 mm^4
R = 110 mm

Hoeklas a= 10,0 mm
$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

M_{Ed} = 44,9 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^{o}))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 188,0 kN

a = R_{buis} = 109,6
b = R_{pl} - a = 40,5

B1 = 154,9 mm ; Boog B1 = 172 mm
B2 = 212,1 mm ; Boog B2 = 236 mm

Percentage inklemming = a_{las} / t_{pl} = 50,0%
Percentage vrij oplegging = 50,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 0,00 kNm
$M_{B;Ed}$ = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) = 4,60 kNm
$R_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) = 113,8 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed} = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) =$ 4,06 kNm

$M_{B;Ed} = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) =$ 2,19 kNm

$R_{A;Ed} = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) =$ 154,3 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed}$ = 0,0 * 50,0% + 4,1 * 50,0% = 2,03 kNm

$M_{B;Ed}$ = 4,6 * 50,0% + 2,2 * 50,0% = 3,39 kNm

$R_{A;Ed}$ = 113,8 * 50,0% + 154,3 * 50,0% = 134,0 kN

$M_{A;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B2} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 5,58 kNm

$M_{B;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B1} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 4,07 kNm

$M_{A,Ed} / M_{A,Rd}$ = 2,03 / 5,58 = 0,36 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A} =$ 86,1 N/mm^2

$M_{B,Ed} / M_{B,Rd}$ = 3,39 / 4,07 = 0,83 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B} =$ 197,3 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

$V_{Ed} =$ 134,0 kN

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B2} =$ 28,4 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B1} =$ 38,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max} = \{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5} =$ 208,5 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} =$ 245 N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 121,7 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 40,2 N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	121,7	+	40,2	=	161,9	N/mm^2
$\tau_{1,max}$ =	121,7	-	40,2	=	81,5	N/mm^2

$\tau_2 = 0$

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 214,8 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	214,8	/	302,2	=	0,71 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	161,9	/	244,8	=	0,66 < 1,0 -- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1250,0	20,0	77283	S355	355	23390527
Plaat	300,0		70686	S355	355	2650719

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,24

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 31,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 250,57 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 5307,19 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,65 of n_p = -0,630

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,68

$M_{ip,1,Rd}$ = 125,6 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 246,0 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 44,85 / 125,6 = 0,36 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 64,7 kNm

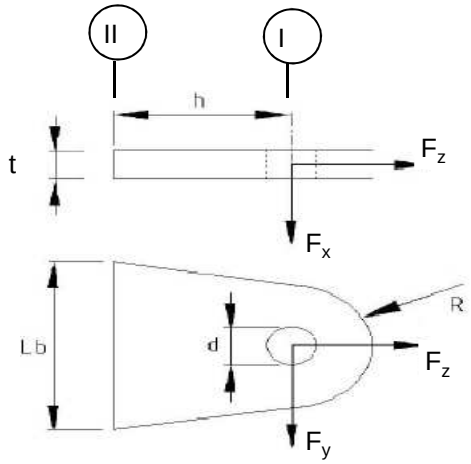
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 246,0 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,99 / 64,7 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

9.3.2 - Berekening clip draagarm Passieve Loop geleider (clip 5.4)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	120	mm ;	d =	27	mm
h =	62	mm ;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	20,91	0,00	9,24
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	26,73	0,00	37,36
BG 1a - (+wind (45 gr))	11,84	2,74	9,24
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	18,58	0,62	37,35

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = 0,5 * ($F_{y,Ed}^2$ + $F_{z,Ed}^2$)^{0,5} = 18,7 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =	137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =	16	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2400	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	568 kN
W_x =	4,80E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	11,4 kNm
W_y =	8,00E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	1,9 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	327,9 kN

Maatgevend BG 3 - (wind 90 gr. + ijs)

N_{Ed} =	18,68	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h =	0,829	kNm
$V_{z,Ed}$ =	13,37	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	18,68	/	568	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		7,8	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	0,83	/	1,9	=	0,44	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		103,6	N/mm^2
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	13,37	/	328	/	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		5,6	N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = ((\sigma_{b,y} + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2_x)^{0,5}$

σ_{vlg} = 112 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 120 mm

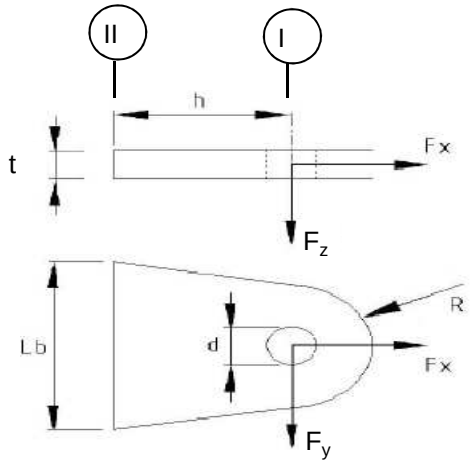
a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{y,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 9,3 + 35,5 = 44,9 kN

σ_1 =	52,9	N/mm^2	
τ_1 =	52,9	N/mm^2	
τ_2 = 0			
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	105,7	N/mm^2	
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 105,7 / 302,2 =	0,35	< 1,0 -- Voldoet	
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 52,9 / 244,8 =	0,22	< 1,0 -- Voldoet	

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm ;	t =	20	mm
Lb =	110	mm ;	d =	27	mm
h =	55	mm ;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 60 kN	42,43	42,43	0,00
of	0,00	60,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 60,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 36 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,7	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	42,43	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,333	kNm
$V_{y,Ed}$ =	42,43	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 42,43 / 521 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 19,3 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 2,33 / 10 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 57,9 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 42,43 / 301 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 19,3 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 19,3 + 57,9 } = 77,1 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 84 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN
$V_{y,Ed}$ = 60,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 3,300 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 3,30 / 10 = 0,35 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 81,8 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 60,00 / 301 = 0,20 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 27,3 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 94 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1912,5	22,0	130662	S355	355	61052011
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,06 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,06

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 540,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 14824,9 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,70 of $n_p =$ -0,672

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,65

$N_{1,Rd} =$ 375,4 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 42,43 / 375,4 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 41,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 2,33 / 41,3 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

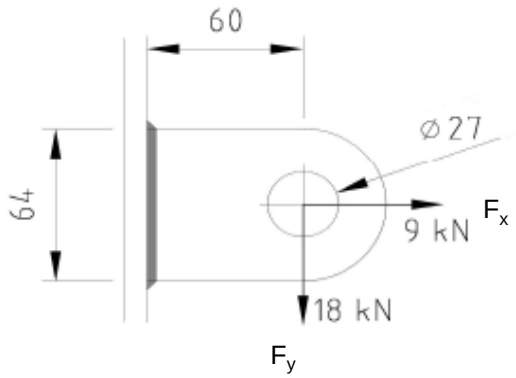
Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 42,43 kN ; $M_{1,Ed} =$ 2,333 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1543 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 6012 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8



R =	32	mm ;	t =	20	mm	
Lb =	64	mm ;	d =	27	mm	
h =	60	mm ;	a las =	5	mm - hoeklas	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN
N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 9,00 / 303 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 7,0 N/mm^2

$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ = 1,08 / 3 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 79,1 N/mm^2

$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ = 18,00 / 175 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 14,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_2 = 0			28,1	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		248,4	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	248,4 /	302,2 =	0,82	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	121,8 /	244,8 =	0,50	< 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 29.987 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1175,3	18,0	65445	S355	355	18649855
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,05 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,05

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 217,4 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 4421,0 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,68 of $n_p =$ -0,658

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,66

$N_{1,Rd} =$ 256,2 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 256,2 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 16,4 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 16,4 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

Clip op 49,987 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	675,3	12,0	25007	S355	355	4074549
1	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,09 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,09

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 53,1 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 512,4 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,36 of $n_p =$ -0,348

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,85

$N_{1,Rd} =$ 148,8 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 148,8 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 9,5 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 9,5 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

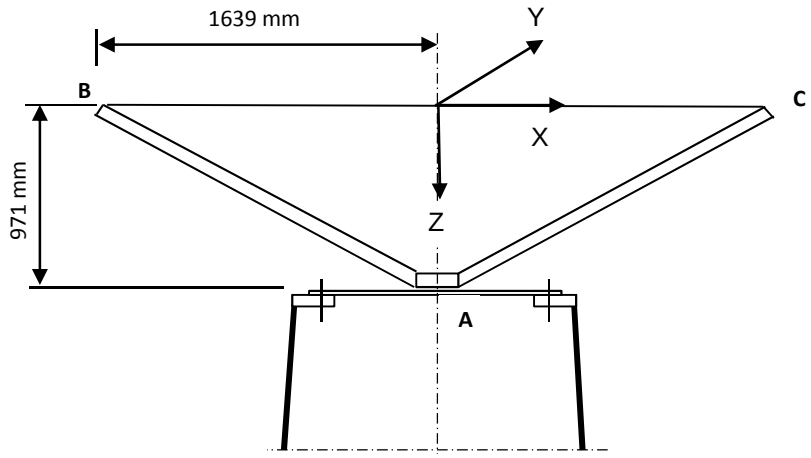
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



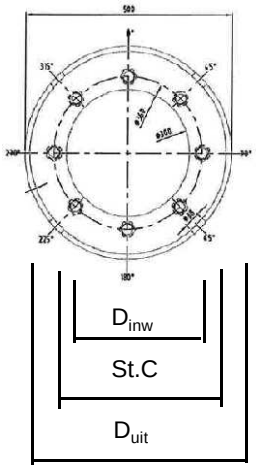
Buis rond 500 * 12

Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed}$ = $F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;



D-uitwendig	500	mm
D-inwendig	300	mm
StC	360	mm
plaat dikte t =	30	mm
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2
Aantal bouten	8	
BoutenM24 - 8,8		

M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03	/ 1,5	=	135,4	kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36	/ 1,5	=	90,2	kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

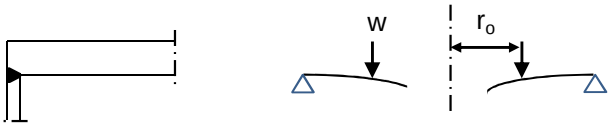
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

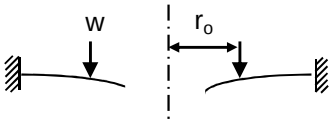
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} =	40,0%
Percentage vrij oplegging =	60,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ =	519230769
$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ =	0,3859
$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ =	0,9733
$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ =	0,4853
$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ =	0,0031
$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ =	0,0316
$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ =	0,2144
$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor r = r_o =	0,1668
$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ =	0,0001
M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ =	615 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 14040 Nmm/mm'

$M_{ra;max,Ed}$ = 14655 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'

Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 14655 / 35500 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 97,7 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 102 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 12 - S355 ;

A = 18397 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 6531 kN

$W_y = W_z$ = 2,19E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 778,1 kNm

N_{Ed} = 35 kN

$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 6531 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 1,9 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 778 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 32,8 N/mm^2

σ_{max} = 34,7 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

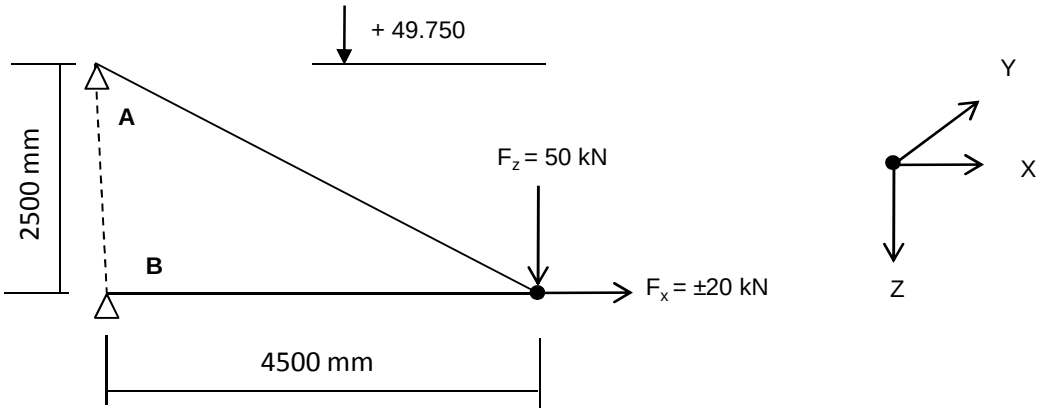
Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

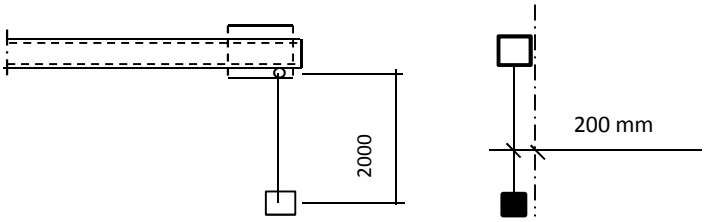
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening clips voor 4,5m hijsbalk

9.7.1 - Hijsbalk op 55,75 / 53,25



Excenticiteit van de verticale last is 200 mm



Ten gevolge van excentriciteit :

$F_{y;Ed} = F_{z;Ed} * \text{Tan}\alpha$; $\alpha = 5{,}7^o$

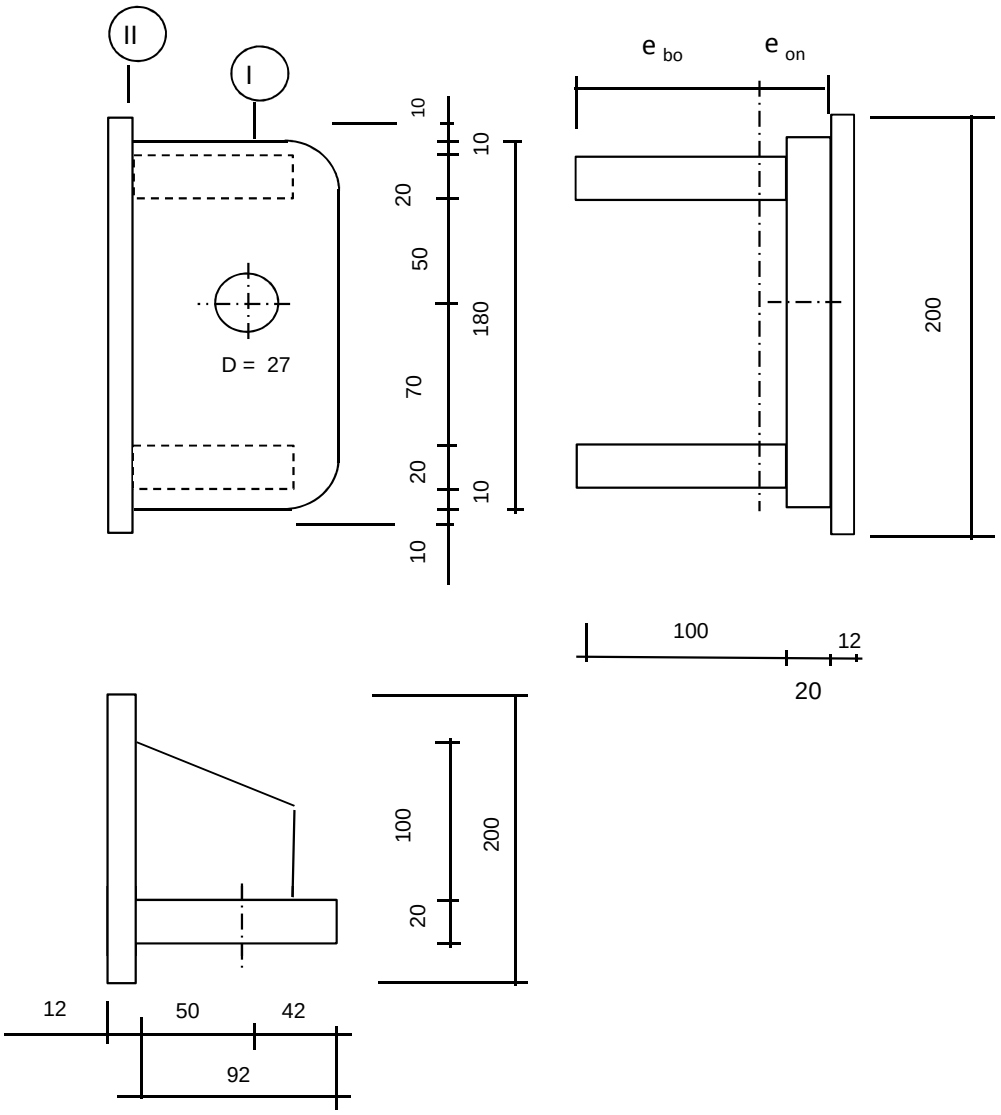
Speling t.p.v. verbinding is 2 mm over 82 mm.
De verplaatsing t.p.v. last is $\delta = 2*4500 / 82 = 110$ mm

α = boogtan ((200-110) / 2000 = 2,6°

$F_{y;Ed}$ = 2,3 kN

$R_{z,Ed,A}$ =	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-90	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	70	kN
$M_{z,Ed,A}$ =	4,03	kNm	$M_{z,Ed,B}$ =	6,12	kNm
of					
$R_{z,Ed,A}$ =	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-90	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	110	kN
$M_{z,Ed,A}$ =	4,03	kNm	$M_{z,Ed,B}$ =	6,12	kNm

9.7.1.1 - Berekening clip



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	180	mm ;	d =	27	mm
h =	50	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

A =	7600	mm^2			
I_y =	9,85E+06	mm^4 ;	W_y =	1,09E+05	mm^3
e_o =	41,58	mm ;	$W_{z,min}$ =	1,31E+05	mm^3
e_b =	78,42	mm ;	$W_{z,max}$ =	2,47E+05	mm^3
I_z =	1,03E+07	mm^4 ;			

$N_{Rd} = A * f_y$ =	1799	kN
$M_{y,Rd} = W_y * f_y$ =	25,9	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	31,0	kNm
$V_{Rd} = L_b * t * f_y / 3^{0,5}$ =	491,9	kN

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
90,00	50,00
0,00	110,00

Per clip: $F_{Ed;max} = (F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 110,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 96 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

N_{Ed} = 90,00 kN

$V_{z,Ed}$ = 50,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * e$ = 3,4 kNm (e = 10 mm)

$M_{z,Ed} = 8,94 + N_{Ed} * (e_o - t/2)$ 6,87 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	90,00	/	1799	=	0,05	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		11,8 N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	3,40	/	26	=	0,13	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		31,1 N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	6,87	/	31	=	0,22	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		52,5 N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	50,00	/	492	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		13,9 N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 11,8 + 24,2 + 52,5 } = 88,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 92 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 110,00 kN

$V_{z,Ed}$ = 0,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * e$ = 1,1 kNm (e = 10 mm)

$M_{z,Ed} = 13,56 + N_{Ed} * (e_o - t/2)$ 9,59 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	110,00	/	1799	=	0,06	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		14,5 N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,10	/	26	=	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		10,0 N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	9,59	/	31	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		73,2 N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 14,5 + 7,8 + 73,2 } = 95,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 96 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

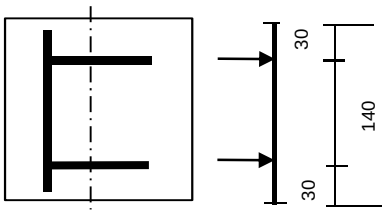
$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			125,1	N/mm^2
τ_1 =			125,1	N/mm^2
τ_2 =			27,8	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		254,8	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	254,8 /	302,2 =	0,84	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	125,1 /	244,8 =	0,51	< 1,0 -- Voldoet

of

σ_1 =			135,1	N/mm^2
τ_1 =			135,1	N/mm^2
τ_2 =			0,0	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		270,2	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	270,2 /	302,2 =	0,89	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	135,1 /	244,8 =	0,55	< 1,0 -- Voldoet

Versterkingsplaat 200 * 200 * 12 - S355



$F = \sigma_{max} * t * e_b / 4$

σ_{max} =	95,5	N/mm^2
t =	20	mm
e_b =	78,42	mm
F =	37,45	kN

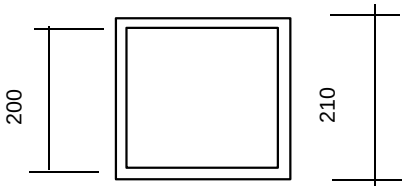
$M_{y,Ed,max} = (F * 30 * (200 - 30) / 200) * 10^{-3} =$ 0,96 kNm

$M_{y,Rd} = W_y * f_y = ((1/6) * 200* 12^2 * 355 / 1,5) * 10^{-6} =$ 1,136 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 0,96 / 1,14 = 0,84 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 199,0 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom



A_{las} =	4100	mm^2
W_{las} =	273659	mm^3

N_{Ed} =	110,00	kN ;	σ_N =	26,8	N/mm^2
$M_{y,Ed}$ =	1,1	kNm ;	$\sigma_{b,y}$ =	4,0	N/mm^2
$M_{z,Ed}$ =	9,59	kNm ;	$\sigma_{b,z}$ =	35,1	N/mm^2

$\sigma_{b,max} =$ 65,9 N/mm^2

σ_1 =	65,9	N/mm^2
τ_1 =	65,9	N/mm^2
τ_2 =	0,0	N/mm^2
$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	131,8	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 131,8 / 302,2 = 0,44 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 65,9 / 244,8 = 0,27 < 1,0 -- Voldoet

9.7.1.2 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +55,750 / 53,250

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	594	12,0	21931	S355	355	3126522
plaat	210,0	5,0	4100	S355	355	273659

$N_{i,Rd} = k_p * f_{y0} * t^2_0 * (4 + 20*\beta^2) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$;

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0$ $h_i / d_0 =$ 0,35

$\beta = b_i / d_0$ $b_i / d_0 =$ 0,35

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 10,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 46,9 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,04 of $n_p =$ -0,041

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,99

$N_{1,Rd} =$ 237,9 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 110,00 / 237,9 = 0,46 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 25,0 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 9,59 / 25,0 = 0,38 < 1,0 -- Voldoet

$M_{ip,i,Rd} =$ 50,0 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,40 / 50,0 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

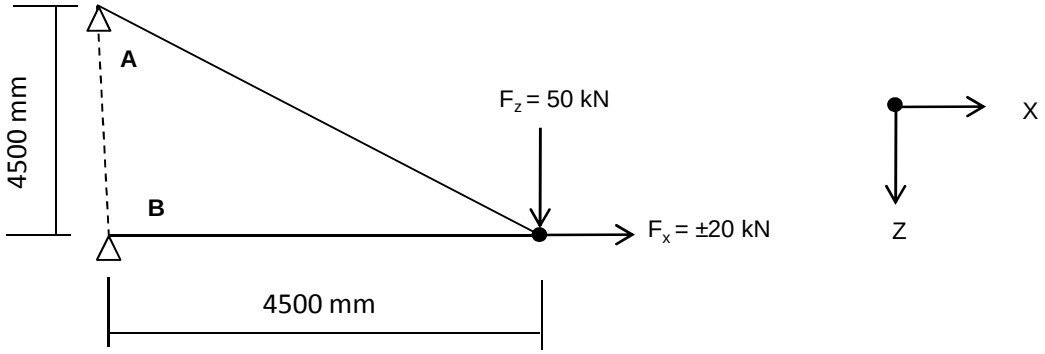
$N_{1,Ed} =$ 110,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 9,594 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 309 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

9.7.2 - Hijsbalk op 51,33 / 46,83 en 41,33 / 36,83

Hijsbalk 4,5m op 51,33 / 46,83 en 41,33 / 36,83

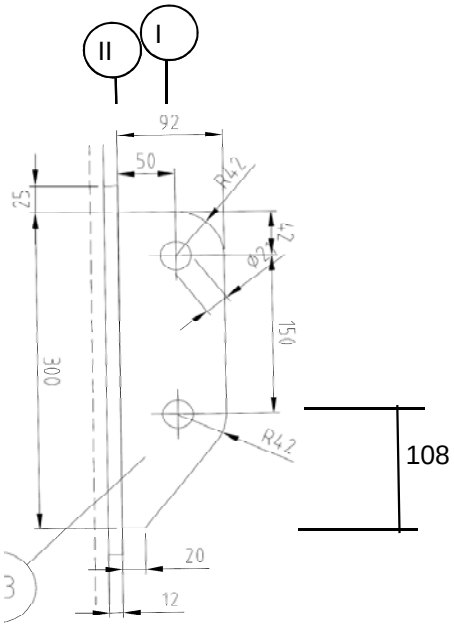


$R_{z,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	30,0	kN

of

$R_{z,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	70,0	kN

9.7.2.1 - Berekening clip positie 9 - t.b.v hijsmast 4,5m



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	300	mm ;	d =	27	mm
h =	50	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
50,00	50,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max} = (F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5} =$ 70,7 kN

$\tau_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =$ 137 N/mm²

$\tau = F_{Ed,max} / (2 *(t * (R - d/2)) =$ 62 N/mm² < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	6000	mm²	$N_{Rd} = A * f_y =$	1420	kN
W_y =	3,00E+05	mm³	$M_{x,Rd} = W_y * f_y =$	71,0	kNm
W_z =	2,00E+04	mm³	$M_{y,Rd} = W_z * f_y =$	4,7	kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =$	819,8	kN

N_{Ed} = 50,00 kN
$V_{z,Ed}$ = 50,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (h/2 - 108) =$ 4,60 kNm

$N_{Ed} / N_{Rd} =$ 50,00 / 1420 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_N =$ 8,3 N/mm²

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 4,60 / 71 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y} =$ 15,3 N/mm²

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd} =$ 50,00 / 820 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet
$\tau_y =$ 8,3 N/mm²

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max} = \{ 8,3 + 15,3 \} =$ 23,7 N/mm²

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

$\sigma_{vlg} =$ 28 N/mm² < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm² en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 302 N/mm² $0,9 * f_u / \gamma_{M2} =$ 245 N/mm²

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =				33,5	N/mm^2
τ_1 =				33,5	N/mm^2
τ_2 = 0				16,7	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =			72,9	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	72,9	/	302,2 =	0,24	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	33,5	/	244,8 =	0,14	< 1,0 -- Voldoet

9.7.2.2 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +51,33 / 46,83

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	642	12,0	23741	S355	355	3669167
clip	300,0	20,0	6000	S355	355	300000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,47 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,47

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 50,5 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 386,8 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,30 of $n_p =$ -0,291

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,88

$N_{1,Rd} =$ 167,8 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 50,00 / 167,8 = 0,30 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 50,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 4,60 / 50,3 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 50,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 4,600 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 473 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +41,33 / 36,83

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	892	15,0	41316	S355	355	8906200
clip	300,0	20,0	6000	S355	355	300000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,34 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,34

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 105,0 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 1672,5 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,54 of $n_p =$ -0,522

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,75

$N_{1,Rd} =$ 217,3 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 50,00 / 217,3 = 0,23 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 65,2 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 4,60 / 65,2 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

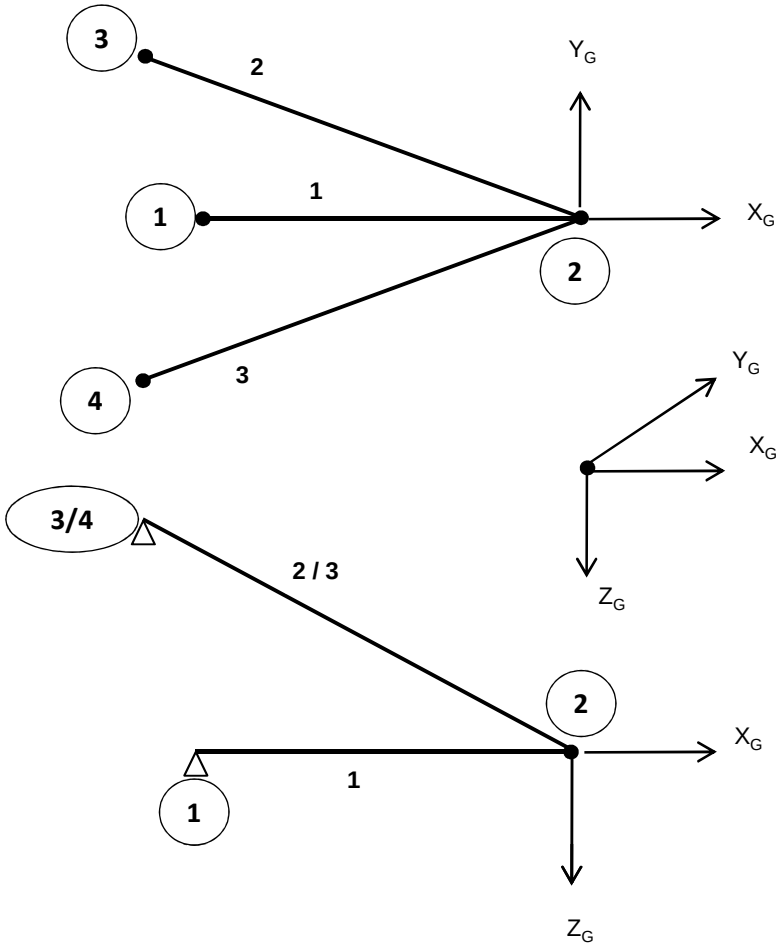
$N_{1,Ed} =$ 50,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 4,60 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 473 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4099 N/mm' ---> voldoet

9.8 - Berekening clips voor 1,5m hijsbalk

Computer model



Belastingen :

$F_{z,Ed}$	=	50	kN
$F_{x,Ed}$	=	20	kN
$F_{y,Ed}$	=	40	kN

Gebruikte staven: Hijsbalk : staaf 1 - buis 180*6
druk- en trek stangen : staaf 2 en 3 - buis 88,9*8

Matrix Bouwframe Project :Wintrack Datum 25-01-2013
Onderdeel:1.5 meter hijsmast

AANTAL KNOPEN : 4
AANTAL STAVEN : 3
AANTAL OPLEGGINGEN : 3

KNOOPCOORDINATEN

NR.	-X-	-Y-	-Z-
1	-1.500	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	-1.720	0.389	-1.156
4	-1.720	-0.389	-1.156

KONSTRUKTIE SCHEMA

STAAF	-i-	SCHARNIERCODE	-j-	SCHARNIERCODE	GAMMA	PROF	MAT	V/EXC	LENGTE
1	1	NxDyDz MxMyMz	2	NxDyDz MxMyMz	0	1	1	0	1.500
2	2	NxDyDz Mx- -	3	NxDyDz MxMyMz	0	2	1	0	2.109
3	2	NxDyDz Mx- -	4	NxDyDz MxMyMz	0	2	1	0	2.109

PROFIEL EIGENSCHAPPEN

PROF.NR.	DOORSNEDE	Ix-torsie	Iy-buig	Iz-buig	PROFIELNAAM
1	3.2798E-03	2.4854E-05	1.2427E-05	1.2427E-05	B180/6
2	2.0332E-03	3.3593E-06	1.6797E-06	1.6797E-06	B88.9/8

MATERIAAL EIGENSCHAPPEN

MAT.NR	ELAST. MOD	POISON	DICHTHEID	MATERIAALNAAM
1	2.1000E+08	0.30	78.500	S355

OPLEGGINGEN

KNOOP	LINEAIR	ROTATIE	X-(r)-veer	Y-(r)-veer	Z-(r)-veer
1	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

BELASTINGEN

BELASTING GEVAL 1 eg constructie

TYPE	STF	KNP	P1	P2	A	Richt.	Onschrijving
7	alle staven	factor =	1.00			Z	Eigen gewicht

BELASTING GEVAL 2 hijs last

TYPE	STF	KNP	P1	P2	A	Richt.	Onschrijving
9	2	t/m 2	50.00			Z	Knooplast
9	2	t/m 2	20.00			X	Knooplast
9	2	t/m 2	40.00			Y	Knooplast

Matrix Bouwframe Project :Wintrack Datum 25-01-2013
Onderdeel:1.5 meter hijsmast

COMBINATIES

B.G.	Omschrijving	1
1	eg constructie	1.00
2	hijs last	1.00

KNOOPVERPLAATSINGEN GLOB. (B.C.)

KNP	B.C.	X-VERPL.	Y-VERPL.	Z-VERPL.	X-ROTATIE	Y-ROTATIE	Z-ROTATIE
1	1	0.00000	0.00000	0.00000	-3.6792E-03	-4.0932E-04	1.9346E-03
2	1	-0.00012	0.00290	0.00059	-3.6792E-03	-3.8207E-04	1.9346E-03
3	1	0.00000	0.00000	0.00000	-2.3645E-03	-6.0188E-05	9.6872E-05
4	1	0.00000	0.00000	0.00000	-2.3104E-03	-7.7620E-04	3.0615E-05

N/D/M IN DE KNOPEN LOKAAL (B.C.)

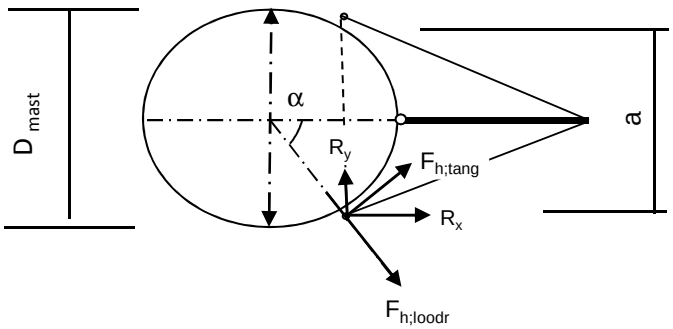
STAAF	B.C.	KNOOP	Nx	Dy	Dz	Mx	My	Mz
1	1	1	55.18	-0.00	-0.19	0.00	0.00	0.00
		2	-55.18	0.00	-0.19	0.00	-0.00	-0.00
2	1	2	62.42	-0.00	-0.14	-0.00	0.00	-0.00
		3	-62.23	0.00	-0.14	-0.00	-0.00	0.00
3	1	2	-154.40	-0.00	-0.14	-0.00	-0.00	-0.00
		4	154.59	0.00	-0.14	-0.00	-0.00	0.00

REACTIES GLOBAAL (B.C.)

B.C.	KNOOP	X-REACTIE	Y-REACTIE	Z-REAKTIE	Mx-REACT.	My-REACT.	Mz-REACT.
1	1	55.18	-0.00	-0.19	0.000	0.000	0.000
1	3	50.84	-11.50	34.00	0.000	0.000	0.000
1	4	-126.02	-28.50	-84.87	0.000	0.000	0.000
SOM REACT.		-20.00	-40.00	-51.06			
SOM LASTEN		20.00	40.00	51.06			

knoop nummer	hoogte mm	D_{mast} mm	t_{mast} mm	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
1	51330	642	12	55,18	0,00	-0,20
3	52487	613	12	50,84	-11,50	34,00
4	52487	613	12	-126,02	-28,50	-84,87
1	41330	892	15	55,18	0,00	-0,20
3	42487	863	15	50,84	-11,50	34,00
4	42487	863	15	-126,02	-28,50	-84,87
1	31330	1142	18	55,18	0,00	-0,20
3	32487	1113	18	50,84	-11,50	34,00
4	32487	1113	18	-126,02	-28,50	-84,87

Ontbinden van de krachten in knoop 3 en 4



α = arcsin(a/2 / (d/2 + 50))

$F_{h,loodr,Ed} = R_x * Cos\alpha + R_y * Sin\alpha$

$F_{h,tang,Ed} = R_x * Sin\alpha + R_y * Cos\alpha$

knoop nummer	hoogte mm	D_{mast} mm	a mm	α gr	$F_{h,lood,Ed}$ kN	$F_{h,tang,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
1	51330	642		0,00	55,18	0,00	0,20
3	52487	613	704	81,0	19,33	48,41	34,00
4	52487	613	704	81,0	8,38	128,93	84,87
1	41330	892		0,00	55,18	0,00	0,20
3	42487	863	854	62,5	33,68	39,78	34,00
4	42487	863	854	62,5	32,92	124,94	84,87
1	31330	1142		0,00	55,18	0,00	0,20
3	32487	1113	960	52,3	40,17	33,21	34,00
4	32487	1113	960	52,3	54,45	117,17	84,87

Beasting per clip :

Clip type 9,3 - 51,330 en 41,330m hoogte
Clip type 16,3 - 31,330 m hoogte

$F_{h,loodr,Ed}$ = 55,18 kN
$F_{z,Ed}$ = 0,20 kN

Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 52,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 4,19 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 64,47 kN

Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 42,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 16,46 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 62,47 kN

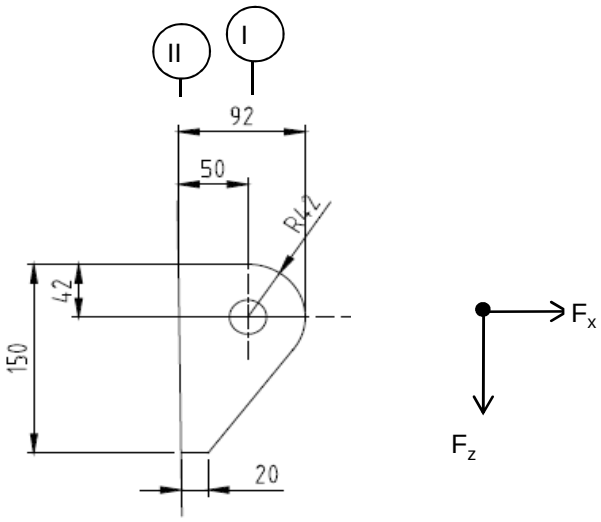
Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 32,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 27,23 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 58,58 kN

Clip type 16,1 - onderste ribbe- 52,487m, 42,487m en 32,487m hoogte;per cilp

Belasting als de bovenste clip + $F_{z,Ed}$ = 84,87 kN

9.8.1 - Berekening clip type 9,3 - 51,330 en 41,330m hoogte

en clip type16,3 op 31,330m hoogte



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	150	mm ;	d =	27	mm
h =	50	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
55,18	0,20

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 55,2 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 48 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	3000	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	710	kN
W_y =	7,50E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	17,8	kNm
W_z =	1,00E+04	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	2,4	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	409,9	kN

N_{Ed} =	55,18	kN
$V_{z,Ed}$ =	0,20	kN

$M_{y,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h + N_{Ed} * (h/2 - R) = 1,83 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	55,18	/	710	=	0,08	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		18,4	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,83	/	18	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		24,4	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	0,20	/	410	=	0,00	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		0,1	N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 18,4 + 24,4 } = 42,8 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 43 N/mm^2 > 237 MPa -- Voldoet niet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =					60,5	N/mm^2
τ_1 =					60,5	N/mm^2
τ_2 = 0					0,1	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=			121,1	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	121,1	/	302,2	=	0,40	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	60,5	/	244,8	=	0,25	< 1,0 -- Voldoet

9.8.2 - Controle capaciteit van de aansluiting clip 9,3 / 16,3

Clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +29396 (maatgevend)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1142	18,0	63547	S355	355	17575670
clip	150,0	20,0	3000	S355	355	75000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,13 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,13

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 202,4 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 3922,2 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,64 of $n_p =$ -0,620

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,69

$N_{1,Rd} =$ 272,0 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 55,18 / 272,0 = 0,20 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 40,8 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,83 / 40,8 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

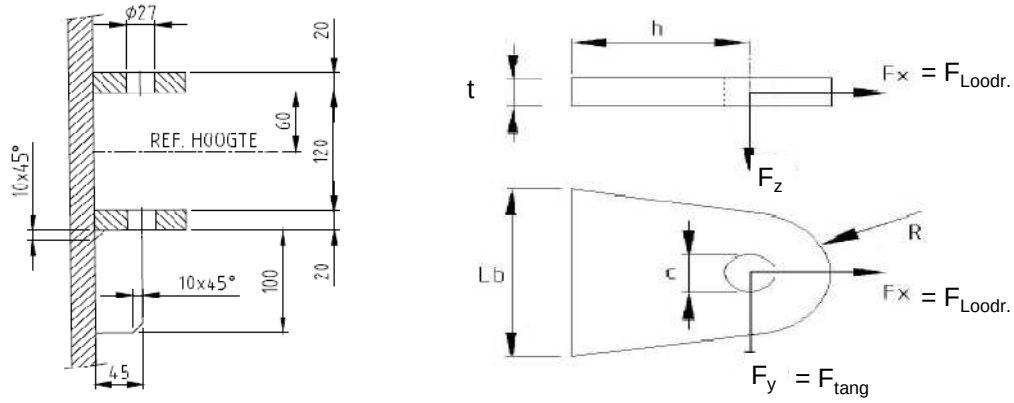
$N_{1,Ed} =$ 55,18 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,831 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 856 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

9.8.3 - Berekening clip type 16,3 - bovenste ribbe - op 52,487m, 42,487 en 32,487 m hoogte.

A - Bovenste ribbe - op 52,487m, 42,487 en 32,487 m hoogte.



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	140	mm	;	d =	27	mm
h =	45	mm	;	a las :	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	52,487m kN	42,487m kN	32,487m kN
$F_{x,Ed}$ =	4,19	16,46	27,23
$F_{y,Ed}$ =	64,47	62,47	58,58

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$-kN=	64,60	64,60	64,60		
τ_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =			137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =			57	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	663	kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	15,5	kNm
W_y =	9,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	2,2	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =	382,6	kN

Clip op 52,487m hoogte

N_{Ed} =	4,19	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,90	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,47	kN			

Clip op 42,487m hoogte

N_{Ed} =	16,46	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,81	kNm
$V_{y,Ed}$ =	62,47	kN			

Clip op 32,487m hoogte

N_{Ed} =	27,23	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,64	kNm
$V_{y,Ed}$ =	58,58	kN			

	52,487m hoogte spanning in N/mm^2	42,487m hoogte spanning in N/mm^2	32,487m hoogte spanning in N/mm^2
σ_N =	1,5	5,9	9,7
$\sigma_{b,z}$ =	44,4	43,0	43,0
τ_y =	23,0	22,3	20,9
$\sigma_{b,max}$ =	45,9	48,9	52,8
σ_{vlg} =	60,8	62,3	64,0

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

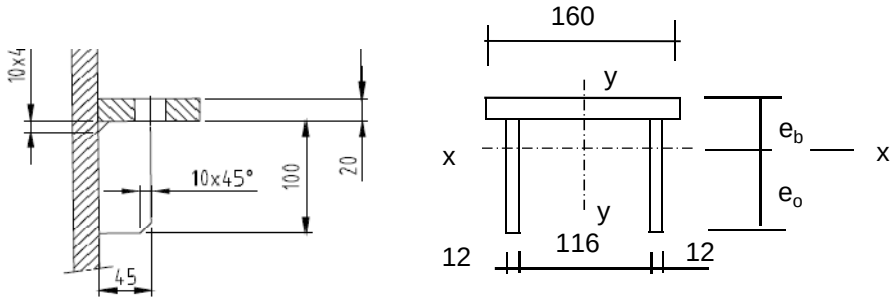
Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =		74,6	N/mm^2
τ_1 =		74,6	N/mm^2
τ_2 = 0		105,5	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	235,9	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	235,9	/	302,2	= 0,78	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	74,6	/	244,8	= 0,30	< 1,0 -- Voldoet

B- Onderste ribbe - op 52,487m, 42,487 en 32,487 m hoogte.



Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

e_b =	35,7	mm
e_o =	84,3	mm
A =	5600	mm^2
A_{schot} =	2400	mm^3

I_x =	8377143	mm^4	I_y =	16790400	mm^4
$W_{x,min}$ =	99390	mm^3	W_y =	209880	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	1325	kN
$M_{y,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	23,5	kNm
$M_{x,Rd} = W_y * f_y$ =	49,7	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	327,9	kN
$V_{y,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	437,2	kN

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Zie berekening boven ribbe

Doorsnede II ;

	52,487m kN	42,487m kN	32,487m kN
$F_{x,Ed}$ =	4,19	16,46	27,23
$F_{y,Ed}$ =	64,47	62,47	58,58
$F_{z,Ed}$ =	84,87	84,87	84,87

Clip op 52,487m hoogte

N_{Ed} =	4,19	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,90	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,47	kN	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	3,927	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

Clip op 42,487m hoogte

N_{Ed} =	16,46	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,81	kNm
$V_{y,Ed}$ =	62,47	kN ;	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	4,242	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

Clip op 32,487m hoogte

N_{Ed} =	27,23	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,64	kNm
$V_{y,Ed}$ =	58,58	kN ;	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	4,519	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

	52,487m hoogte spanning in N/mm^2	42,487m hoogte spanning in N/mm^2	32,487m hoogte spanning in N/mm^2
σ_N =	0,7	2,9	4,9
$\sigma_{b,z}$ =	13,8	13,4	12,6
$\sigma_{b,y}$ =	39,5	42,7	45,5
τ_y =	20,1	19,5	18,3
τ_z =	35,4	35,4	35,4
$\sigma_{b,max}$ =	54,1	59,0	62,9
σ_{vlg} =	88,8	91,5	93,3

> 237 MPa -- Voldoet niet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm
t_1 = 12 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =	88,9	N/mm^2	
τ_1 =	88,9	N/mm^2	
τ_2 = 0	42,4	N/mm^2	
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	192,5	N/mm^2	

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	192,5	/ 302,2 =	0,64	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	88,9	/ 244,8 =	0,36	< 1,0	-- Voldoet

9.8.4 - Controle capaciteit van de aansluiting clip 16,3 (boveste clip hijsmast)

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +52,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	613	12,0	22651	S355	355	3336966
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,00 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,23

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 30,2 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 172,7 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,15 of n_p = -0,142

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,95

$N_{1,Rd}$ = 244,5 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 4,19 / 244,5 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 17,1 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,90 / 17,1 = 0,17 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 4,19 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,90 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 918,0 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 4919 N/mm' ---> voldoet

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +42,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	863	15,0	39953	S355	355	8323634
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,00 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,16

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 97,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 1412,1 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,48 of n_p = -0,471

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,78

$N_{1,Rd}$ = 283,5 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 16,46 / 283,5 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 19,8 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,81 / 19,8 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 16,46 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,81 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 978,1 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 6149 N/mm' ---> voldoet

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +32,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1113	18,0	61911	S355	355	16675813
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,00 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,13

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 176,9 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 3503,7 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,60 of n_p = -0,584

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,71

$N_{1,Rd}$ = 353,5 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 27,23 / 353,5 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 24,7 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,64 / 24,7 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

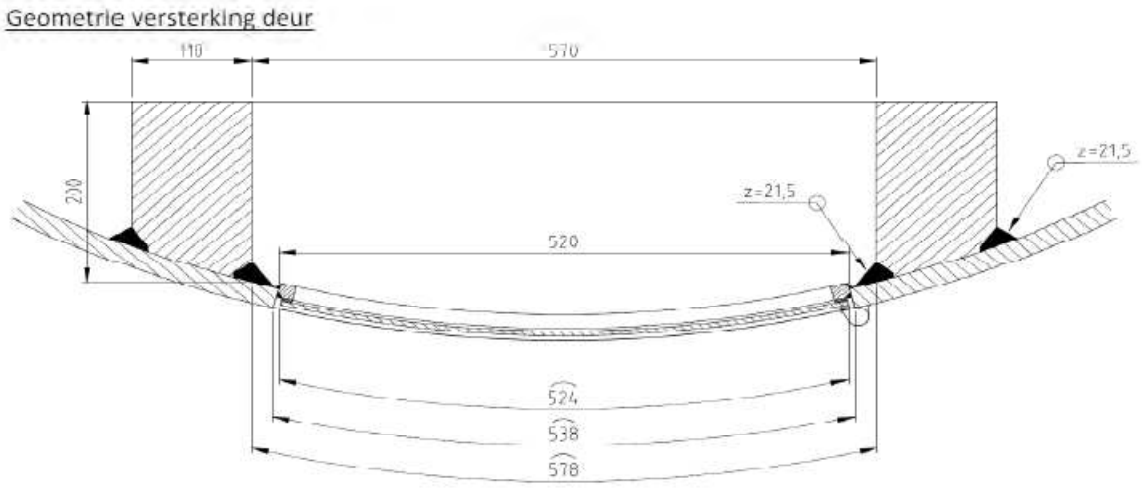
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 27,23 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,64 kNm

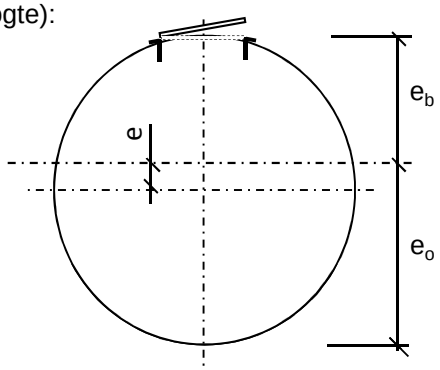
$\sigma_{max.}t_i$ = 1001,5 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 7379 N/mm' ---> voldoet

9.9 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter : 1894 mm
dikte t ; 22 mm

A_{buis} = 129409 mm^2
$A_{versterking}$ = 39207 mm^2
$A_{verlies}$ = 11454 mm^2

A_{tot} = 157163 mm^2

e = 124,6 mm
e_b = 822,6 mm ; e_o = 1071,7 mm

I_{tot} = 6,78E+10 mm^4
W_{min} = 6,33E+07 mm^3
W_{max} = 8,24E+07 mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 28 (inclusief 2e orde effect)

M_{Ed} = 15086 kNm ; N_{Ed} = 541 kN

σ_N = N_{Ed} / A_{tot} = 3,4 N/mm^2
σ_b = M_{Ed} / W_{min} = 238,5 N/mm^2

σ_{max} = 3,4 + 238,5 = 241,9 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 REV 003 - bijlage Q en Q2

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	6513	147783	17045	6513	-147783
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	6508	147783	17045	6508	-147783
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	6502	147783	17045	6502	-147783
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2226	857	19378	2226	857	-19378
	Comp. gl	4617	1768	40154	4617	1768	-40154
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	7424	169771	17036	7424	-169771
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	7423	169771	17036	7423	-169771
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	7422	169771	17036	7422	-169771
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2225	961	21970	2225	961	-21970
	Comp. gl	4615	1971	45077	4615	1971	-45077
3	380C1F1 / 380C2F1	29376	10455	238677	29376	10455	-238677
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29376	10452	238677	29376	10452	-238677
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29376	10449	238677	29376	10449	-238677
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	9244	2664	60775	9244	2664	-60775
	Comp. gl	18676	5363	122498	18676	5363	-122498
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	7508	171693	20053	7508	-171693
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	7507	171693	20053	7507	-171693
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	7506	171693	20053	7506	-171693
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2978	1094	25008	2978	1094	-25008
	Comp. gl	6122	2243	51307	6122	2243	-51307
6	380C1F1 / 380C2F1	19177	7092	162441	19177	7092	-162441
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19177	7092	162441	19177	7092	-162441
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	19177	7092	162441	19177	7092	-162441
	GW / opgw	2505	932	21353	2505	932	-21353
	Comp. gl	5195	1931	44221	5195	1931	-44221
1a	380C1F1 / 380C2F1	17049	22543	183132	17051	25846	-195119
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17049	21159	178348	17050	24178	-188973
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17048	19411	172571	17049	22068	-181469
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2227	3719	27068	2227	4308	-29443

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	4618	5531	47908	4618	6308	-50647
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	10392	171437	17036	10979	-172153
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	10146	171172	17036	10683	-171777
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	9834	170867	17036	10308	-171344
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	1484	22378	2225	1588	-22550
	Comp. gl	4615	2671	45427	4615	2809	-45579
3	380C1F1 / 380C2F1	29377	18822	244963	29378	20489	-247581
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29377	18123	243983	29377	19647	-246210
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29377	17238	242850	29377	18582	-244618
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	9245	5332	62378	9245	5860	-63049
	Comp. gl	18677	8939	123915	18677	9640	-124532
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	10461	172975	20053	11041	-173535
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	10217	172769	20053	10748	-173241
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	9908	172531	20053	10377	-172903
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2978	1611	25273	2978	1713	-25388
	Comp. gl	6122	2938	51534	6122	3074	-51635
1a	380C1F1 / 380C2F1	17059	43378	264457	17059	43378	-264457
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17058	40254	251855	17058	40254	-251855
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17056	36280	235871	17056	36280	-235871
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2228	7398	42270	2228	7398	-42270
	Comp. gl	4620	10456	67128	4620	10456	-67128
1b	380C1F1 / 380C2F1	17037	14120	177780	17037	14120	-177780
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17037	13553	176563	17037	13553	-176563
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	12838	175146	17036	12838	-175146
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2225	2151	23864	2225	2151	-23864
	Comp. gl	4615	3546	46782	4615	3546	-46782
3	380C1F1 / 380C2F1	29382	29439	267163	29382	29439	-267163
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29381	27824	263059	29381	27824	-263059
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29380	25783	258193	29380	25783	-258193
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	9247	8678	68065	9247	8678	-68065
	Comp. gl	18679	13366	129367	18679	13366	-129367
4	380C1F1 / 380C2F1	20054	14133	177989	20054	14133	-177989

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	13576	177019	20053	13576	-177019
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	12873	175893	20053	12873	-175893
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2978	2257	26289	2978	2257	-26289
	Comp. gl	6122	3794	52450	6122	3794	-52450
1a	380C1F1 / 380C2F1	17051	25846	195119	17049	22543	-183132
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17050	24178	188973	17049	21159	-178348
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17049	22068	181469	17048	19411	-172571
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2227	4308	29443	2227	3719	-27068
	Comp. gl	4618	6308	50647	4618	5531	-47908
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	10979	172153	17036	10392	-171437
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	10683	171777	17036	10146	-171172
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	10308	171344	17036	9834	-170867
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2225	1588	22550	2225	1484	-22378
	Comp. gl	4615	2809	45579	4615	2671	-45427
3	380C1F1 / 380C2F1	29378	20489	247581	29377	18822	-244963
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29377	19647	246210	29377	18123	-243983
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29377	18582	244618	29377	17238	-242850
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	9245	5860	63049	9245	5332	-62378
0	Comp. gl	18677	9640	124532	18677	8939	-123915
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	11041	173535	20053	10461	-172975
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	10748	173241	20053	10217	-172769
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	10377	172903	20053	9908	-172531
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2978	1713	25388	2978	1611	-25273
	Comp. gl	6122	3074	51635	6122	2938	-51534
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	5163	116856	12781	5163	-116856
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	5158	116856	12781	5158	-116856
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	5152	116856	12781	5152	-116856
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1669	675	15226	1669	675	-15226
	Comp. gl	3462	1394	31599	3462	1394	-31599
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	6004	137241	12774	6004	-137241
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	6003	137241	12774	6003	-137241
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	6002	137241	12774	6002	-137241

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1668	769	17575	1668	769	-17575
	Comp. gl	3461	1578	36072	3461	1578	-36072
3	380C1F1 / 380C2F1	25109	9299	212205	25109	9299	-212205
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25109	9296	212205	25109	9296	-212205
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	25109	9293	212206	25109	9293	-212206
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	8685	2547	58077	8685	2547	-58077
	Comp. gl	17518	5120	116923	17518	5120	-116923
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	6214	142035	15788	6214	-142035
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	6213	142035	15788	6213	-142035
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	6211	142035	15788	6211	-142035
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2421	926	21162	2421	926	-21162
	Comp. gl	4966	1897	43378	4966	1897	-43378
6	380C1F1 / 380C2F1	12781	5102	116857	12781	5102	-116857
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	5102	116857	12781	5102	-116857
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	12781	5102	116857	12781	5102	-116857
	GW / opgw	1669	665	15226	1669	665	-15226
	Comp. gl	3462	1380	31600	3462	1380	-31600
1a	380C1F1 / 380C2F1	12785	21663	163009	12786	25064	-177259
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12785	20233	157183	12786	23347	-170010
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12784	18424	150020	12785	21172	-160994
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1670	3622	24855	1670	4224	-27536
	Comp. gl	3463	5267	41858	3463	6069	-45189
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	9007	139715	12774	9607	-140754
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	8755	139328	12774	9304	-140209
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	8437	138881	12774	8920	-139579
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1668	1300	18170	1668	1408	-18414
	Comp. gl	3461	2285	36591	3461	2426	-36811
3	380C1F1 / 380C2F1	25110	17728	219938	25111	19418	-223104
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25110	17020	218747	25110	18564	-221449
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	25110	16124	217365	25110	17485	-219519
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	8686	5220	59821	8686	5750	-60546
	Comp. gl	17518	8701	118475	17519	9404	-119147

W2S400+5 TOWER **APPENDIX: Q**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	9188	143816	15788	9776	-144577
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	8940	143533	15788	9479	-144177
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	8627	143207	15788	9103	-143716
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2421	1447	21512	2421	1550	-21660
	Comp. gl	4966	2595	43682	4966	2732	-43815
1a	380C1F1 / 380C2F1	12793	42929	254216	12793	42929	-254216
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12792	39763	240668	12792	39763	-240668
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12791	35728	223269	12791	35728	-223269
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1671	7354	41259	1671	7354	-41259
	Comp. gl	3465	10311	63835	3465	10311	-63835
1b	380C1F1 / 380C2F1	12775	12849	148701	12775	12849	-148701
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12775	12262	147011	12775	12262	-147011
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12775	11521	145023	12775	11521	-145023
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1669	1991	20212	1669	1991	-20212
	Comp. gl	3461	3185	38518	3461	3185	-38518
3	380C1F1 / 380C2F1	25115	28522	246207	25115	28522	-246207
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25114	26877	241439	25114	26877	-241439
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	25113	24801	235739	25113	24801	-235739
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	8689	8583	65910	8689	8583	-65910
	Comp. gl	17521	13148	124374	17521	13148	-124374
4	380C1F1 / 380C2F1	15789	12933	150536	15789	12933	-150536
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15789	12363	149251	15789	12363	-149251
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	11643	147752	15788	11643	-147752
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2421	2105	22810	2421	2105	-22810
	Comp. gl	4966	3463	44876	4966	3463	-44876
1a	380C1F1 / 380C2F1	12786	25064	177259	12785	21663	-163009
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12786	23347	170010	12785	20233	-157183
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12785	21172	160994	12784	18424	-150020
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1670	4224	27536	1670	3622	-24855
	Comp. gl	3463	6069	45189	3463	5267	-41858
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	9607	140754	12774	9007	-139715
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	9304	140209	12774	8755	-139328

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	8920	139579	12774	8437	-138881
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1668	1408	18414	1668	1300	-18170
	Comp. gl	3461	2426	36811	3461	2285	-36591
3	380C1F1 / 380C2F1	25111	19418	223104	25110	17728	-219938
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25110	18564	221449	25110	17020	-218747
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	25110	17485	219519	25110	16124	-217365
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	8686	5750	60546	8686	5220	-59821
	Comp. gl	17519	9404	119147	17518	8701	-118475
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	9776	144577	15788	9188	-143816
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	9479	144177	15788	8940	-143533
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	9103	143716	15788	8627	-143207
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2421	1550	21660	2421	1447	-21512
	Comp. gl	4966	2732	43815	4966	2595	-43682

Appendixe

W2S400+5 TOWER **APPENDIX: Q2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	14202	5604	127432	14202	5604	-127432
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14202	5601	127432	14202	5601	-127432
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14202	5597	127433	14202	5597	-127433
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1855	734	16643	1855	734	-16643
	Comp. gl	3847	1517	34520	3847	1517	-34520
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	6488	148420	14194	6488	-148420
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	6488	148420	14194	6488	-148420
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	6487	148420	14194	6487	-148420
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1854	835	19082	1854	835	-19082
	Comp. gl	3845	1712	39161	3845	1712	-39161
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	8527	194794	22419	8527	-194794
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	8526	194794	22419	8526	-194794
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	8523	194794	22419	8523	-194794
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	6530	2063	47087	6530	2063	-47087
	Comp. gl	13213	4160	95055	13213	4160	-95055
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	6341	145038	16206	6341	-145038
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	6340	145038	16206	6340	-145038
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	6339	145038	16206	6339	-145038
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2356	905	20697	2356	905	-20697
	Comp. gl	4850	1860	42552	4850	1860	-42552
1a	380C1F1 / 380C2F1	14204	16175	148395	14205	18358	-155965
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14204	15262	145430	14205	17254	-152061
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14203	14111	141896	14204	15861	-147361
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1855	2622	21312	1855	3013	-22871
	Comp. gl	3848	3998	39053	3848	4509	-40744
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	8459	149353	14194	8847	-149759
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	8296	149203	14194	8651	-149545
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	8089	149031	14194	8403	-149300
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1854	1181	19311	1854	1250	-19409

W2S400+5 TOWER **APPENDIX: Q2**

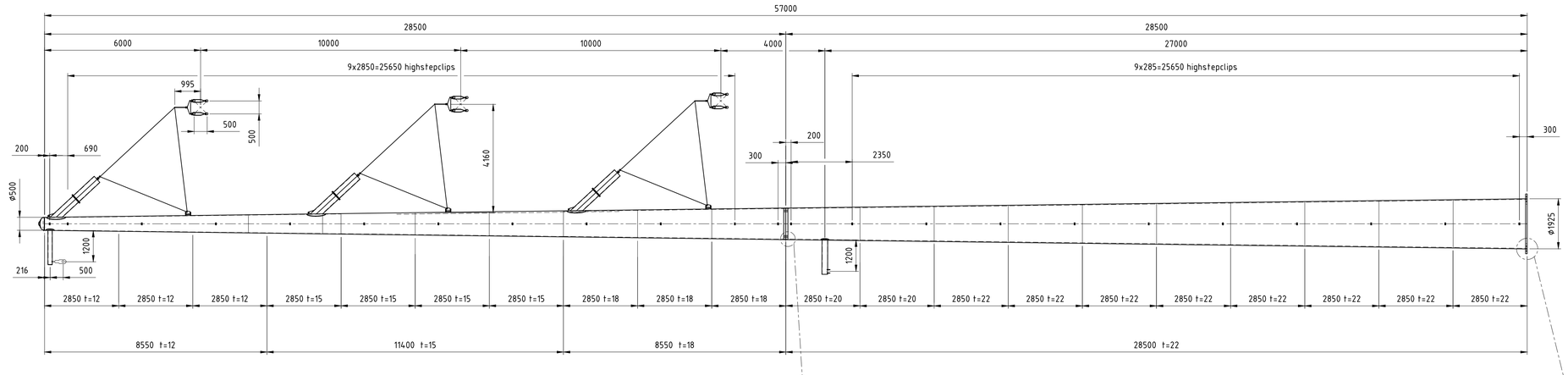
Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	3845	2177	39356	3845	2268	-39441
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	14095	198786	22419	15203	-200465
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	13630	198160	22419	14643	-199585
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	13042	197437	22419	13936	-198566
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	6530	3843	48220	6531	4196	-48696
	Comp. gl	13213	6545	96055	13214	7013	-96490
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	8304	145779	16206	8688	-146105
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	8142	145658	16206	8494	-145934
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	7937	145520	16206	8248	-145736
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2356	1249	20855	2356	1316	-20924
	Comp. gl	4850	2322	42686	4850	2412	-42746
1a	380C1F1 / 380C2F1	14210	30056	202579	14210	30056	-202579
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14209	27960	193836	14209	27960	-193836
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14208	25300	182892	14208	25300	-182892
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1856	5088	31783	1856	5088	-31783
	Comp. gl	3849	7266	51574	3849	7266	-51574
1b	380C1F1 / 380C2F1	14195	10918	152991	14195	10918	-152991
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14195	10544	152286	14195	10544	-152286
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14195	10073	151469	14195	10073	-151469
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1854	1620	20172	1854	1620	-20172
	Comp. gl	3846	2754	40126	3846	2754	-40126
3	380C1F1 / 380C2F1	22422	21156	213242	22422	21156	-213242
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22421	20080	210534	22421	20080	-210534
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22421	18723	207344	22421	18723	-207344
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	6532	6084	52276	6532	6084	-52276
	Comp. gl	13215	9504	99911	13215	9504	-99911
4	380C1F1 / 380C2F1	16207	10734	148732	16207	10734	-148732
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16207	10366	148156	16207	10366	-148156
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16207	9901	147491	16207	9901	-147491
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2356	1677	21471	2356	1677	-21471
	Comp. gl	4850	2890	43235	4850	2890	-43235
1a	380C1F1 / 380C2F1	14205	18358	155965	14204	16175	-148395

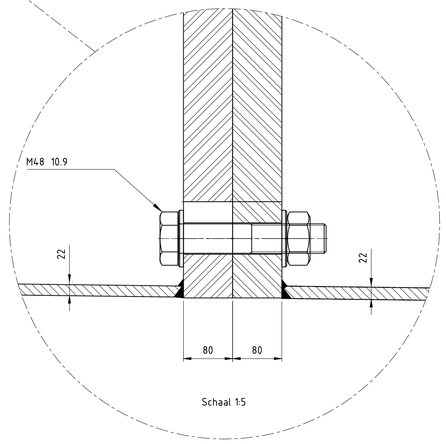
W2S400+5 TOWER **APPENDIX: Q2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

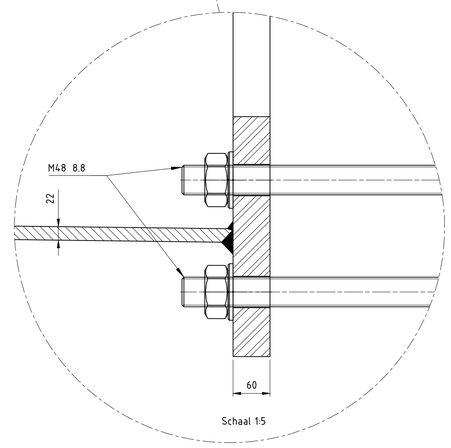
Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14205	17254	152061	14204	15262	-145430
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14204	15861	147361	14203	14111	-141896
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1855	3013	22871	1855	2622	-21312
	Comp. gl	3848	4509	40744	3848	3998	-39053
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	8847	149759	14194	8459	-149353
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	8651	149545	14194	8296	-149203
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	8403	149300	14194	8089	-149031
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1854	1250	19409	1854	1181	-19311
	Comp. gl	3845	2268	39441	3845	2177	-39356
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	15203	200465	22419	14095	-198786
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	14643	199585	22419	13630	-198160
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	13936	198566	22419	13042	-197437
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	6531	4196	48696	6530	3843	-48220
	Comp. gl	13214	7013	96490	13213	6545	-96055
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	8688	146105	16206	8304	-145779
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	8494	145934	16206	8142	-145658
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	8248	145736	16206	7937	-145520
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2356	1316	20924	2356	1249	-20855
	Comp. gl	4850	2412	42746	4850	2322	-42686



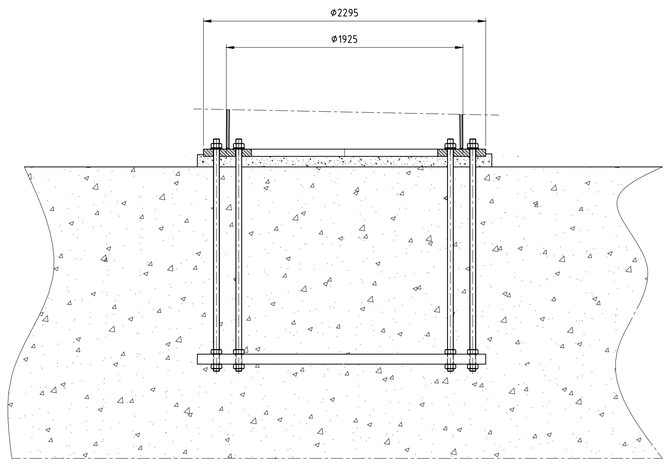
Schaal 1:100



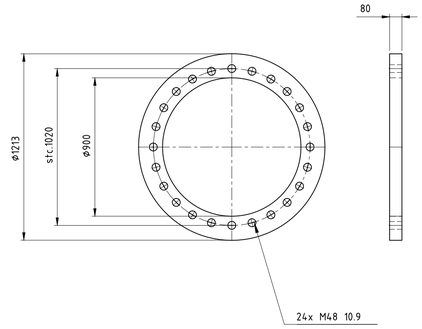
Schaal 1:5



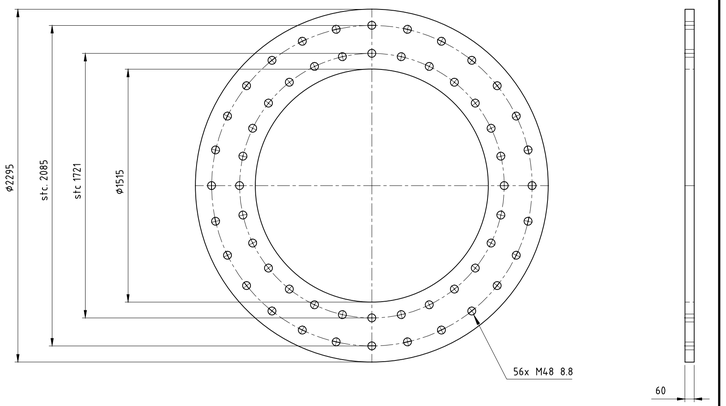
Schaal 1:5



Schaal 1:20



Schaal 1:20



Schaal 1:20

Toleranties volgens C DIN8570
Dit geeft: (maten in mm)

DIN 8570	klasse C
<30	+/-1
30-120	+/-3
120-315	+/-4
315-1000	+/-6
1000-2000	+/-8
2000-4000	+/-11
4000-8000	+/-14
8000-12000	+/-18
12000-16000	+/-21
16000-20000	+/-24
>20000	+/-27

-Onrondheid aan segment einden <0.2%
-Onrondheid bij overige secties
(niet aan de segment einden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Ankers kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor lasdetails tek. 07.81.940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9018
Kleur uithouders, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 2
Gewicht mastdeel 2: 24993kg
Gewicht mastdeel 1: 9506kg
Totaal gewicht W2S400+5: 34499kg

Benaming: Mast type W2S400+5

Uitg	Datum	Get	Gec	Schaal: 1:100
1	14-08-2012	WvL		Maateenheid: mm
2	03-09-2012	WvL		Materiaal:
3	30-01-14	WvL		Finish:

Plaats: NVT
Adres: NVT
Opstelpunt nr: NVT

VolkerWessels Telecom
Projectie
Tek.nr.: MS20120025/10
A1

VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, Kanaal Zuid 286 Lieren
Postbus 676, 7300AR Apeldoorn Tel: +31 (0)88 186 02 00

auteursrechten VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, nadruk verboden

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2E350(+0)"

Tracé – Beverwijk - Vijfhuizen

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00– Tracé Vijfhuizen- Beverwijk	30 - 07 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01 – Belasting geleiders aangepast	29 - 11 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
02- Detailberekening toegevoegd	18 - 04 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
03-Mast nummers verwijderd	07 - 02 - 14	ing. Miko Hakhverdian	7-2-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2E350(+0)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	13
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53

	blz.
9.0 Detailberekening	55
9.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV	55
9.1.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 41m hoogte	56
9.1.2 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 32,5m hoogte	61
9.1.3 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 24m hoogte	66
9.1.4 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 44,5m hoogte	71
9.1.5 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 36m hoogte	76
9.1.6 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 28m hoogte	81
9.2 Berekening draagarm bliksemdraad	86
9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	88
9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)	89
9.3 Berekening draagarm " Retourstroomgeleider "	92
9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	97
9.3.2 Berekening clip " Retourstroomgeleider "	98
9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte)	100
9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting	102
9.5 Berekening clip hulprail - clip 8	103
9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting	105
9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast	107
9.7 Berekening versterking deur	110

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 - bijlage E en E2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2E350(+0) van het project “R380 Wintrack hoogspanningslijn” Noordring , tracé Beverwijk – Vijfhuizen & Vijfhuizen – Bleiswijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2E350(+0) zijn de bijlage E (berekening maststerkte) en bijlage E2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.
- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 50,0 meter. De basis diameter van de mast is 2,4 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit twee segmenten van 25,0 meter. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en retourstroomgeleider) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2E350(+0) zijn de bijlage E (berekening maststerkte) en bijlage E2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state) en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS-toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype "W2E350(+0)"

Berekening

W2E350+0

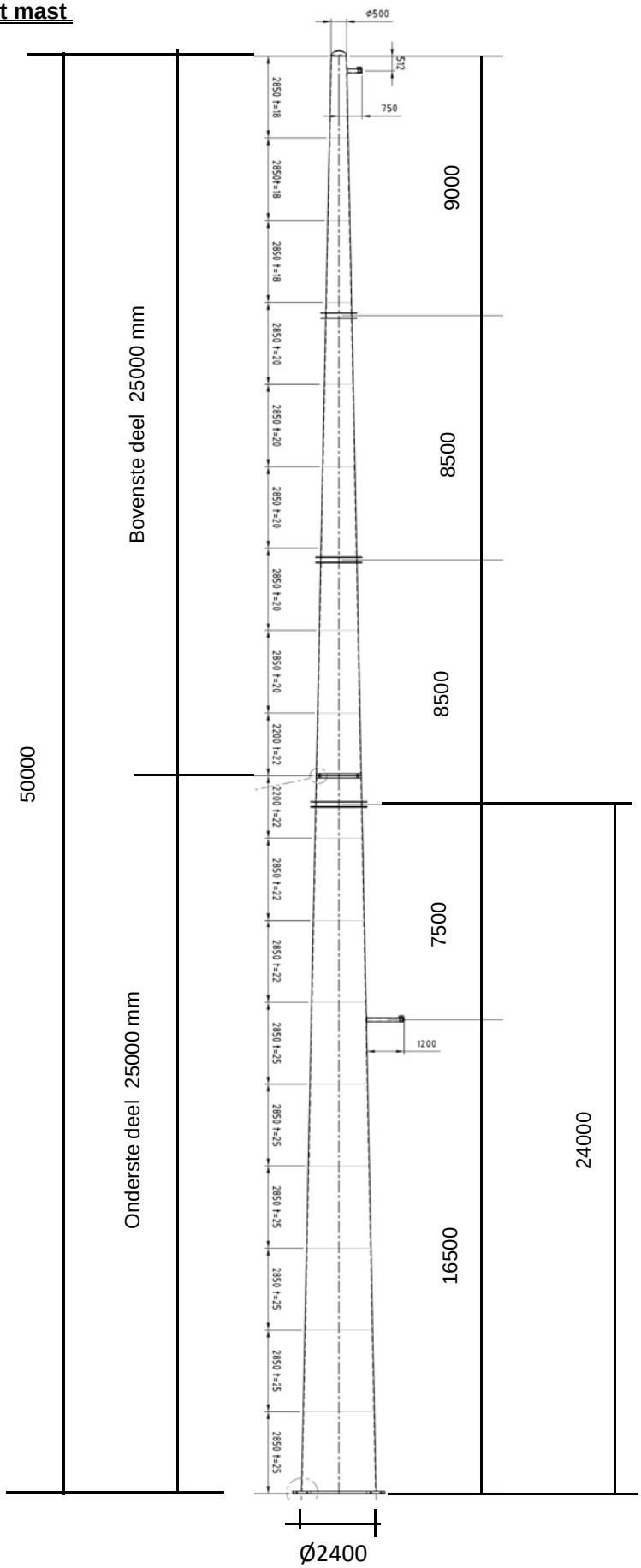
50,0 m - 2400 - 500

Tracé Beverwijk - Vijfhuizen

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2E350(+0)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	27	gem. breedte (m)	1,450

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	570	522	500	n.v.t.	2	1	49,72
2	2280	608	522	n.v.t.	2	1	48,29
3	2850	717	608	n.v.t.	2	1	45,73
4	2850	825	717	n.v.t.	2	1	42,88
5	450	842	825	n.v.t.	2	1	41,23
6	2400	933	842	n.v.t.	2	1	39,80
7	1425	987	933	n.v.t.	2	1	37,89
8	1425	1042	987	n.v.t.	2	1	36,46
9	2850	1150	1042	n.v.t.	2	1	34,33
10	400	1165	1150	n.v.t.	2	1	32,70
11	2450	1258	1165	n.v.t.	2	1	31,28
12	2850	1366	1258	n.v.t.	2	1	28,63
13	2200	1450	1366	n.v.t.	2	1	26,10
14	1000	1488	1450	n.v.t.	2	1	24,50
15	1200	1534	1488	n.v.t.	2	1	23,40
16	1425	1588	1534	n.v.t.	2	1	22,09
17	1425	1642	1588	n.v.t.	2	1	20,66
18	1425	1696	1642	n.v.t.	2	1	19,24
19	1425	1750	1696	n.v.t.	2	1	17,81
20	600	1773	1750	n.v.t.	2	1	16,80
21	2250	1859	1773	n.v.t.	2	1	15,38
22	1425	1913	1859	n.v.t.	2	1	13,54
23	1425	1967	1913	n.v.t.	2	1	12,11
24	2850	2075	1967	n.v.t.	2	1	9,98
25	2850	2183	2075	n.v.t.	2	1	7,13
26	2850	2292	2183	n.v.t.	2	1	4,28
27	2850	2400	2292	n.v.t.	2	1	1,43
	50000				28	27	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	511	18,0	27869	218,77	8,47E+08	174,36	3,32E+06
2	565	18,0	30931	242,81	1,16E+09	193,49	4,10E+06
3	662	18,0	36443	286,08	1,89E+09	227,94	5,72E+06
4	771	18,0	42567	334,15	3,02E+09	266,21	7,83E+06
5	833	20,0	51111	401,22	4,23E+09	287,68	1,02E+07
6	888	20,0	54513	427,93	5,13E+09	306,82	1,16E+07
7	960	20,0	59079	463,77	6,53E+09	332,51	1,36E+07
8	1014	20,0	62482	490,48	7,73E+09	351,65	1,52E+07
9	1096	20,0	67585	530,54	9,78E+09	380,37	1,78E+07
10	1157	20,0	71465	561,00	1,16E+10	402,19	2,00E+07
11	1212	20,0	74867	587,71	1,33E+10	421,34	2,19E+07
12	1312	20,0	81194	637,38	1,70E+10	456,93	2,58E+07
13	1408	22,0	95807	752,09	2,30E+10	490,16	3,27E+07
14	1469	22,0	100009	785,07	2,62E+10	511,65	3,56E+07
15	1511	22,0	102898	807,75	2,85E+10	526,43	3,77E+07
16	1561	22,0	106346	834,81	3,15E+10	544,06	4,03E+07
17	1615	22,0	110088	864,19	3,49E+10	563,20	4,32E+07
18	1669	22,0	113831	893,57	3,86E+10	582,35	4,63E+07
19	1723	22,0	117573	922,95	4,25E+10	601,49	4,94E+07
20	1762	25,0	136392	1070,68	5,14E+10	614,04	5,84E+07
21	1816	25,0	140645	1104,06	5,64E+10	633,19	6,21E+07
22	1886	25,0	146129	1147,11	6,32E+10	657,87	6,71E+07
23	1940	25,0	150382	1180,50	6,89E+10	677,02	7,11E+07
24	2021	25,0	156762	1230,58	7,81E+10	705,73	7,73E+07
25	2129	25,0	165267	1297,35	9,15E+10	744,02	8,59E+07
26	2238	25,0	173773	1364,12	1,06E+11	782,30	9,51E+07
27	2346	25,0	182279	1430,89	1,23E+11	820,59	1,05E+08

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	50000	1 -- 2	1	570	2,79E+04	8,47E+08
2	49430	2 -- 3	2	2280	3,09E+04	1,16E+09
3	47150	3 -- 4	3	2850	3,64E+04	1,89E+09
4	44300	4 -- 5	4	2850	4,26E+04	3,02E+09
5	41450	5 -- 6	5	450	5,11E+04	4,23E+09
6	41000	6 -- 7	6	2400	5,45E+04	5,13E+09
7	38600	7 -- 8	7	1425	5,91E+04	6,53E+09
8	37175	8 -- 9	8	1425	6,25E+04	7,73E+09
9	35750	9 -- 10	9	2850	6,76E+04	9,78E+09
10	32900	10 -- 11	10	400	7,15E+04	1,16E+10
11	32500	11 -- 12	11	2450	7,49E+04	1,33E+10
12	30050	12 -- 13	12	2850	8,12E+04	1,70E+10
13	27200	13 -- 14	13	2200	9,58E+04	2,30E+10
14	25000	14 -- 15	14	1000	1,00E+05	2,62E+10
15	24000	15 -- 16	15	1200	1,03E+05	2,85E+10
16	22800	16 -- 17	16	1425	1,06E+05	3,15E+10
17	21375	17 -- 18	17	1425	1,10E+05	3,49E+10
18	19950	18 -- 19	18	1425	1,14E+05	3,86E+10
19	18525	19 -- 20	19	1425	1,18E+05	4,25E+10
20	17100	20 -- 21	20	600	1,36E+05	5,14E+10
21	16500	21 -- 22	21	2250	1,41E+05	5,64E+10
22	14250	22 -- 23	22	1425	1,46E+05	6,32E+10
23	12825	23 -- 24	23	1425	1,50E+05	6,89E+10
24	11400	24 -- 25	24	2850	1,57E+05	7,81E+10
25	8550	25 -- 26	25	2850	1,65E+05	9,15E+10
26	5700	26 -- 27	26	2850	1,74E+05	1,06E+11
27	2850	27 -- 28	27	2850	1,82E+05	1,23E+11
28	0				0,00E+00	0,00E+00

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0

Seizoensfactor C_{season} = 1,0

Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

Veiligheidsklaae 2

Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3

z_0 = 0,200 m

z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$

$c_r(z) = c_r(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7*I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	49,72	0,21	1,15	31,18	0,18	1379
2	48,29	0,21	1,15	31,01	0,18	1368
3	45,73	0,21	1,14	30,71	0,18	1349
4	42,88	0,21	1,12	30,34	0,19	1326
5	41,23	0,21	1,12	30,12	0,19	1312
6	39,80	0,21	1,11	29,92	0,19	1300
7	37,89	0,21	1,10	29,64	0,19	1282
8	36,46	0,21	1,09	29,43	0,19	1269
9	34,33	0,21	1,08	29,09	0,19	1248
10	32,70	0,21	1,07	28,81	0,20	1231
11	31,28	0,21	1,06	28,56	0,20	1216
12	28,63	0,21	1,04	28,06	0,20	1186
13	26,10	0,21	1,02	27,54	0,21	1155
14	24,50	0,21	1,01	27,18	0,21	1134
15	23,40	0,21	1,00	26,92	0,21	1119
16	22,09	0,21	0,98	26,59	0,21	1100
17	20,66	0,21	0,97	26,22	0,22	1078
18	19,24	0,21	0,96	25,81	0,22	1055
19	17,81	0,21	0,94	25,38	0,22	1030
20	16,80	0,21	0,93	25,05	0,23	1011
21	15,38	0,21	0,91	24,55	0,23	984
22	13,54	0,21	0,88	23,83	0,24	944
23	12,11	0,21	0,86	23,20	0,24	910
24	9,98	0,21	0,82	22,10	0,26	852
25	7,13	0,21	0,75	20,20	0,28	754
26	4,28	0,21	0,64	17,31	0,33	615
27	1,43	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1332	400	0,40	0,00	1,29E-02	381,38
2	2 -- 3	5878	1622	3,35	0,61	1,29E-02	374,01
3	3 -- 4	8581		9,23	14,96	1,29E-02	344,59
4	4 -- 5	9951		17,81	53,50	1,26E-02	308,19
5	5 -- 6	1873		27,76	118,44	1,23E-02	272,66
6	6 -- 7	10630	13722	43,36	131,36	1,22E-02	267,15
7	7 -- 8	6822		53,99	248,18	1,18E-02	238,34
8	8 -- 9	7203		60,81	329,97	1,15E-02	221,76
9	9 -- 10	15548		68,01	421,76	1,11E-02	205,64
10	10 -- 11	2304		83,56	637,76	1,04E-02	174,84
11	11 -- 12	14766	14152	100,02	671,65	1,03E-02	170,69
12	12 -- 13	18593		114,79	934,78	9,61E-03	146,25
13	13 -- 14	16876		133,38	1288,42	8,72E-03	120,07
14	14 -- 15	8001	8032	158,29	1600,41	8,06E-03	101,58
15	15 -- 16	9873	14582	180,87	1762,70	7,76E-03	93,67
16	16 -- 17	12110		190,74	1985,67	7,38E-03	84,58
17	17 -- 18	12528		202,85	2266,10	6,92E-03	74,38
18	18 -- 19	12947		215,38	2564,09	6,46E-03	64,84
19	19 -- 20	13366		228,33	2880,24	5,98E-03	55,97
20	20 -- 21	6514		241,69	3215,13	5,49E-03	47,79
21	21 -- 22	25179	3365	251,57	3362,10	5,31E-03	44,55
22	22 -- 23	16560		276,75	3956,46	4,61E-03	33,37
23	23 -- 24	17036		293,31	4362,63	4,17E-03	27,11
24	24 -- 25	35499		310,35	4792,74	3,72E-03	21,48
25	25 -- 26	37402		345,85	5727,82	2,80E-03	12,15
26	26 -- 27	39305		383,25	6766,78	1,88E-03	5,44
27	27 -- 28	41208		422,55	7915,05	9,44E-04	1,38
28			26943	490,70	9178,05	0,00E+00	0,00

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_i : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ geleiders-kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	133,2	40,0	0,381	643,37	24,827
2	2 -- 3	587,8	162,2	0,374	2666,98	98,573
3	3 -- 4	858,1		0,345	2747,43	91,410
4	4 -- 5	995,1		0,308	2835,04	83,931
5	5 -- 6	187,3		0,273	495,92	13,644
6	6 -- 7	1063,0	1372,2	0,267	6231,97	165,844
7	7 -- 8	682,2		0,238	1539,71	36,107
8	8 -- 9	720,3		0,222	1510,05	32,895
9	9 -- 10	1554,8		0,206	2901,59	56,268
10	10 -- 11	230,4		0,175	390,49	6,877
11	11 -- 12	1476,6	1415,2	0,171	4665,35	78,316
12	12 -- 13	1859,3		0,146	2428,75	32,967
13	13 -- 14	1687,6		0,120	1834,73	20,727
14	14 -- 15	800,1	803,2	0,102	1566,66	15,913
15	15 -- 16	987,3	1458,2	0,094	2203,13	20,636
16	16 -- 17	1211,0		0,085	944,17	7,649
17	17 -- 18	1252,8		0,074	855,50	6,070
18	18 -- 19	1294,7		0,065	767,20	4,724
19	19 -- 20	1336,6		0,056	680,28	3,598
20	20 -- 21	651,4		0,048	295,06	1,389
21	21 -- 22	2517,9	336,5	0,045	1109,43	4,490
22	22 -- 23	1656,0		0,033	491,22	1,514
23	23 -- 24	1703,6		0,027	406,00	1,005
24	24 -- 25	3549,9		0,021	585,58	1,004
25	25 -- 26	3740,2		0,012	322,60	0,289
26	26 -- 27	3930,5		0,005	131,38	0,046
27	27 -- 28	4120,8		0,001	27,86	0,002
28			2694,3	0,000	0,00	0,000
				Som	41277	811

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	1,14	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	$\phi_i^2 * (s)$	$\phi_i^2 *(s)*m$	$\phi_i * (s)$
1 -- 2	589	0,990	0,570	0,56	329,00	0,56
2 -- 3	258	0,942	2,280	2,02	521,71	2,15
3 -- 4	301	0,856	2,850	2,09	628,46	2,44
4 -- 5	349	0,762	2,850	1,65	577,03	2,17
5 -- 6	3466	0,708	0,450	0,23	781,07	0,32
6 -- 7	443	0,663	2,400	1,05	466,87	1,59
7 -- 8	479	0,603	1,425	0,52	248,24	0,86
8 -- 9	505	0,560	1,425	0,45	226,15	0,80
9 -- 10	546	0,499	2,850	0,71	386,85	1,42
10 -- 11	4114	0,453	0,400	0,08	337,69	0,18
11 -- 12	603	0,416	2,450	0,42	254,95	1,02
12 -- 13	652	0,349	2,850	0,35	226,65	1,00
13 -- 14	1132	0,291	2,200	0,19	210,33	0,64
14 -- 15	2258	0,256	1,000	0,07	147,97	0,26
15 -- 16	823	0,234	1,200	0,07	53,91	0,28
16 -- 17	850	0,208	1,425	0,06	52,59	0,30
17 -- 18	879	0,183	1,425	0,05	41,73	0,26
18 -- 19	909	0,158	1,425	0,04	32,48	0,23
19 -- 20	938	0,136	1,425	0,03	24,74	0,19
20 -- 21	1647	0,121	0,600	0,01	14,48	0,07
21 -- 22	1119	0,102	2,250	0,02	26,28	0,23
22 -- 23	1162	0,079	1,425	0,01	10,41	0,11
23 -- 24	1195	0,064	1,425	0,01	6,91	0,09
24 -- 25	1246	0,044	2,850	0,01	6,90	0,13
25 -- 26	1312	0,023	2,850	0,00	1,99	0,07
26 -- 27	1379	0,009	2,850	0,00	0,31	0,03
27 -- 28	2391	0,002	2,850	0,00	0,02	0,01
		Σ	50,00	10,67	5615,73	17,39

m_e = 5615,7 / 10,7 = 526,2 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor $c_s c_d$

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$$c_s c_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$$

$n = n_{1,x}$ =	1,14	Hz
b =	1,45	m
h =	50,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	30,00	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	98,04	

$$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$$

B^2 =	0,57	
δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s) / (2*n_1*m_e)$ =	0,052	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,064	
$v_m(z_s)$ =	28,32	m/s
$v_m(z)$ =	31,21	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,20	

$$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3} = 0,06$$

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	3,57	
$c_y = c_z$ =	11,5	
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,67	
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	23,05	
G_y =	0,5	
G_z =	0,28	

$$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$$

$K_s(n)$ =	0,13	
R^2 =	0,60	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,81	Hz

$$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\} = 3,69$$

$c_s c_d$ =	**1,08**	

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_f

$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_f
1	46,97	1,60E+06	0,80	0,80	0,64
2	46,79	1,76E+06	0,80	0,80	0,63
3	46,45	2,05E+06	0,80	0,80	0,63
4	46,06	2,37E+06	0,80	0,80	0,63
5	45,82	2,55E+06	0,79	0,80	0,63
6	45,60	2,70E+06	0,79	0,80	0,63
7	45,30	2,90E+06	0,79	0,80	0,63
8	45,06	3,05E+06	0,79	0,80	0,63
9	44,69	3,26E+06	0,79	0,80	0,63
10	44,39	3,42E+06	0,79	0,80	0,63
11	44,11	3,56E+06	0,79	0,80	0,63
12	43,56	3,81E+06	0,79	0,80	0,63
13	42,99	4,04E+06	0,79	0,80	0,63
14	42,59	4,17E+06	0,79	0,80	0,63
15	42,31	4,26E+06	0,79	0,80	0,63
16	41,95	4,36E+06	0,79	0,80	0,62
17	41,53	4,47E+06	0,78	0,80	0,62
18	41,08	4,57E+06	0,78	0,80	0,62
19	40,60	4,66E+06	0,78	0,80	0,62
20	40,23	4,72E+06	0,78	0,80	0,62
21	39,67	4,80E+06	0,78	0,80	0,62
22	38,86	4,89E+06	0,78	0,80	0,62
23	38,16	4,93E+06	0,78	0,80	0,62
24	36,92	4,97E+06	0,78	0,80	0,62
25	34,74	4,93E+06	0,77	0,80	0,61
26	31,38	4,68E+06	0,77	0,80	0,61
27	30,93	4,84E+06	0,77	0,80	0,61

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	49,43	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 V10.0 (18 - 11 - 2013) Appendix - E en E2		
1e traverse - 380C1F1	41,00	1			
2e traverse - 380C1F2	32,50	1			
3e traverse - 380C1F3	24,00	1			
Retourstroomgeleider	16,50	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	49,43	0,761
1e traverse - 380C1F1	41,00	0,000
2e traverse - 380C1F2	32,50	0,000
3e traverse - 380C1F3	24,00	0,000
Retourstroomgeleider	16,50	2,087

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	49,43	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	41,00	1			
2e traverse - 380C1F2	32,50	1			
3e traverse - 380C1F3	24,00	1			
Retourstroomgeleider	16,50	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1247	86	1332	0,185	0,068	377	0,662
2	5536	342	5878	0,818	0,274	1612	0,707
3	8153	428	8581	1,196	0,342	2239	0,786
4	9523	428	9951	1,389	0,342	2477	0,869
5	1805	68	1873	0,237	0,054	412	0,916
6	10270	360	10630	1,344	0,288	2290	0,954
7	6609	214	6822	0,862	0,171	1431	1,004
8	6989	214	7203	0,910	0,171	1481	1,040
9	15120	428	15548	1,964	0,342	3107	1,090
10	2244	60	2304	0,291	0,048	451	1,126
11	14399	368	14766	1,864	0,294	2833	1,156
12	18165	428	18593	2,345	0,342	3440	1,207
13	16546	330	16876	1,940	0,264	2748	1,249
14	7851	150	8001	0,919	0,120	1272	1,272
15	9693	180	9873	1,133	0,144	1543	1,285
16	11896	214	12110	1,389	0,171	1852	1,300
17	12315	214	12528	1,436	0,171	1870	1,312
18	12733	214	12947	1,482	0,171	1883	1,321
19	13152	214	13366	1,529	0,171	1891	1,327
20	6424	90	6514	0,658	0,072	797	1,328
21	24841	338	25179	2,539	0,270	2983	1,326
22	16346	214	16560	1,667	0,171	1873	1,315
23	16822	214	17036	1,712	0,171	1850	1,298
24	35071	428	35499	3,559	0,342	3587	1,259
25	36974	428	37402	3,731	0,342	3318	1,164
26	38877	428	39305	3,890	0,342	2812	0,987
27	40780	428	41208	4,073	0,342	2851	1,000
	400386	7500	407886	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	55279

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	2805	480	480	480	480
2	2 -- 3	3094	1947	1946	8084	2699
3	3 -- 4	3613				
4	4 -- 5	4190				
5	5 -- 6	4995				
6	6 -- 7	5315	16469	16461	27252	19474
7	7 -- 8	5745				
8	8 -- 9	6066				
9	9 -- 10	6547				
10	10 -- 11	6912				
11	11 -- 12	7232	16984	16977	27768	19990
12	12 -- 13	7829				
13	13 -- 14	9205				
14	14 -- 15	9601	9639	9639	9639	9639
15	15 -- 16	9873	17501	17494	28285	20507
16	16 -- 17	10198				
17	17 -- 18	10550				
18	18 -- 19	10903				
19	19 -- 20	11255				
20	20 -- 21	13028				
21	21 -- 22	13429	4038	4036	16332	5542
22	22 -- 23	13945				
23	23 -- 24	14346				
24	24 -- 25	14947				
25	25 -- 26	15748				
26	26 -- 27	16549				
27	27 -- 28	17351				
28			32331	32331	32331	32331

KEMA rapport - bijlage E - windhoek 90 graden

eg flenzen+ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : rond 2950 / 1800 , t = 80 mm ; G = 2694 kg
Flenzen op 25,0m : 2 * rond 1450 / 1135 , t = 80 mm ; G = 803 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg
Bevestigingsringen op 41m : 2 * rond 1112 / 842 , t = 20 mm ; G = 130 kg
Bevestigingsringen op 32,5m : 2 * rond 1435 / 1165 , t = 20 mm ; G = 173 kg
Bevestigingsringen op 24m : 2 * rond 1758 / 1488 , t = 20 mm ; G = 216 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	662				
2	2 -- 3	707	27523	20498	48828	21586
3	3 -- 4	786				
4	4 -- 5	869				
5	5 -- 6	916				
6	6 -- 7	954	178146	157129	205096	149275
7	7 -- 8	1004				
8	8 -- 9	1040				
9	9 -- 10	1090				
10	10 -- 11	1126				
11	11 -- 12	1156	171597	156685	203328	148913
12	12 -- 13	1207				
13	13 -- 14	1249				
14	14 -- 15	1272				
15	15 -- 16	1285	163435	156167	201244	148493
16	16 -- 17	1300				
17	17 -- 18	1312				
18	18 -- 19	1321				
19	19 -- 20	1327				
20	20 -- 21	1328				
21	21 -- 22	1326	45093	41040	94488	43716
22	22 -- 23	1315				
23	23 -- 24	1298				
24	24 -- 25	1259				
25	25 -- 26	1164				
26	26 -- 27	987				
27	27 -- 28	1000				
28						

KEMA rapport - bijlage E2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

Opmerking:
De maximale horizontale belasting is gerekend met de vectoriele som van transversale en longitudinale belastingen.

$$F_{hor} = \{ F^2_{transver.} + F^2_{longit.} \}^{0,5}$$

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1059				
2	2 -- 3	1131	35966	23730	62867	26151
3	3 -- 4	1257				
4	4 -- 5	1391				
5	5 -- 6	1465				
6	6 -- 7	1527	227009	179009	252172	176658
7	7 -- 8	1606				
8	8 -- 9	1663				
9	9 -- 10	1744				
10	10 -- 11	1802				
11	11 -- 12	1850	217300	178238	249461	176052
12	12 -- 13	1931				
13	13 -- 14	1998				
14	14 -- 15	2035				
15	15 -- 16	2057	205011	177337	246252	175344
16	16 -- 17	2079				
17	17 -- 18	2100				
18	18 -- 19	2114				
19	19 -- 20	2123				
20	20 -- 21	2125				
21	21 -- 22	2121	56990	47009	120983	52586
22	22 -- 23	2103				
23	23 -- 24	2077				
24	24 -- 25	2014				
25	25 -- 26	1863				
26	26 -- 27	1579				
27	27 -- 28	1600				
28						

KEMA rapport - bijlage E - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,6)

4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	377		0	0,00E+00	2,21E-03	62
2	2 -- 3	1612		377	1,12E+05	2,21E-03	61
3	3 -- 4	2239		1989	2,86E+06	2,20E-03	56
4	4 -- 5	2477		4229	1,18E+07	2,15E-03	49
5	5 -- 6	412		6706	2,76E+07	2,06E-03	43
6	6 -- 7	2290		7118	3,07E+07	2,05E-03	42
7	7 -- 8	1431		9408	5,08E+07	1,96E-03	38
8	8 -- 9	1481		10839	6,54E+07	1,90E-03	35
9	9 -- 10	3107		12320	8,21E+07	1,83E-03	32
10	10 -- 11	451		15427	1,22E+08	1,69E-03	27
11	11 -- 12	2833		15878	1,28E+08	1,67E-03	26
12	12 -- 13	3440		18711	1,71E+08	1,54E-03	23
13	13 -- 14	2748		22151	2,30E+08	1,38E-03	18
14	14 -- 15	1272		24899	2,82E+08	1,27E-03	15
15	15 -- 16	1543		26171	3,08E+08	1,21E-03	14
16	16 -- 17	1852		27713	3,41E+08	1,15E-03	13
17	17 -- 18	1870		29565	3,82E+08	1,07E-03	11
18	18 -- 19	1883		31435	4,25E+08	9,93E-04	10
19	19 -- 20	1891		33318	4,72E+08	9,14E-04	8
20	20 -- 21	797		35209	5,21E+08	8,35E-04	7
21	21 -- 22	2983		36006	5,43E+08	8,05E-04	7
22	22 -- 23	1873		38988	6,27E+08	6,94E-04	5
23	23 -- 24	1850		40862	6,85E+08	6,24E-04	4
24	24 -- 25	3587		42712	7,44E+08	5,54E-04	3
25	25 -- 26	3318		46299	8,72E+08	4,13E-04	2
26	26 -- 27	2812		49617	1,01E+09	2,74E-04	1
27	27 -- 28	2851		52429	1,15E+09	1,36E-04	0
28				55279	1,31E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,54E-02	1005
2	2 -- 3		27523	27523	6,71E+04	3,54E-02	985
3	3 -- 4			27523	6,36E+07	3,51E-02	904
4	4 -- 5			27523	1,44E+08	3,44E-02	805
5	5 -- 6			27523	2,25E+08	3,36E-02	708
6	6 -- 7		178146	205669	2,38E+08	3,34E-02	693
7	7 -- 8			205669	7,36E+08	3,24E-02	614
8	8 -- 9			205669	1,03E+09	3,14E-02	569
9	9 -- 10			205669	1,33E+09	3,04E-02	524
10	10 -- 11			205669	1,92E+09	2,82E-02	441
11	11 -- 12		171597	377266	2,00E+09	2,78E-02	430
12	12 -- 13			377266	2,94E+09	2,57E-02	364
13	13 -- 14			377266	4,02E+09	2,29E-02	294
14	14 -- 15			377266	4,86E+09	2,09E-02	246
15	15 -- 16		163435	540701	5,24E+09	2,00E-02	226
16	16 -- 17			540701	5,89E+09	1,88E-02	202
17	17 -- 18			540701	6,67E+09	1,75E-02	177
18	18 -- 19			540701	7,44E+09	1,61E-02	153
19	19 -- 20			540701	8,22E+09	1,47E-02	131
20	20 -- 21			540701	8,99E+09	1,34E-02	111
21	21 -- 22		45093	585795	9,32E+09	1,29E-02	103
22	22 -- 23			585795	1,06E+10	1,10E-02	76
23	23 -- 24			585795	1,15E+10	9,78E-03	61
24	24 -- 25			585795	1,23E+10	8,61E-03	48
25	25 -- 26			585795	1,40E+10	6,32E-03	27
26	26 -- 27			585795	1,57E+10	4,12E-03	12
27	27 -- 28			585795	1,73E+10	2,01E-03	3
28	28 -- 29			585795	1,90E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,07E-02	885
2	2 -- 3		20498	20498	5,82E+04	3,07E-02	868
3	3 -- 4			20498	4,74E+07	3,05E-02	798
4	4 -- 5			20498	1,07E+08	2,99E-02	711
5	5 -- 6			20498	1,68E+08	2,93E-02	627
6	6 -- 7		157129	177627	1,78E+08	2,92E-02	614
7	7 -- 8			177627	6,08E+08	2,84E-02	544
8	8 -- 9			177627	8,63E+08	2,76E-02	504
9	9 -- 10			177627	1,12E+09	2,67E-02	466
10	10 -- 11			177627	1,63E+09	2,48E-02	392
11	11 -- 12		156685	334312	1,70E+09	2,46E-02	382
12	12 -- 13			334312	2,53E+09	2,27E-02	324
13	13 -- 14			334312	3,49E+09	2,03E-02	263
14	14 -- 15			334312	4,23E+09	1,85E-02	220
15	15 -- 16		156167	490479	4,57E+09	1,77E-02	202
16	16 -- 17			490479	5,16E+09	1,68E-02	181
17	17 -- 18			490479	5,87E+09	1,56E-02	158
18	18 -- 19			490479	6,57E+09	1,44E-02	137
19	19 -- 20			490479	7,27E+09	1,32E-02	117
20	20 -- 21			490479	7,98E+09	1,19E-02	99
21	21 -- 22		41040	531518	8,27E+09	1,15E-02	92
22	22 -- 23			531518	9,47E+09	9,81E-03	68
23	23 -- 24			531518	1,02E+10	8,75E-03	55
24	24 -- 25			531518	1,10E+10	7,70E-03	43
25	25 -- 26			531518	1,25E+10	5,66E-03	24
26	26 -- 27			531518	1,40E+10	3,69E-03	10
27	27 -- 28			531518	1,56E+10	1,80E-03	3
28				531518	1,71E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,59E-02	1269
2	2 -- 3		48828	48828	8,71E+04	4,59E-02	1243
3	3 -- 4			48828	1,12E+08	4,54E-02	1139
4	4 -- 5			48828	2,54E+08	4,41E-02	1011
5	5 -- 6			48828	3,96E+08	4,26E-02	887
6	6 -- 7		205096	253924	4,19E+08	4,24E-02	868
7	7 -- 8			253924	1,03E+09	4,08E-02	768
8	8 -- 9			253924	1,40E+09	3,96E-02	710
9	9 -- 10			253924	1,76E+09	3,82E-02	655
10	10 -- 11			253924	2,50E+09	3,52E-02	550
11	11 -- 12		203328	457253	2,60E+09	3,48E-02	536
12	12 -- 13			457253	3,73E+09	3,20E-02	454
13	13 -- 14			457253	5,04E+09	2,85E-02	368
14	14 -- 15			457253	6,06E+09	2,60E-02	308
15	15 -- 16		201244	658497	6,52E+09	2,48E-02	282
16	16 -- 17			658497	7,32E+09	2,35E-02	253
17	17 -- 18			658497	8,26E+09	2,18E-02	221
18	18 -- 19			658497	9,21E+09	2,01E-02	191
19	19 -- 20			658497	1,02E+10	1,84E-02	164
20	20 -- 21			658497	1,11E+10	1,67E-02	139
21	21 -- 22		94488	752985	1,15E+10	1,61E-02	129
22	22 -- 23			752985	1,32E+10	1,37E-02	95
23	23 -- 24			752985	1,43E+10	1,22E-02	77
24	24 -- 25			752985	1,54E+10	1,08E-02	60
25	25 -- 26			752985	1,75E+10	7,93E-03	33
26	26 -- 27			752985	1,97E+10	5,18E-03	15
27	27 -- 28			752985	2,18E+10	2,53E-03	4
28				752985	2,40E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	2,98E-02	852
2	2 -- 3		21586	21586	5,64E+04	2,98E-02	835
3	3 -- 4			21586	4,99E+07	2,95E-02	768
4	4 -- 5			21586	1,13E+08	2,89E-02	684
5	5 -- 6			21586	1,77E+08	2,83E-02	603
6	6 -- 7		149275	170861	1,87E+08	2,82E-02	590
7	7 -- 8			170861	6,01E+08	2,73E-02	523
8	8 -- 9			170861	8,46E+08	2,66E-02	485
9	9 -- 10			170861	1,09E+09	2,57E-02	447
10	10 -- 11			170861	1,59E+09	2,39E-02	377
11	11 -- 12		148913	319775	1,65E+09	2,36E-02	367
12	12 -- 13			319775	2,44E+09	2,18E-02	311
13	13 -- 14			319775	3,36E+09	1,95E-02	252
14	14 -- 15			319775	4,07E+09	1,78E-02	211
15	15 -- 16		148493	468268	4,40E+09	1,70E-02	194
16	16 -- 17			468268	4,96E+09	1,61E-02	174
17	17 -- 18			468268	5,63E+09	1,50E-02	152
18	18 -- 19			468268	6,31E+09	1,38E-02	131
19	19 -- 20			468268	6,98E+09	1,26E-02	112
20	20 -- 21			468268	7,65E+09	1,15E-02	95
21	21 -- 22		43716	511984	7,93E+09	1,10E-02	88
22	22 -- 23			511984	9,09E+09	9,42E-03	65
23	23 -- 24			511984	9,82E+09	8,40E-03	53
24	24 -- 25			511984	1,06E+10	7,40E-03	41
25	25 -- 26			511984	1,20E+10	5,44E-03	23
26	26 -- 27			511984	1,35E+10	3,55E-03	10
27	27 -- 28			511984	1,49E+10	1,73E-03	3
28				511984	1,64E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	4,56E-05	1
2	2 -- 3				1,23E+06	4,56E-05	1
3	3 -- 4				1,23E+06	3,40E-05	0
4	4 -- 5				1,23E+06	2,52E-05	0
5	5 -- 6				1,23E+06	1,96E-05	0
6	6 -- 7				1,23E+06	1,90E-05	0
7	7 -- 8				1,23E+06	1,63E-05	0
8	8 -- 9				1,23E+06	1,50E-05	0
9	9 -- 10				1,23E+06	1,39E-05	0
10	10 -- 11				1,23E+06	1,22E-05	0
11	11 -- 12				1,23E+06	1,20E-05	0
12	12 -- 13				1,23E+06	1,09E-05	0
13	13 -- 14				1,23E+06	9,91E-06	0
14	14 -- 15				1,23E+06	9,35E-06	0
15	15 -- 16				1,23E+06	9,13E-06	0
16	16 -- 17				1,23E+06	8,88E-06	0
17	17 -- 18				1,23E+06	8,61E-06	0
18	18 -- 19				1,23E+06	8,38E-06	0
19	19 -- 20				1,23E+06	8,16E-06	0
20	20 -- 21				1,23E+06	7,96E-06	0
21	21 -- 22				8,26E+06	7,89E-06	0
22	22 -- 23				8,26E+06	6,32E-06	0
23	23 -- 24				8,26E+06	5,44E-06	0
24	24 -- 25				8,26E+06	4,63E-06	0
25	25 -- 26				8,26E+06	3,19E-06	0
26	26 -- 27				8,26E+06	1,97E-06	0
27	27 -- 28				8,26E+06	9,13E-07	0
28					8,26E+06	0,00E+00	0

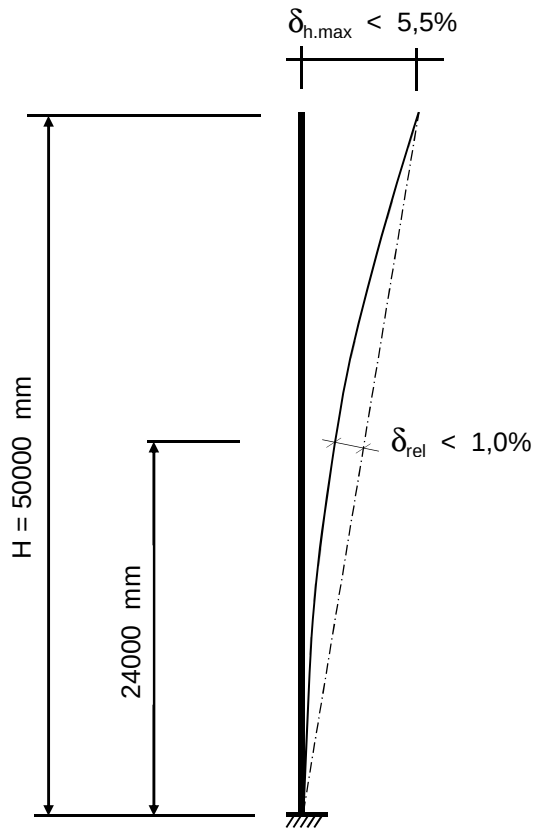
4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:

Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	0,30
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	1,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	4,7E-02	1288
2	2 -- 3	4,7E-02	1262
3	3 -- 4	4,6E-02	1156
4	4 -- 5	4,5E-02	1026
5	5 -- 6	4,3E-02	900
6	6 -- 7	4,3E-02	881
7	7 -- 8	4,1E-02	779
8	8 -- 9	4,0E-02	721
9	9 -- 10	3,9E-02	665
10	10 -- 11	3,6E-02	559
11	11 -- 12	3,5E-02	544
12	12 -- 13	3,2E-02	461
13	13 -- 14	2,9E-02	373
14	14 -- 15	2,6E-02	312
15	15 -- 16	2,5E-02	287
16	16 -- 17	2,4E-02	257
17	17 -- 18	2,2E-02	224
18	18 -- 19	2,0E-02	194
19	19 -- 20	1,9E-02	166
20	20 -- 21	1,7E-02	141
21	21 -- 22	1,6E-02	131
22	22 -- 23	1,4E-02	97
23	23 -- 24	1,2E-02	78
24	24 -- 25	1,1E-02	61
25	25 -- 26	8,1E-03	34
26	26 -- 27	5,3E-03	15
27	27 -- 28	2,6E-03	4
28	28 -- 29	0,0E+00	0

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h = 1288 mm ----> δ_h *100 / 50000

Percentage uitbuig. = 2,58 % voldoet , max verpl. < 5,5 %

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop 15 ; Hoogte = 24000 mm
$\delta_{knoop\ x}$ = 287 mm
α = 1,48 graden

δ_{rel} = 332 mm ----> δ_h *100 / 50000

Percentage uitbuig. = 0,66 % voldoet , max verpl. < 1 %

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	566	480	0	0,00E+00	3,29E-03	92
2	2 -- 3	2418	4026	566	1,61E+05	3,28E-03	90
3	3 -- 4	3359	11080	2984	4,21E+06	3,27E-03	83
4	4 -- 5	3716	21376	6343	1,75E+07	3,20E-03	73
5	5 -- 6	618	33317	10059	4,09E+07	3,07E-03	65
6	6 -- 7	3435	52034	10677	4,55E+07	3,05E-03	63
7	7 -- 8	2146	64791	14112	7,53E+07	2,91E-03	56
8	8 -- 9	2222	72978	16258	9,69E+07	2,83E-03	52
9	9 -- 10	4661	81621	18480	1,22E+08	2,73E-03	48
10	10 -- 11	676	100279	23141	1,81E+08	2,52E-03	40
11	11 -- 12	4250	120028	23817	1,90E+08	2,49E-03	39
12	12 -- 13	5160	137748	28067	2,54E+08	2,30E-03	34
13	13 -- 14	4122	160059	33227	3,41E+08	2,06E-03	27
14	14 -- 15	1908	189949	37349	4,19E+08	1,89E-03	23
15	15 -- 16	2314	217051	39256	4,57E+08	1,81E-03	21
16	16 -- 17	2778	228898	41570	5,06E+08	1,71E-03	19
17	17 -- 18	2805	243430	44348	5,67E+08	1,59E-03	17
18	18 -- 19	2824	258464	47153	6,32E+08	1,48E-03	14
19	19 -- 20	2836	274001	49977	7,01E+08	1,36E-03	12
20	20 -- 21	1195	290040	52813	7,75E+08	1,24E-03	11
21	21 -- 22	4474	301895	54008	8,07E+08	1,20E-03	10
22	22 -- 23	2810	332109	58482	9,33E+08	1,03E-03	7
23	23 -- 24	2775	351982	61292	1,02E+09	9,30E-04	6
24	24 -- 25	5381	372425	64068	1,11E+09	8,25E-04	5
25	25 -- 26	4977	415023	69448	1,30E+09	6,16E-04	3
26	26 -- 27	4218	459906	74425	1,50E+09	4,09E-04	1
27	27 -- 28	4276	507072	78643	1,72E+09	2,03E-04	0
28			588852	82919	1,95E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,48E-02	1270
2	2 -- 3		35966	35966	0,00E+00	4,48E-02	1245
3	3 -- 4			35966	8,20E+07	4,45E-02	1143
4	4 -- 5			35966	1,85E+08	4,35E-02	1017
5	5 -- 6			35966	2,87E+08	4,24E-02	895
6	6 -- 7		227009	262975	3,03E+08	4,23E-02	876
7	7 -- 8			262975	9,34E+08	4,09E-02	775
8	8 -- 9			262975	1,31E+09	3,98E-02	718
9	9 -- 10			262975	1,68E+09	3,84E-02	662
10	10 -- 11			262975	2,43E+09	3,56E-02	556
11	11 -- 12		217300	480275	2,54E+09	3,52E-02	542
12	12 -- 13			480275	3,72E+09	3,24E-02	459
13	13 -- 14			480275	5,08E+09	2,89E-02	372
14	14 -- 15			480275	6,14E+09	2,64E-02	311
15	15 -- 16		205011	685286	6,62E+09	2,52E-02	285
16	16 -- 17			685286	7,44E+09	2,38E-02	256
17	17 -- 18			685286	8,42E+09	2,21E-02	223
18	18 -- 19			685286	9,40E+09	2,03E-02	193
19	19 -- 20			685286	1,04E+10	1,86E-02	165
20	20 -- 21			685286	1,13E+10	1,69E-02	140
21	21 -- 22		56990	742276	1,18E+10	1,62E-02	130
22	22 -- 23			742276	1,34E+10	1,38E-02	96
23	23 -- 24			742276	1,45E+10	1,23E-02	77
24	24 -- 25			742276	1,55E+10	1,09E-02	61
25	25 -- 26			742276	1,77E+10	7,97E-03	34
26	26 -- 27			742276	1,98E+10	5,20E-03	15
27	27 -- 28			742276	2,19E+10	2,54E-03	4
28				742276	2,40E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,48E-02	1001
2	2 -- 3		23730	23730	0,00E+00	3,48E-02	981
3	3 -- 4			23730	5,41E+07	3,45E-02	902
4	4 -- 5			23730	1,22E+08	3,39E-02	805
5	5 -- 6			23730	1,89E+08	3,32E-02	709
6	6 -- 7		179009	202739	2,00E+08	3,31E-02	694
7	7 -- 8			202739	6,87E+08	3,21E-02	616
8	8 -- 9			202739	9,76E+08	3,12E-02	571
9	9 -- 10			202739	1,26E+09	3,02E-02	527
10	10 -- 11			202739	1,84E+09	2,81E-02	443
11	11 -- 12		178238	380977	1,92E+09	2,78E-02	432
12	12 -- 13			380977	2,86E+09	2,57E-02	367
13	13 -- 14			380977	3,94E+09	2,30E-02	297
14	14 -- 15			380977	4,78E+09	2,10E-02	249
15	15 -- 16		177337	558314	5,16E+09	2,01E-02	228
16	16 -- 17			558314	5,83E+09	1,90E-02	205
17	17 -- 18			558314	6,63E+09	1,76E-02	179
18	18 -- 19			558314	7,42E+09	1,63E-02	154
19	19 -- 20			558314	8,22E+09	1,49E-02	132
20	20 -- 21			558314	9,01E+09	1,35E-02	112
21	21 -- 22		47009	605323	9,35E+09	1,30E-02	104
22	22 -- 23			605323	1,07E+10	1,11E-02	77
23	23 -- 24			605323	1,16E+10	9,90E-03	62
24	24 -- 25			605323	1,24E+10	8,72E-03	49
25	25 -- 26			605323	1,42E+10	6,41E-03	27
26	26 -- 27			605323	1,59E+10	4,18E-03	12
27	27 -- 28			605323	1,76E+10	2,04E-03	3
28				605323	1,93E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	5,67E-02	1561
2	2 -- 3		62867	62867	0,00E+00	5,67E-02	1529
3	3 -- 4			62867	1,43E+08	5,60E-02	1400
4	4 -- 5			62867	3,23E+08	5,44E-02	1242
5	5 -- 6			62867	5,02E+08	5,25E-02	1090
6	6 -- 7		252172	315039	5,30E+08	5,22E-02	1066
7	7 -- 8			315039	1,29E+09	5,02E-02	943
8	8 -- 9			315039	1,73E+09	4,86E-02	873
9	9 -- 10			315039	2,18E+09	4,69E-02	804
10	10 -- 11			315039	3,08E+09	4,33E-02	676
11	11 -- 12		249461	564499	3,21E+09	4,28E-02	658
12	12 -- 13			564499	4,59E+09	3,93E-02	558
13	13 -- 14			564499	6,20E+09	3,50E-02	451
14	14 -- 15			564499	7,44E+09	3,19E-02	378
15	15 -- 16		246252	810751	8,01E+09	3,05E-02	346
16	16 -- 17			810751	8,98E+09	2,88E-02	311
17	17 -- 18			810751	1,01E+10	2,67E-02	271
18	18 -- 19			810751	1,13E+10	2,47E-02	235
19	19 -- 20			810751	1,24E+10	2,26E-02	201
20	20 -- 21			810751	1,36E+10	2,05E-02	170
21	21 -- 22		120983	931735	1,41E+10	1,97E-02	158
22	22 -- 23			931735	1,62E+10	1,68E-02	117
23	23 -- 24			931735	1,75E+10	1,50E-02	94
24	24 -- 25			931735	1,88E+10	1,33E-02	74
25	25 -- 26			931735	2,15E+10	9,75E-03	41
26	26 -- 27			931735	2,41E+10	6,36E-03	18
27	27 -- 28			931735	2,68E+10	3,11E-03	5
28				931735	2,95E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,51E-02	1003
2	2 -- 3		26151	26151	0,00E+00	3,51E-02	983
3	3 -- 4			26151	5,96E+07	3,48E-02	904
4	4 -- 5			26151	1,34E+08	3,41E-02	805
5	5 -- 6			26151	2,09E+08	3,33E-02	709
6	6 -- 7		176658	202810	2,20E+08	3,32E-02	694
7	7 -- 8			202810	7,07E+08	3,22E-02	616
8	8 -- 9			202810	9,96E+08	3,13E-02	570
9	9 -- 10			202810	1,29E+09	3,03E-02	526
10	10 -- 11			202810	1,86E+09	2,81E-02	443
11	11 -- 12		176052	378861	1,94E+09	2,78E-02	432
12	12 -- 13			378861	2,87E+09	2,57E-02	366
13	13 -- 14			378861	3,95E+09	2,29E-02	297
14	14 -- 15			378861	4,79E+09	2,09E-02	248
15	15 -- 16		175344	554206	5,16E+09	2,00E-02	228
16	16 -- 17			554206	5,83E+09	1,89E-02	205
17	17 -- 18			554206	6,62E+09	1,76E-02	178
18	18 -- 19			554206	7,41E+09	1,62E-02	154
19	19 -- 20			554206	8,20E+09	1,49E-02	132
20	20 -- 21			554206	8,99E+09	1,35E-02	112
21	21 -- 22		52586	606791	9,32E+09	1,30E-02	104
22	22 -- 23			606791	1,07E+10	1,11E-02	77
23	23 -- 24			606791	1,16E+10	9,89E-03	62
24	24 -- 25			606791	1,24E+10	8,71E-03	49
25	25 -- 26			606791	1,41E+10	6,40E-03	27
26	26 -- 27			606791	1,59E+10	4,18E-03	12
27	27 -- 28			606791	1,76E+10	2,04E-03	3
28				606791	1,93E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	5,47E-05	1
2	2 -- 3				1,48E+06	5,47E-05	1
3	3 -- 4				1,48E+06	4,09E-05	1
4	4 -- 5				1,48E+06	3,02E-05	0
5	5 -- 6				1,48E+06	2,36E-05	0
6	6 -- 7				1,48E+06	2,28E-05	0
7	7 -- 8				1,48E+06	1,95E-05	0
8	8 -- 9				1,48E+06	1,80E-05	0
9	9 -- 10				1,48E+06	1,67E-05	0
10	10 -- 11				1,48E+06	1,46E-05	0
11	11 -- 12				1,48E+06	1,44E-05	0
12	12 -- 13				1,48E+06	1,31E-05	0
13	13 -- 14				1,48E+06	1,19E-05	0
14	14 -- 15				1,48E+06	1,12E-05	0
15	15 -- 16				1,48E+06	1,10E-05	0
16	16 -- 17				1,48E+06	1,07E-05	0
17	17 -- 18				1,48E+06	1,03E-05	0
18	18 -- 19				1,48E+06	1,01E-05	0
19	19 -- 20				1,48E+06	9,79E-06	0
20	20 -- 21				1,48E+06	9,55E-06	0
21	21 -- 22				9,91E+06	9,47E-06	0
22	22 -- 23				9,91E+06	7,59E-06	0
23	23 -- 24				9,91E+06	6,53E-06	0
24	24 -- 25				9,91E+06	5,55E-06	0
25	25 -- 26				9,91E+06	3,83E-06	0
26	26 -- 27				9,91E+06	2,36E-06	0
27	27 -- 28				9,91E+06	1,10E-06	0
28					9,91E+06	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

			)**
Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	G_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	10,16	63,04	6,20
3	3 -- 4	17,22	63,76	150,75
4	4 -- 5	27,51	64,77	333,91
5	5 -- 6	39,45	65,88	520,09
6	6 -- 7	68,95	318,24	549,78
7	7 -- 8	81,71	319,27	1314,80
8	8 -- 9	89,90	319,92	1770,22
9	9 -- 10	98,54	320,58	2226,57
10	10 -- 11	117,20	321,98	3142,23
11	11 -- 12	147,73	571,64	3271,06
12	12 -- 13	165,45	572,92	4673,15
13	13 -- 14	187,76	574,47	6308,18
14	14 -- 15	217,65	575,70	7573,36
15	15 -- 16	255,54	822,53	8149,35
16	16 -- 17	267,39	823,22	9136,80
17	17 -- 18	281,92	824,06	10310,49
18	18 -- 19	296,95	824,90	11485,37
19	19 -- 20	312,49	825,74	12661,45
20	20 -- 21	328,53	826,60	13838,74
21	21 -- 22	352,68	947,94	14368,88
22	22 -- 23	382,89	949,28	16503,25
23	23 -- 24	402,76	950,12	17856,58
24	24 -- 25	423,21	950,95	19211,09
25	25 -- 26	465,81	952,57	21923,62
26	26 -- 27	510,69	954,06	24640,56
27	27 -- 28	557,85	955,33	27361,44
28		639,63	956,61	30085,96

)** - Maatgevende belastingcombinatie voor alle staven

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel $D_{voet} - D_{top}$ mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 825	6,20	10,16	27	6,5	1230,8	0,01
2	500 / 825	150,75	17,22	106	152,8	1698,6	0,09
3	500 / 825	333,91	27,51	130	339,6	2389,4	0,14
4	500 / 825	520,09	39,45	126	530,7	3197,9	0,17
5	825 / 1366	549,78	68,95	19	561,7	3680,5	0,16
6	825 / 1366	1314,80	81,71	102	1335,1	4552,8	0,30
7	825 / 1366	1770,22	89,90	58	1795,7	5114,6	0,36
8	825 / 1366	2226,57	98,54	56	2257,6	5709,1	0,40
9	825 / 1366	3142,23	117,20	106	3185,7	6996,3	0,46
10	825 / 1366	3271,06	147,73	14	3316,7	7187,4	0,47
11	825 / 1366	4673,15	165,45	83	4732,5	8414,2	0,57
12	825 / 1366	6308,18	187,76	88	6384,0	9963,0	0,65
13	1366 / 1750	7573,36	217,65	61	7662,5	12321,4	0,63
14	1366 / 1750	8149,35	255,54	26	8245,1	12990,9	0,64
15	1366 / 1750	9136,80	267,39	29	9240,4	13817,6	0,68
16	1366 / 1750	10310,49	281,92	33	10423,3	14832,4	0,71
17	1366 / 1750	11485,37	296,95	30	11607,2	15883,2	0,74
18	1366 / 1750	12661,45	312,49	28	12792,0	16970,0	0,76
19	1366 / 1750	13838,74	328,53	25	13977,6	18092,8	0,78
20	1750/ 2400	14368,88	352,68	10	14511,3	21002,1	0,70
21	1750/ 2400	16503,25	382,89	34	16658,7	23121,7	0,73
22	1750/ 2400	17856,58	402,76	19	18019,6	24516,8	0,74
23	1750/ 2400	19211,09	423,21	17	19381,2	25952,8	0,75
24	1750/ 2400	21923,62	465,81	27	22106,4	28947,4	0,77
25	1750/ 2400	24640,56	510,69	19	24833,0	32105,5	0,78
26	1750/ 2400	27361,44	557,85	11	27560,2	35427,1	0,79
27	1750/ 2400	30085,96	639,63	4	30287,1	38912,2	0,79

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235$ N/mm^2

Indien $90 * a^2_y < d / t < 315\ a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a^2_y < d / t < 315\ a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
522	18,0	28,98	0,81	355	355
608	18,0	33,79	0,81	355	355
717	18,0	39,81	0,81	355	355
825	18,0	45,83	0,81	355	355
842	20,0	42,10	0,81	355	355
933	20,0	46,66	0,81	355	355
987	20,0	49,37	0,81	355	355
1042	20,0	52,08	0,81	355	355
1150	20,0	57,49	0,81	355	355
1165	20,0	58,25	0,81	355	355
1258	20,0	62,91	0,81	342	355
1366	20,0	68,32	0,81	323	355
1450	22,0	65,91	0,81	331	355
1488	22,0	67,64	0,81	325	355
1534	22,0	69,71	0,81	319	355
1588	22,0	72,17	0,81	312	355
1642	22,0	74,63	0,81	305	355
1696	22,0	77,09	0,81	299	355
1750	22,0	79,55	0,81	293	355
1773	25,0	70,92	0,81	315	355
1859	25,0	74,34	0,81	306	355
1913	25,0	76,51	0,81	300	355
1967	25,0	78,67	0,81	295	355
2075	25,0	83,00	0,81	285	355
2183	25,0	87,34	0,81	276	355
2292	25,0	91,67	0,81	268	355
2400	25,0	96,00	0,81	261	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 825	1,95	0,36	355	355	0,01
2	500 / 825	37,28	0,56	355	355	0,11
3	500 / 825	59,40	0,75	355	355	0,17
4	500 / 825	67,80	0,93	355	355	0,19
5	825 / 1366	55,34	1,35	355	355	0,16
6	825 / 1366	115,45	1,50	355	355	0,33
7	825 / 1366	131,99	1,52	355	355	0,38
8	825 / 1366	148,20	1,58	355	355	0,42
9	825 / 1366	178,48	1,73	355	355	0,51
10	825 / 1366	166,03	2,07	355	355	0,47
11	825 / 1366	215,70	2,21	355	342	0,61
12	825 / 1366	247,09	2,31	355	323	0,70
13	1366 / 1750	234,39	2,27	355	331	0,67
14	1366 / 1750	231,31	2,56	355	325	0,66
15	1366 / 1750	244,78	2,60	355	319	0,70
16	1366 / 1750	258,39	2,65	355	312	0,74
17	1366 / 1750	268,38	2,70	355	305	0,76
18	1366 / 1750	276,53	2,75	355	299	0,79
19	1366 / 1750	283,11	2,79	355	293	0,81
20	1750/ 2400	248,54	2,59	355	315	0,71
21	1750/ 2400	268,21	2,72	355	306	0,76
22	1750/ 2400	268,62	2,76	355	300	0,77
23	1750/ 2400	272,71	2,81	355	295	0,78
24	1750/ 2400	286,11	2,97	355	285	0,82
25	1750/ 2400	288,98	3,09	355	276	0,83
26	1750/ 2400	289,93	3,21	355	268	0,83
27	1750/ 2400	289,43	3,51	355	261	0,83

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a \ / \ I_p \ - \ N_{Ed} \ / \ n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

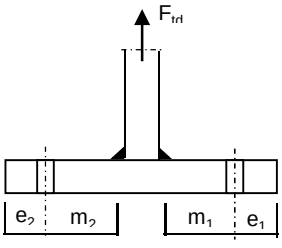
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1}./ 2)^2 + (d_{stc2}./ 2)^2]$

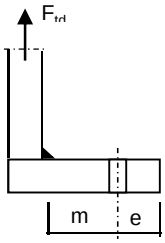
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld}./ 2)^2$$

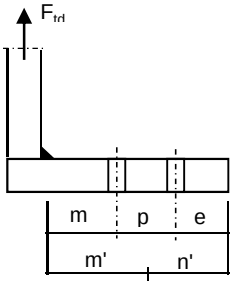
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat :

$m = \max.(m_1;m_2)$
$e = \max.(e_1;e_2)$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :

m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :

$m' = m + p / 2$
$n' = n + p / 3$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1{,}25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		2710,00					
st.c binnenkant		2040,00					
2375	88	568,54	10,87	28	M 48 - 8,8	848,4	0,67
flenzen op 25,0 m hoogte.							
st.c buitenkant		1255,00					
1255,00	32	747,52	17,99	14	M 48 - 10,9	1060,6	0,70

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN-EN 1993-1-8 ,

Stc1	Stc2 mm	m mm	e mm	n mm	m' mm	n' mm	l_{ef} mm
voetplaat							
2710,00	2040,00	148,2	120,0	120,0			145,7
2710,00	2040,00	148,2	120,0	120,0			193,5
flenzen op 25,0 m hoogte.							
1255,00	1255,0	68,7	60,0	60,0			123,2
1255,00	1255,0	68,7	60,0	60,0			123,2

flens dikte mm	$M_{pl;d}$ Nmm	bezwijk-vorm 1	bezwijk-vorm 2	bezwijk-vorm 3	maatgev. $F_{t,Rd}$	$F_{t,Ed}$ kN	toetsing-regel
voetplaat							
80	7,81E+07	2107,02	1341,37	1696,90	1341,37	1137,08	0,85
80	1,04E+08	2799,04	1532,57	1696,90	1532,57	1137,08	0,74
flenzen op 25,0 m hoogte.							
80	6,60E+07	1922,24	1007,47	1060,56	1007,47	747,52	0,74
80	6,60E+07	1922,24	1007,47	1060,56	1007,47	747,52	0,74
	Krachten in kN						

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 2400	1,14	1,450	0,18	9,15

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht traverse kg	massa m kg/m
1	381	1,000		1,000			
2	374	0,981	1 -- 2	0,990	133	202	588,5
3	345	0,904	2 -- 3	0,942	588		257,8
4	308	0,808	3 -- 4	0,856	858		301,1
5	273	0,715	4 -- 5	0,762	995		349,2
6	267	0,700	5 -- 6	0,708	187	1372	3465,6
7	238	0,625	6 -- 7	0,663	1063		442,9
8	222	0,581	7 -- 8	0,603	682		478,8
9	206	0,539	8 -- 9	0,560	720		505,5
10	175	0,458	9 -- 10	0,499	1555		545,5
11	171	0,448	10 -- 11	0,453	230	1415	4114,1
12	146	0,383	11 -- 12	0,416	1477		602,7
13	120	0,315	12 -- 13	0,349	1859		652,4
14	102	0,266	13 -- 14	0,291	1688	803	1132,2
15	94	0,246	14 -- 15	0,256	800	1458	2258,3
16	85	0,222	15 -- 16	0,234	987		822,8
17	74	0,195	16 -- 17	0,208	1211		849,8
18	65	0,170	17 -- 18	0,183	1253		879,2
19	56	0,147	18 -- 19	0,158	1295		908,6
20	48	0,125	19 -- 20	0,136	1337		938,0
21	45	0,117	20 -- 21	0,121	651	337	1646,5
22	33	0,087	21 -- 22	0,102	2518		1119,1
23	27	0,071	22 -- 23	0,079	1656		1162,1
24	21	0,056	23 -- 24	0,064	1704		1195,5
25	12	0,032	24 -- 25	0,044	3550		1245,6
26	5	0,014	25 -- 26	0,023	3740		1312,3
27	1	0,004	26 -- 27	0,009	3930		1379,1
28	0	0,000	27 -- 28	0,002	4121	2694	2391,2

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	$\phi_i^2 * (s)$	$\phi_i^2 *(s)*m$	$\phi_i * (s)$
1 -- 2	589	0,990	0,570	0,56	329,00	0,56
2 -- 3	258	0,942	2,280	2,02	521,71	2,15
3 -- 4	301	0,856	2,850	2,09	628,46	2,44
4 -- 5	349	0,762	2,850	1,65	577,03	2,17
5 -- 6	3466	0,708	0,450	0,23	781,07	0,32
6 -- 7	443	0,663	2,400	1,05	466,87	1,59
7 -- 8	479	0,603	1,425	0,52	248,24	0,86
8 -- 9	505	0,560	1,425	0,45	226,15	0,80
9 -- 10	546	0,499	2,850	0,71	386,85	1,42
10 -- 11	4114	0,453	0,400	0,08	337,69	0,18
11 -- 12	603	0,416	2,450	0,42	254,95	1,02
12 -- 13	652	0,349	2,850	0,35	226,65	1,00
13 -- 14	1132	0,291	2,200	0,19	210,33	0,64
14 -- 15	2258	0,256	1,000	0,07	147,97	0,26
15 -- 16	823	0,234	1,200	0,07	53,91	0,28
16 -- 17	850	0,208	1,425	0,06	52,59	0,30
17 -- 18	879	0,183	1,425	0,05	41,73	0,26
18 -- 19	909	0,158	1,425	0,04	32,48	0,23
19 -- 20	938	0,136	1,425	0,03	24,74	0,19
20 -- 21	1647	0,121	0,600	0,01	14,48	0,07
21 -- 22	1119	0,102	2,250	0,02	26,28	0,23
22 -- 23	1162	0,079	1,425	0,01	10,41	0,11
23 -- 24	1195	0,064	1,425	0,01	6,91	0,09
24 -- 25	1246	0,044	2,850	0,01	6,90	0,13
25 -- 26	1312	0,023	2,850	0,00	1,99	0,07
26 -- 27	1379	0,009	2,850	0,00	0,31	0,03
27 -- 28	2391	0,002	2,850	0,00	0,02	0,01
		Σ	50,00	10,67	5615,73	17,39

m_e = 5615,7 / 10,7 = 526,2 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 2400	526,2	0,030	1,25	1,450	12,0

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 12,0

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} \phi^2_i(s) \, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 17,39 / (4 * π * 10,67) = 0,130 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;
ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,450 * 9,15 / $15*10^{-6}$ = 8,8E+05

C_{lat} = 0,20

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)| \, ds}{\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6
Lj = 8,70 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 7,43 / 17,39 = 0,43

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,083 * 0,130 * 0,43 * 0,2 = 0,028

$y_{F;max}$ = 1,450 * 0,028 = 0,041 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		204502	204502	0,00E+00	5,6E-02	1000
2	2 -- 3			204502	1,17E+08	5,6E-02	968
3	3 -- 4			204502	5,83E+08	5,2E-02	844
4	4 -- 5			204502	1,17E+09	4,6E-02	703
5	5 -- 6			204502	1,75E+09	4,0E-02	580
6	6 -- 7			204502	1,84E+09	3,9E-02	562
7	7 -- 8			204502	2,33E+09	3,4E-02	475
8	8 -- 9			204502	2,62E+09	3,1E-02	428
9	9 -- 10			204502	2,91E+09	2,9E-02	385
10	10 -- 11			204502	3,50E+09	2,5E-02	309
11	11 -- 12			204502	3,58E+09	2,4E-02	299
12	12 -- 13			204502	4,08E+09	2,1E-02	244
13	13 -- 14			204502	4,66E+09	1,7E-02	190
14	14 -- 15			204502	5,11E+09	1,5E-02	155
15	15 -- 16			204502	5,32E+09	1,4E-02	141
16	16 -- 17			204502	5,56E+09	1,3E-02	125
17	17 -- 18			204502	5,85E+09	1,2E-02	107
18	18 -- 19			204502	6,15E+09	1,0E-02	92
19	19 -- 20			204502	6,44E+09	9,4E-03	77
20	20 -- 21			204502	6,73E+09	8,3E-03	65
21	21 -- 22			204502	6,85E+09	7,9E-03	60
22	22 -- 23			204502	7,31E+09	6,6E-03	44
23	23 -- 24			204502	7,60E+09	5,8E-03	35
24	24 -- 25			204502	7,89E+09	5,0E-03	27
25	25 -- 26			204502	8,48E+09	3,6E-03	15
26	26 -- 27			204502	9,06E+09	2,3E-03	6
27	27 -- 28			204502	9,64E+09	1,1E-03	2
28	28 -- 29			204502	1,02E+10	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf	profiel		$W_{y;el}$	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd})	$y_{F;max}$	$\Delta\sigma_{dyn}$
nummer	D (mm)	t (mm)	mm^3	N/mm^2	m	MPa
1	522	18,0	3466902	34	0,0413	2,8
2	608	18,0	4784830	122	0,0413	10,1
3	717	18,0	6730689	173	0,0413	14,3
4	825	18,0	9008164	194	0,0413	16,0
5	842	20,0	10367648	178	0,0413	14,7
6	933	20,0	12824815	182	0,0413	15,0
7	987	20,0	14407388	182	0,0413	15,0
8	1042	20,0	16082078	181	0,0413	15,0
9	1150	20,0	19707810	177	0,0413	14,6
10	1165	20,0	20246171	177	0,0413	14,6
11	1258	20,0	23702011	172	0,0413	14,2
12	1366	20,0	28064684	166	0,0413	13,7
13	1450	22,0	34708213	147	0,0413	12,2
14	1488	22,0	36593954	145	0,0413	12,0
15	1534	22,0	38922712	143	0,0413	11,8
16	1588	22,0	41781443	140	0,0413	11,6
17	1642	22,0	44741503	137	0,0413	11,3
18	1696	22,0	47802894	135	0,0413	11,1
19	1750	22,0	50965614	132	0,0413	10,9
20	1773	25,0	59160831	116	0,0413	9,6
21	1859	25,0	65131458	112	0,0413	9,3
22	1913	25,0	69061335	110	0,0413	9,1
23	1967	25,0	73106360	108	0,0413	8,9
24	2075	25,0	81541853	104	0,0413	8,6
25	2183	25,0	90437936	100	0,0413	8,3
26	2292	25,0	99794610	97	0,0413	8,0
27	2400	25,0	109611876	93	0,0413	7,7

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y}$ = 1,14 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1}$ = 9,15 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvindt

z_s = 45,65 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0
Seizoensfactor C_{season} = 1,0
Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

z_0 = 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$
$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07}$ = 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\}$ = 1,14

$V_m(z)$ = 30,7 m/s

V_o = 30,7 * 20 / 100 = 6,14 m/s

$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 1,14 * [9,15 / 6,14]^2 * \exp[-(9,15 / 6,14)^2]$ = 2,63E+08

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

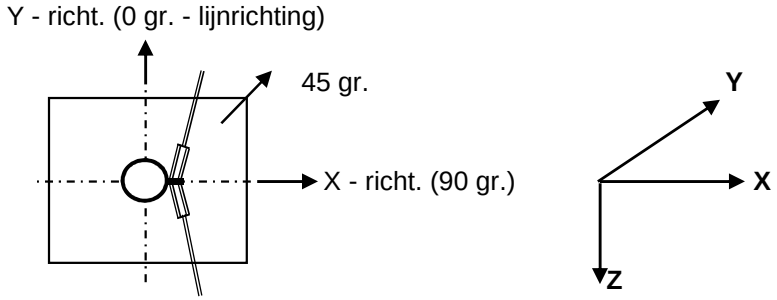
$\gamma * \Delta\sigma =$ 1,2 * $\Delta\sigma$

$\Delta\sigma k =$	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma k =$	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling		$\gamma * \Delta\sigma =$	$\Delta\sigma_k$	$0{,}55\,\Delta\sigma_k$	N - wissel.	N	D
		in	in	in	$\Delta\sigma_i$-N lijn	span.wissl.	beschadiging
Knoop		MPa	MPa	MPa			< 1
3	Lasnaad	12,06	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
4	Lasnaad	17,15	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
5	Lasnaad	19,22	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
7	Lasnaad	18,00	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
9	Lasnaad	17,95	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
10	Lasnaad	17,57	46	25,30	1,000E+10	2,63E+08	0,03
12	Lasnaad	17,05	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
13	Lasnaad	16,45	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
14	flenzen	14,59	35	19,25	1,000E+10	2,63E+08	0,03
16	Lasnaad	14,15	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
18	Lasnaad	13,60	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
20	Lasnaad	13,07	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
22	Lasnaad	11,12	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
23	Lasnaad	10,90	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
24	Lasnaad	10,69	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
25	Lasnaad	10,30	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
26	Lasnaad	9,92	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
27	Lasnaad	9,57	45	24,75	1,000E+10	2,63E+08	0,03
28	voetplaat	9,24	35	19,25	1,000E+10	2,63E+08	0,03

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			538			
2 - Windbelasting mast	88				2082	
3 - Belasting geval 1a	742		51		24018	
4 - Belasting geval 1b	605		51		19347	
5 - Belasting geval 3	932		101		29501	
6 - Belasting geval 4	607		62		19347	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	831		589		26099	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	622		589		19737	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	957		**640**		**30086**	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	623		600		19737	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	25129	kNm	30086	kNm	30086	kNm
Dwarskracht	808	kN	957	kN	957	kN
Verticale kracht	491	kN	640	kN	442	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		2710,00					
st.c binnenkant		2040,00					
2375	88	568,54	10,87	28	M 48 - 8,8	848,45	0,67
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		2710,00					
st.c binnenkant		2040,00					
2375	88	475,36	9,18	28	M 48 - 8,8	848,45	0,56

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 568,5 kN

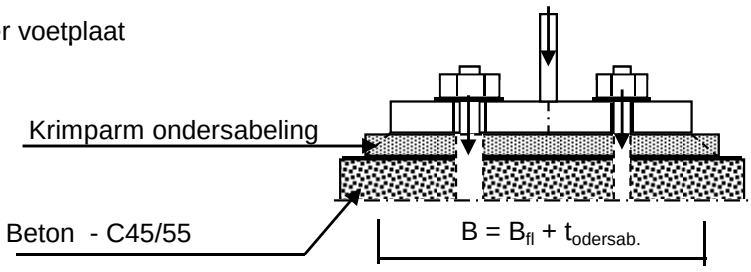
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 475,4 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 583,1 + 1,00 * 475,4 = 1058,4 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

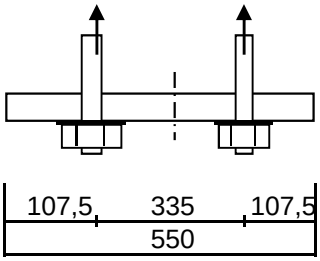
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	575,0	mm	D =	2375	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	88	
B =	615,0	mm			

A_{voetpl} = 615 * 2*π*D / n = 104288 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 20,3 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring

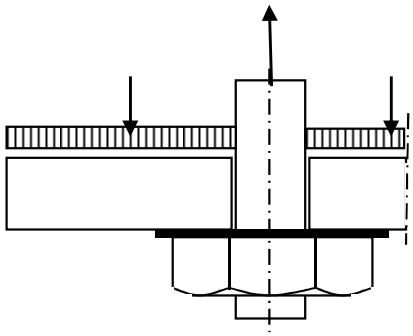


D = 2375 mm
n = 88

$A_{stortring}$ = 550 * 2*π*D / n = 93266 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 12,2 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring



$L_{uitkr.}$ = 107,5 mm
L_{veld} = 335 mm

t = 35 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 70446 Nmm/mm' ; $V_{z;d;st}$ = 2042 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 100582 Nmm/mm' ; $V_{z;d;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 100582 Nmm/mm' ; $V_{z;d;st}$ = 2042 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 108719 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 7174 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 100582 / 108718,8 = 0,93 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 328,4 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 2042 / 7174 = 0,28 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 58,3 N/mm^2

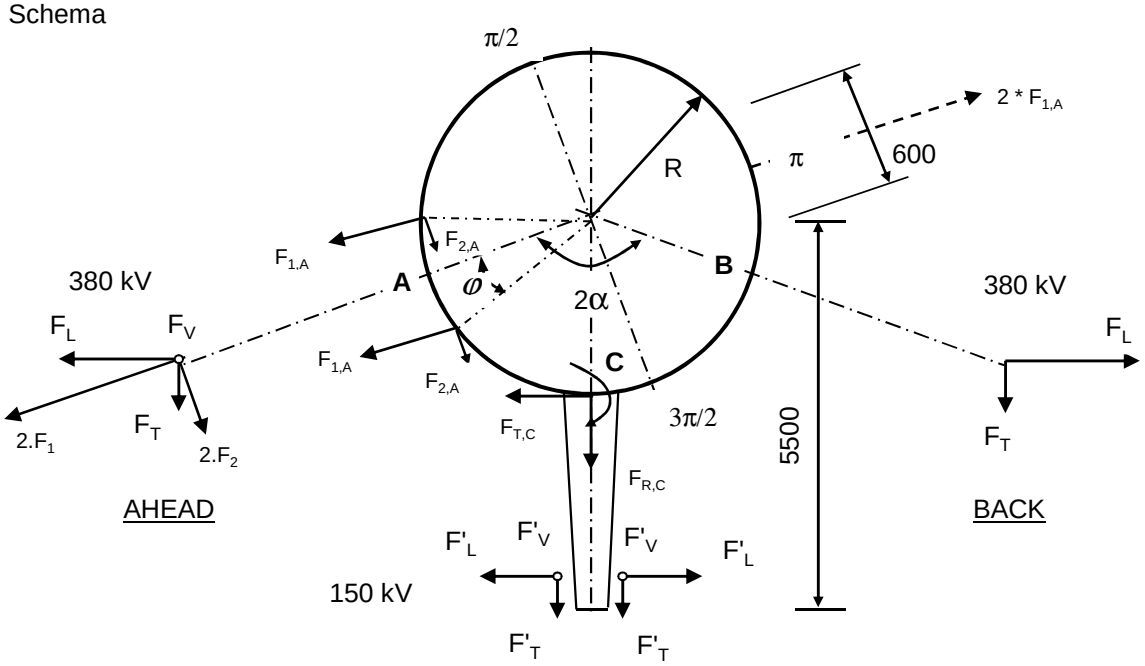
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (328,4^2 + 3*58,3^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 344 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV

Schema



F_V en F'_V : Verticale kracht resp. 380kV en 150kV
F_T en F'_T : Transverse kracht resp. 380kV en 150kV
F_L en F'_L : Longitudinale kracht resp. 380kV en 150kV

2α is hoek tussen lijnen en α is bissectrice van hoek tussen de lijnen

380 kV: Per bevevestigingsring

$F_{1;A} = (F_{L,Ah}.\sin\alpha + F_{T,Ah}.\cos\alpha) / 4$; $F_{1;B} = 0$

$F_{2;A} = (F_{L,Ah}.\cos\alpha - F_{T,Ah}.\sin\alpha) / 4$; $F_{2;B} = 0$

$F_{3;A} = F_{V,ah} / 4$; $F_{3;B} = 0$

150 kV: Per bevevestigingsring

$F_{T;C} = \Sigma F'_L / 2$ $M_{T;C} = F_{T;C} * (5500 - R)$

$F_{R;C} = \Sigma F'_T / 2$

$F_{V;C} = \Sigma F'_V / 2$ $M_{V;C} = 2 * F_{V;C} * (5500 - R)$

$F'_{R;C} = \pm M_{C;L} / (2 * z)$

$z = 2*(d^3_{uit} - d^3_{inw}) / 3*\pi*(d^2_{uit} - d^2_{inw})$

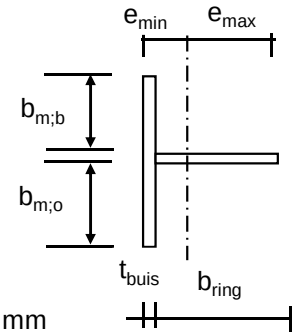
$F_{R;C;max} = F_{R;C} + F'_{R;C}$

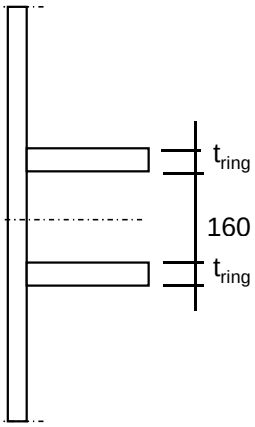
Opmerking:
In mast W2E350 zijn de geleiders van de 150 kV niet aanwezig.

9.1.1 - Afspanpunt trekisolatoren op 41,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	20	mm
$t_{buis;reken}$ =	20	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	135	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm





Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0{,}5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	210,9	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	8918	mm^2
e_{min} =	33,5	mm
e_{max} =	121,5	mm
I =	15614845	mm^4
W_{min} =	128480	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	2111	kN
$M_{y;Rd}$ =	30	kNm
$M_{w;Rd}$ =	4907	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	369	kN

Belastingen op 41,0 meter

Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix E
Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	14915	115316	195538	0,0	0,0	0,0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	25694	117519	223114	0,0	0,0	0,0
BG 1a - (wind (45 gr))	14907	65883	133920	0,0	0,0	0,0
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	25691	100822	212098	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 842 mm

R = 421,0 mm

Mast 38 : Lijnhoek = 2. α = 179,2 graden

Mast 154 : Lijnhoek = 2. α = 180 graden

Lijnhoek = 2. α = 179,2 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (421+80)) = 36,8 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	49,1	98,2	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	56,0	112,0	0,0	0,0		
BG 1a - (wind (45 gr))	33,6	67,2	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	53,2	106,4	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	28,5					
	29,0					
	16,2					
	24,8					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

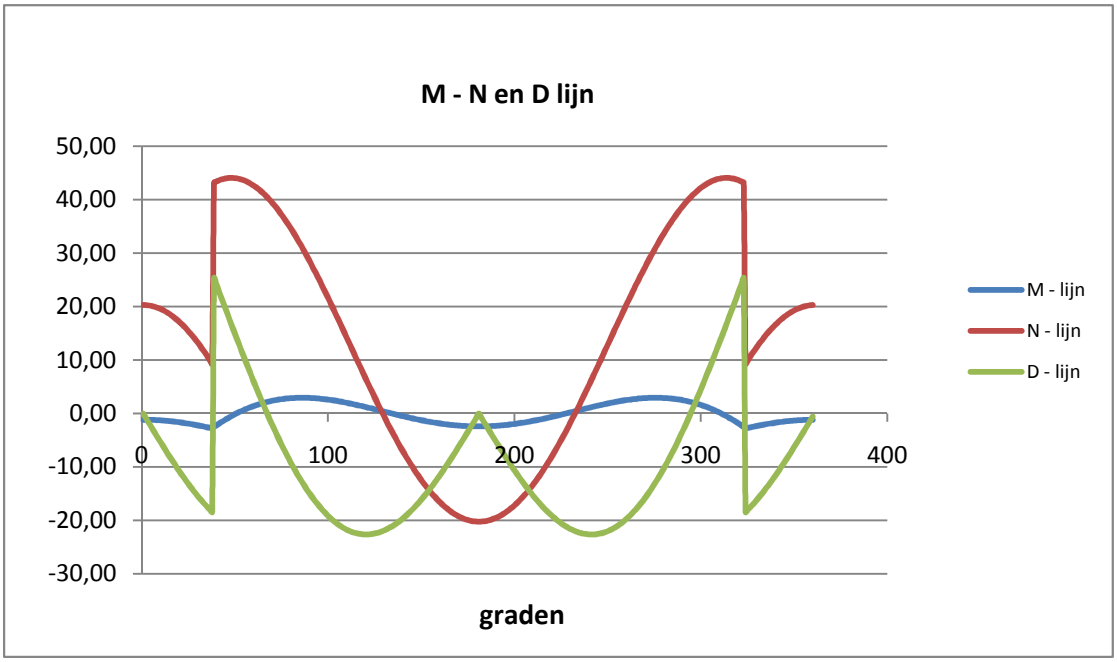
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr.+ ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-1,19	20,28	0,00	0,29	3,36
15,0	-1,48	18,38	-8,48	0,81	9,45
30,0	-2,29	12,89	-15,76	1,31	15,26
45,0	-0,98	44,03	18,83	2,45	28,57
60,0	1,47	42,46	5,36	1,23	14,39
75,0	2,70	36,79	-6,39	0,18	2,08
90,0	2,88	27,99	-15,36	0,62	7,29
105,0	2,25	17,28	-20,88	1,12	13,10
120,0	1,13	6,02	-22,64	1,30	15,15
135,0	-0,17	-4,44	-20,76	1,17	13,71
150,0	-1,34	-12,89	-15,76	0,81	9,45
165,0	-2,15	-18,38	-8,48	0,29	3,36
180,0	-2,44	-20,28	0,00	0,29	3,36
195,0	-2,15	-18,38	-8,48	0,81	9,45
210,0	-1,34	-12,89	-15,76	1,17	13,71
225,0	-0,17	-4,44	-20,76	1,30	15,15
240,0	1,13	6,02	-22,64	1,12	13,10
255,0	2,25	17,28	-20,88	0,62	7,29
270,0	2,88	27,99	-15,36	0,18	2,08
285,0	2,70	36,79	-6,39	1,23	14,39
300,0	1,47	42,46	5,36	2,45	28,57
315,0	-0,98	44,03	18,83	1,31	15,26
330,0	-2,29	12,89	-15,76	0,81	9,45
345,0	-1,48	18,38	-8,48	0,29	3,35
360,0	-1,19	20,27	-0,58	0,00	0,02

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 15614845 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	44,1	kN	N_{Rd} =	2111	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	2,92	kNm	M_{Rd} =	30	kNm
$V_{Ed;max}$ =	25,3	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 44,08 / 2111 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 4,9 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 2,92 / 30,4 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 22,7 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 25,34 / 369 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 9,4 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 31,20

V_{Ed} = 12,73

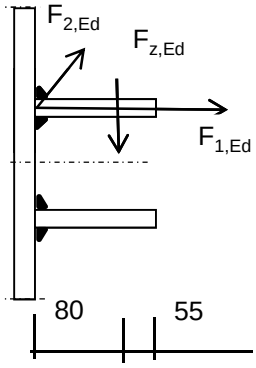
$\sigma_b + \sigma_N$ = 22,7 + 3,5 = 26,2 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 4,7 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 27 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	55,98	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	28,99	kN
F_z =	12,85	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	28,57	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 24,7 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 18,12 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 17,86 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 38,93 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 63,67 N/mm^2

σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 141,8 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$	141,8	/	302,2	=	0,47	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	63,7	/	244,8	=	0,26	< 1,0 -- Voldoet

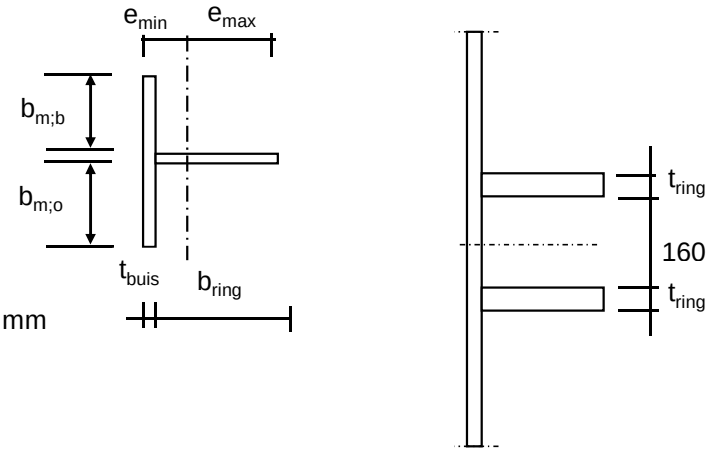
9.1.2 - Afspanpunt trekisolatoren op 32,5 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 20 mm
$t_{buis;reken}$ = 20 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²
E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 210,9 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 8918 mm^2
e_{min} = 33,5 mm
e_{max} = 121,5 mm

I = 15614845 mm^4
W_{min} = 128480 mm^3

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 2111 kN
$M_{y;Rd}$ = 30 kNm
$M_{w;Rd}$ = 9583 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 32,5 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 41 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	14915	115316	195538	0,0	0,0	0,0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	25694	117519	223114	0,0	0,0	0,0
BG 1a - (wind (45 gr))	14907	65883	133920	0,0	0,0	0,0
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	25691	100822	212098	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1165 mm

R = 582,5 mm

Mast 38 : Lijnhoek = 2. α = 179,2 graden

Mast 154 : Lijnhoek = 2. α = 180 graden

Lijnhoek = 2. α = 179,2 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (583+80)) = 26,9 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	49,1	98,2	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	56,0	112,0	0,0	0,0		
BG 1a - (wind (45 gr))	33,6	67,2	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	53,2	106,4	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	28,5					
	29,0					
	16,2					
	24,8					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

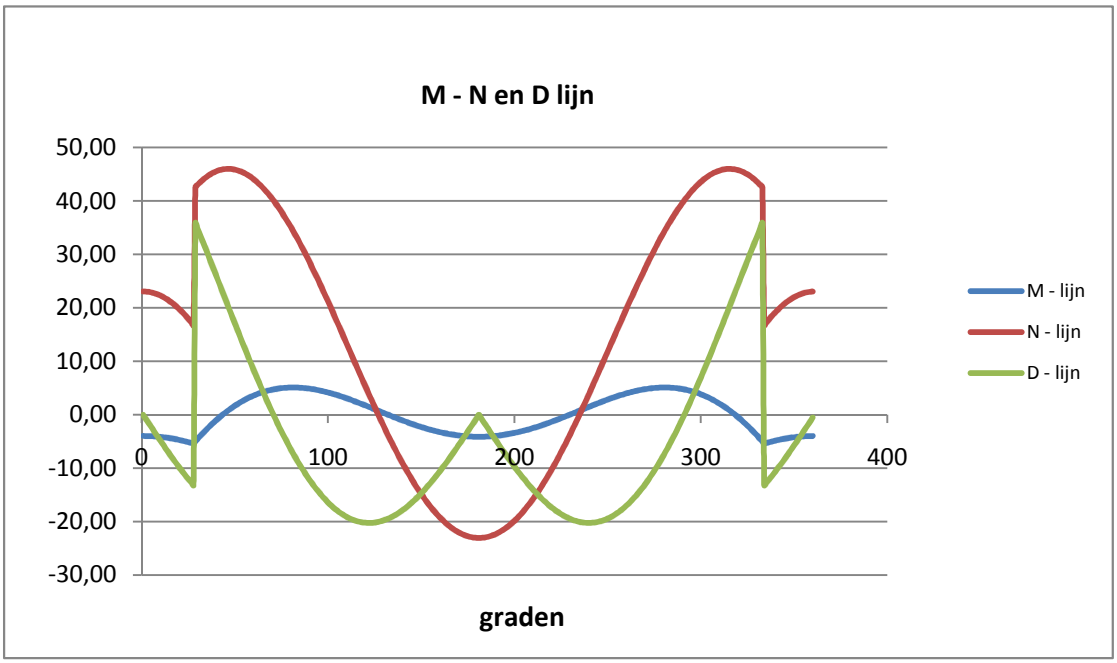
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr.+ ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-3,99	23,06	0,00	0,45	5,29
15,0	-4,45	21,06	-7,76	0,22	2,55
30,0	-4,23	43,29	34,11	4,87	56,86
45,0	0,64	45,99	20,79	3,05	35,61
60,0	3,69	43,85	7,76	1,31	15,34
75,0	5,01	37,51	-3,70	0,17	2,01
90,0	4,84	27,99	-12,58	1,28	14,98
105,0	3,55	16,56	-18,19	1,94	22,68
120,0	1,61	4,63	-20,23	2,13	24,87
135,0	-0,52	-6,41	-18,79	1,88	21,97
150,0	-2,40	-15,30	-14,37	1,28	14,96
165,0	-3,69	-21,06	-7,76	0,45	5,29
180,0	-4,14	-23,06	0,00	0,45	5,29
195,0	-3,69	-21,06	-7,76	1,28	14,96
210,0	-2,40	-15,30	-14,37	1,88	21,97
225,0	-0,52	-6,41	-18,79	2,13	24,87
240,0	1,61	4,63	-20,23	1,94	22,68
255,0	3,55	16,56	-18,19	1,28	14,98
270,0	4,84	27,99	-12,58	0,17	2,01
285,0	5,01	37,51	-3,70	1,31	15,34
300,0	3,69	43,85	7,76	3,05	35,61
315,0	0,64	45,99	20,79	4,87	56,86
330,0	-4,23	43,29	34,11	0,22	2,55
345,0	-4,45	21,06	-7,76	0,45	5,27
360,0	-4,00	23,05	-0,53	0,00	0,02

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 15614845 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	46,0	kN	N_{Rd} =	2111	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	5,42	kNm	M_{Rd} =	30	kNm
$V_{Ed;max}$ =	35,8	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 46,00 / 2111 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,2 N/mm²

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 5,42 / 30,4 = 0,18 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 42,2 N/mm²

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 35,83 / 369 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 13,3 N/mm²

Bij maximale moment : N_{Ed} = 16,73

V_{Ed} = 13,19

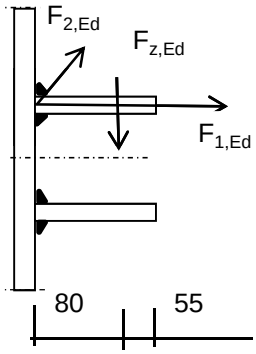
$\sigma_b + \sigma_N$ = 42,2 + 1,9 = 44,0 N/mm² < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 4,9 N/mm²

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 45 N/mm² < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	55,98	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	28,99	kN
F_z =	12,85	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	56,86	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 24,7 N/mm²

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 18,12 N/mm²

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 35,53 N/mm²

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 38,93 N/mm²

$\sigma_1 = \tau_1$ = 63,67 N/mm²

σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 157,6 N/mm²

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

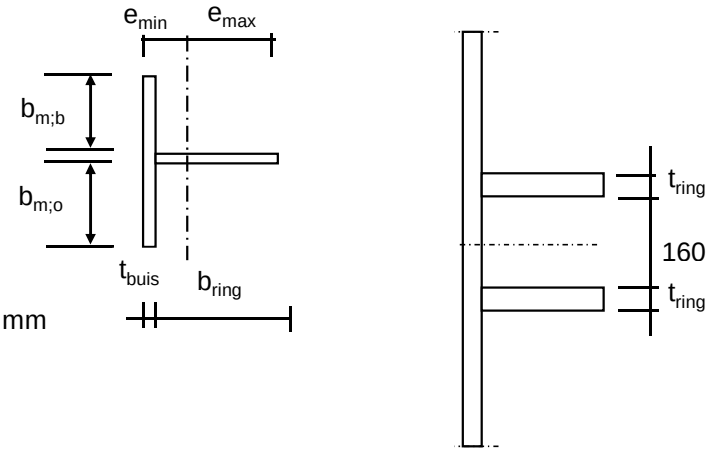
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 157,6 / 302,2 = 0,52 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 63,7 / 244,8 = 0,26 < 1,0 -- Voldoet

9.1.3 - Afspanpunt trekisolatoren op 24,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	22	mm
$t_{buis;reken}$ =	22	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	135	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	232,0	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	10004	mm^2
e_{min} =	32,2	mm
e_{max} =	124,8	mm
I =	16542576	mm^4
W_{min} =	132539	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	2367	kN
$M_{y;Rd}$ =	31	kNm
$M_{w;Rd}$ =	17321	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	369	kN

Belastingen op 24,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 41 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	14915	115316	195538	0	0	0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	25694	117519	223114	0	0	0
BG 1a - (wind (45 gr))	14907	65883	133920	0	0	0
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	25691	100822	212098	0	0	0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1488 mm

R = 744,0 mm

Mast 38 : Lijnhoek = 2. α = 179,2 graden

Mast 154 : Lijnhoek = 2. α = 180 graden

Lijnhoek = 2. α = 179,2 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (744+80)) = 21,4 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	49,1	98,2	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	56,0	112,0	0,0	0,0		
BG 1a - (wind (45 gr))	33,6	67,2	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	53,2	106,4	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	28,5					
	29,0					
	16,2					
	24,8					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

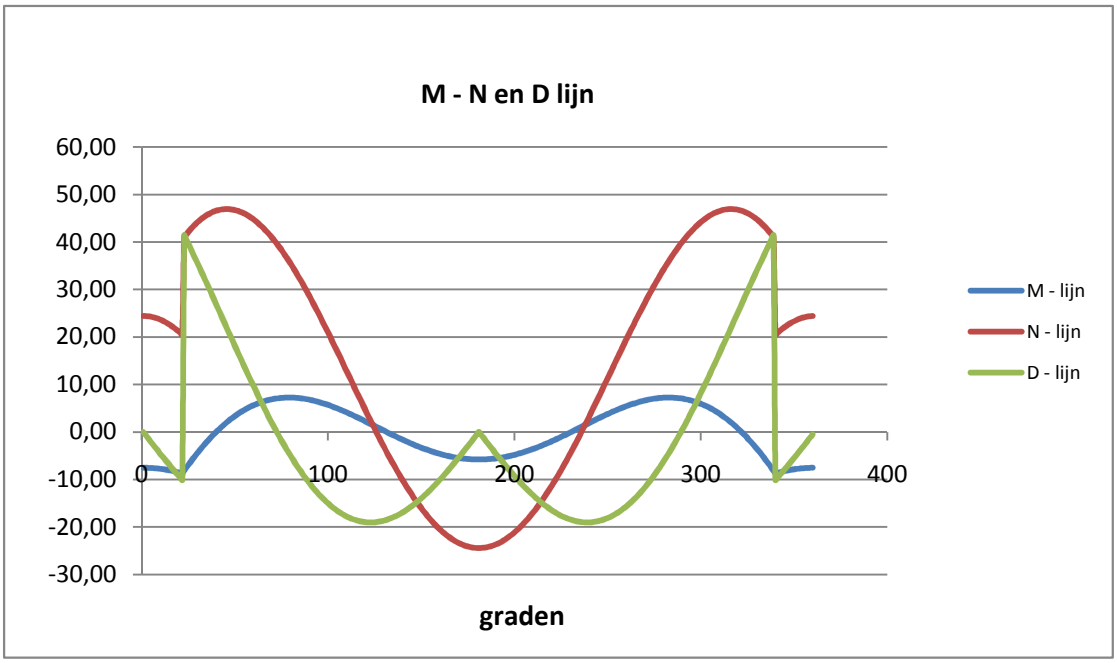
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr.+ ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-7,52	24,44	0,00	0,61	6,77
15,0	-8,14	22,40	-7,40	4,16	45,82
30,0	-3,98	44,49	34,80	6,06	66,74
45,0	2,08	46,97	21,77	3,68	40,59
60,0	5,76	44,54	8,96	1,43	15,76
75,0	7,19	37,87	-2,36	0,49	5,36
90,0	6,71	27,99	-11,20	1,91	21,00
105,0	4,80	16,21	-16,85	2,73	30,08
120,0	2,07	3,94	-19,03	2,94	32,34
135,0	-0,86	-7,39	-17,81	2,57	28,29
150,0	-3,43	-16,50	-13,68	1,74	19,17
165,0	-5,17	-22,40	-7,40	0,61	6,77
180,0	-5,79	-24,44	0,00	0,61	6,77
195,0	-5,17	-22,40	-7,40	1,74	19,17
210,0	-3,43	-16,50	-13,68	2,57	28,29
225,0	-0,86	-7,39	-17,81	2,94	32,34
240,0	2,07	3,94	-19,03	2,73	30,08
255,0	4,80	16,21	-16,85	1,91	21,00
270,0	6,71	27,99	-11,20	0,49	5,36
285,0	7,19	37,87	-2,36	1,43	15,76
300,0	5,76	44,54	8,96	3,68	40,59
315,0	2,08	46,97	21,77	6,06	66,74
330,0	-3,98	44,49	34,80	4,16	45,82
345,0	-8,14	22,40	-7,40	0,61	6,74
360,0	-7,53	24,43	-0,51	0,00	0,03

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 16542576 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	47,0	kN	N_{Rd} =	2367	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	8,71	kNm	M_{Rd} =	31	kNm
$V_{Ed;max}$ =	41,4	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 46,97 / 2367 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 4,7 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 8,71 / 31,4 = 0,28 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 65,7 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 41,37 / 369 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 15,3 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 20,48

V_{Ed} = 10,11

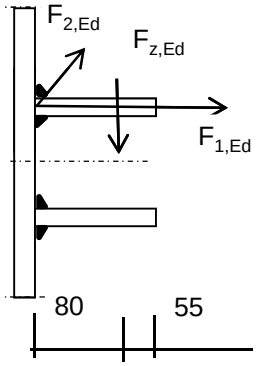
$\sigma_b + \sigma_N$ = 65,7 + 2,0 = 67,8 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 3,7 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 68 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	55,98	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	28,99	kN
F_z =	12,85	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	66,74	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 24,7 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 18,12 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 41,71 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 38,93 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 63,67 N/mm^2

σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 164,2 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

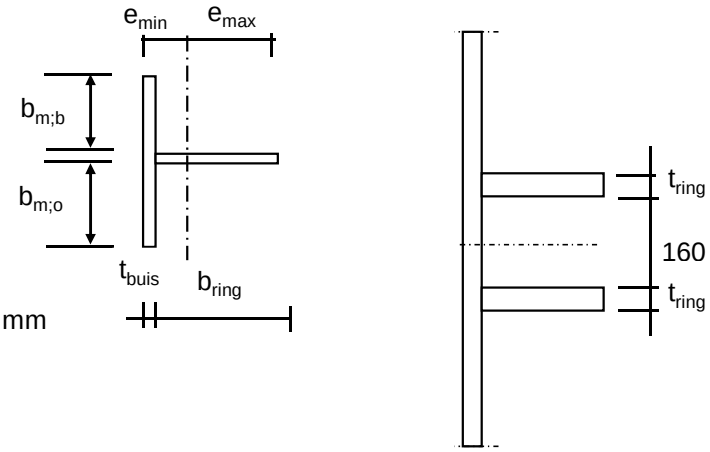
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$	164,2 /	302,2 =	0,54	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	63,7 /	244,8 =	0,26	< 1,0	-- Voldoet

9.1.4 - Afspanpunt trekisolatoren op 44,5 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	18	mm
$t_{buis;reken}$ =	18	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	105	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	189,8	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	7316	mm^2
e_{min} =	26,7	mm
e_{max} =	96,3	mm
I =	7733172,9	mm^4
W_{min} =	80263	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	1732	kN
$M_{y;Rd}$ =	19	kNm
$M_{w;Rd}$ =	3116	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	287	kN

Belastingen - bevestiging op 44,5 meter hoogte

Voor belastingen zie : ontwerpbelasting opstijgpunten

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a / BG 3	17400	8500	28000	0	0	0

Diameter mast t.p.v ringen D = 709 mm

R = 354,5 mm

Lijnhoek = 2. α = 180 graden

hoek φ = boogsin(300 / (355+50)) = 47,9 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a / BG 3	7,0	14,0	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	2,1					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

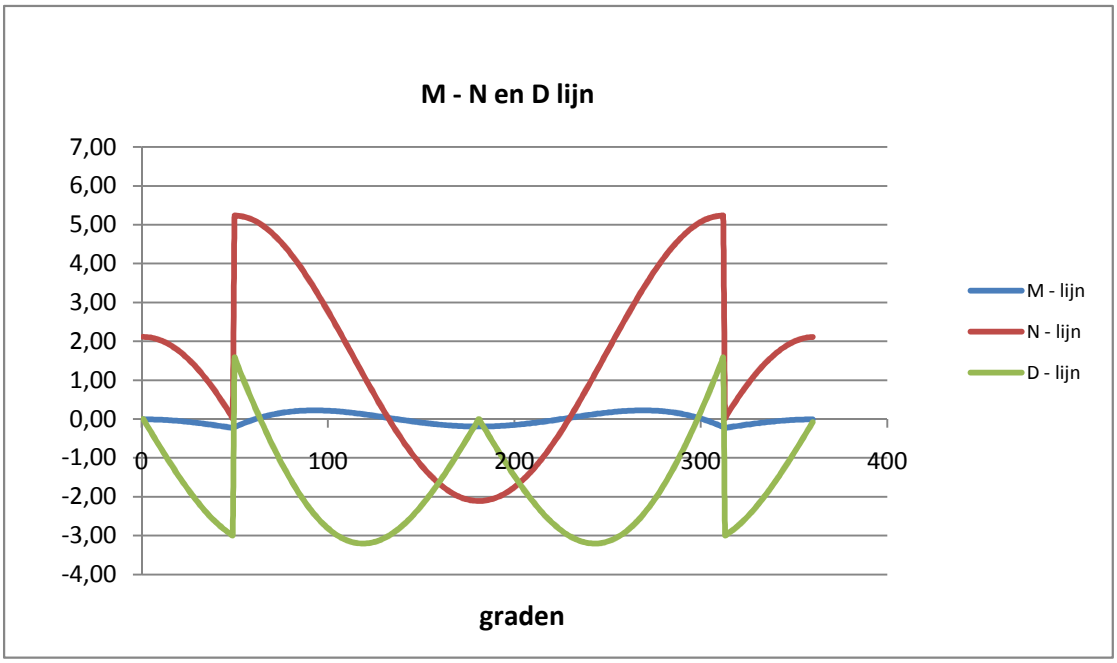
Krachten in de mast

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-0,01	2,11	0,00	0,03	0,28
15,0	-0,03	1,89	-1,17	0,07	0,77
30,0	-0,10	1,25	-2,18	0,10	1,10
45,0	-0,20	0,26	-2,90	0,20	2,20
60,0	0,00	5,10	0,30	0,17	1,83
75,0	0,16	4,49	-1,21	0,06	0,64
90,0	0,22	3,50	-2,34	0,03	0,30
105,0	0,19	2,27	-3,02	0,08	0,90
120,0	0,11	0,96	-3,20	0,11	1,16
135,0	0,01	-0,26	-2,90	0,10	1,10
150,0	-0,09	-1,25	-2,18	0,07	0,77
165,0	-0,16	-1,89	-1,17	0,03	0,28
180,0	-0,19	-2,11	0,00	0,03	0,28
195,0	-0,16	-1,89	-1,17	0,07	0,77
210,0	-0,09	-1,25	-2,18	0,10	1,10
225,0	0,01	-0,26	-2,90	0,11	1,16
240,0	0,11	0,96	-3,20	0,08	0,90
255,0	0,19	2,27	-3,02	0,03	0,30
270,0	0,22	3,50	-2,34	0,06	0,64
285,0	0,16	4,49	-1,21	0,17	1,83
300,0	0,00	5,10	0,30	0,20	2,20
315,0	-0,20	0,26	-2,90	0,10	1,10
330,0	-0,10	1,25	-2,18	0,07	0,77
345,0	-0,03	1,89	-1,17	0,03	0,28
360,0	-0,01	2,11	-0,08	0,00	0,00

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 110250 mm^3

$I =$ 7733173 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	5,2	kN	N_{Rd} =	1732	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	0,22	kNm	M_{Rd} =	19	kNm
$V_{Ed;max}$ =	3,2	kN	V_{Rd} =	287	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 5,23 / 1732 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 0,7 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 0,22 / 19,0 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 2,8 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 3,20 / 287 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 1,5 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 0,03

V_{Ed} = 2,99

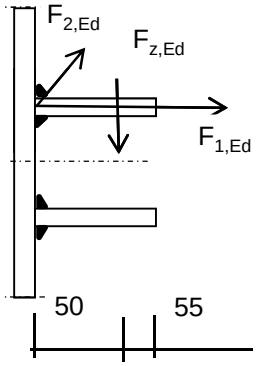
$\sigma_b + \sigma_N$ = 2,8 + 0,0 = 2,8 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 1,4 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 4 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	7,00	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	2,13	kN
F_z =	8,70	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	2,20	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 50 = 100 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 4,9 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 2,13 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 2,20 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 50)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 42,18 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 47,13 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 94,6 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

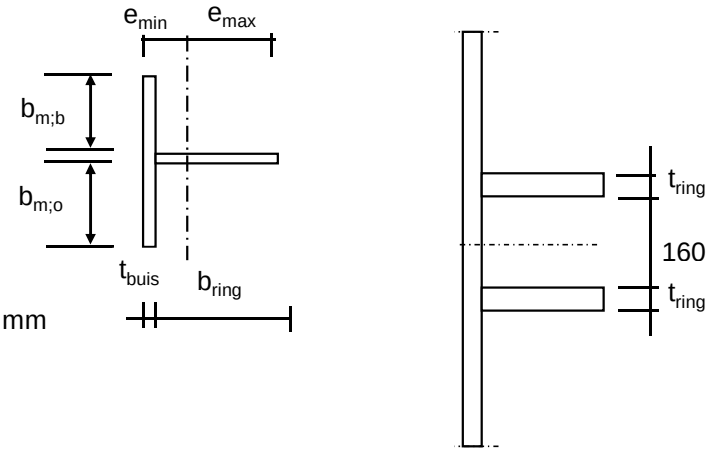
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$	94,6	/	302,2	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	47,1	/	244,8	=	0,19	< 1,0 -- Voldoet

9.1.5 - Afspanpunt trekisolatoren op 36,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	20	mm
$t_{buis;reken}$ =	20	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	105	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	210,9	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	8318	mm^2
e_{min} =	25,8	mm
e_{max} =	99,2	mm
I =	8268707,8	mm^4
W_{min} =	83337	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	1969	kN
$M_{y;Rd}$ =	20	kNm
$M_{w;Rd}$ =	7470	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	287	kN

Belastingen - bevestiging op 36,0 meter hoogte

Voor belastingen zie : ontwerpbelasting opstijgpunten

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a / BG 3	17400	8500	28000	0	0	0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1032 mm

R = 516,0 mm

Lijnhoek = 2. α = 180 graden

hoek φ = boogsin(300 / (516+50)) = 32,0 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a / BG 3	7,0	14,0	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	2,1					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

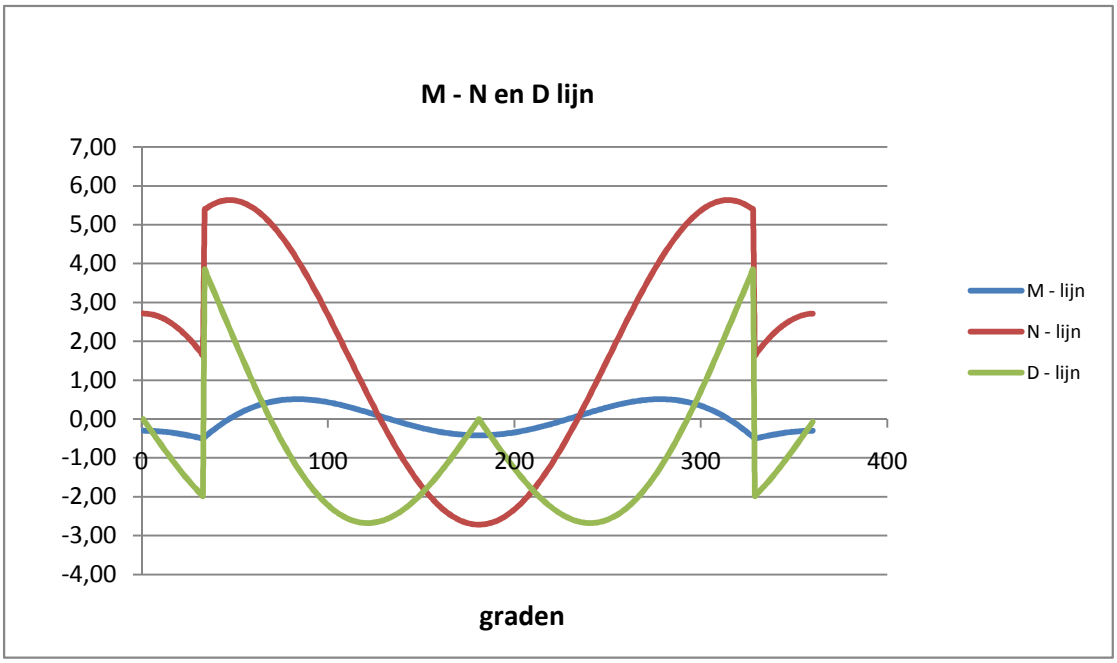
Krachten in de mast

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-0,30	2,72	0,00	0,05	0,52
15,0	-0,35	2,47	-1,01	0,13	1,47
30,0	-0,48	1,77	-1,88	0,45	4,90
45,0	-0,03	5,63	2,48	0,36	3,92
60,0	0,32	5,40	0,83	0,17	1,83
75,0	0,49	4,65	-0,62	0,00	0,03
90,0	0,49	3,50	-1,74	0,12	1,32
105,0	0,37	2,11	-2,44	0,19	2,14
120,0	0,18	0,66	-2,67	0,22	2,40
135,0	-0,04	-0,68	-2,47	0,19	2,15
150,0	-0,24	-1,77	-1,88	0,13	1,47
165,0	-0,37	-2,47	-1,01	0,05	0,52
180,0	-0,42	-2,72	0,00	0,05	0,52
195,0	-0,37	-2,47	-1,01	0,13	1,47
210,0	-0,24	-1,77	-1,88	0,19	2,15
225,0	-0,04	-0,68	-2,47	0,22	2,40
240,0	0,18	0,66	-2,67	0,19	2,14
255,0	0,37	2,11	-2,44	0,12	1,32
270,0	0,49	3,50	-1,74	0,00	0,03
285,0	0,49	4,65	-0,62	0,17	1,83
300,0	0,32	5,40	0,83	0,36	3,92
315,0	-0,03	5,63	2,48	0,45	4,90
330,0	-0,48	1,77	-1,88	0,13	1,47
345,0	-0,35	2,47	-1,01	0,05	0,52
360,0	-0,30	2,72	-0,07	0,00	0,00

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 110250 mm^3

$I =$ 8268708 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	5,6	kN	N_{Rd} =	1969	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	0,51	kNm	M_{Rd} =	20	kNm
$V_{Ed;max}$ =	3,8	kN	V_{Rd} =	287	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 5,64 / 1969 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 0,7 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 0,51 / 19,7 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 6,1 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 3,85 / 287 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 1,8 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 4,08

V_{Ed} = 1,27

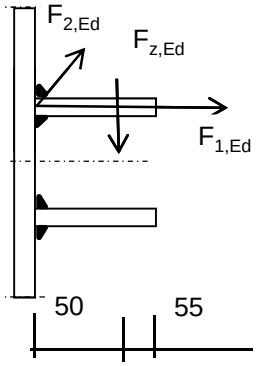
$\sigma_b + \sigma_N$ = 6,1 + 0,5 = 6,6 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 0,6 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 7 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	7,00	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	2,13	kN
F_z =	8,70	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	4,90	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 50 = 100 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 4,9 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 2,13 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 4,90 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 50)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 42,18 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 47,13 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 95,1 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

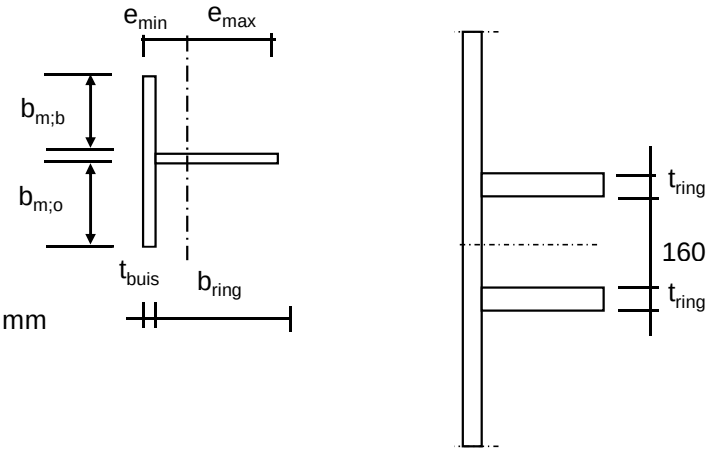
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$	95,1	/	302,2	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	47,1	/	244,8	=	0,19	< 1,0 -- Voldoet

9.1.6 - Afspanpunt trekisolatoren op 28,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	20	mm
$t_{buis;reken}$ =	20	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	105	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	210,9	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	8318	mm^2
e_{min} =	25,8	mm
e_{max} =	99,2	mm
I =	8268707,8	mm^4
W_{min} =	83337	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	1969	kN
$M_{y;Rd}$ =	20	kNm
$M_{w;Rd}$ =	12687	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	287	kN

Belastingen - bevestiging op 28,0 meter hoogte

Voor belastingen zie : ontwerpbelasting opstijgpunten

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a / BG 3	17400	8500	28000	0	0	0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1336 mm

R = 668,0 mm

Lijnhoek = 2. α = 180 graden

hoek φ = boogsin(300 / (668+50)) = 24,7 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a / BG 3	7,0	14,0	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	2,1					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

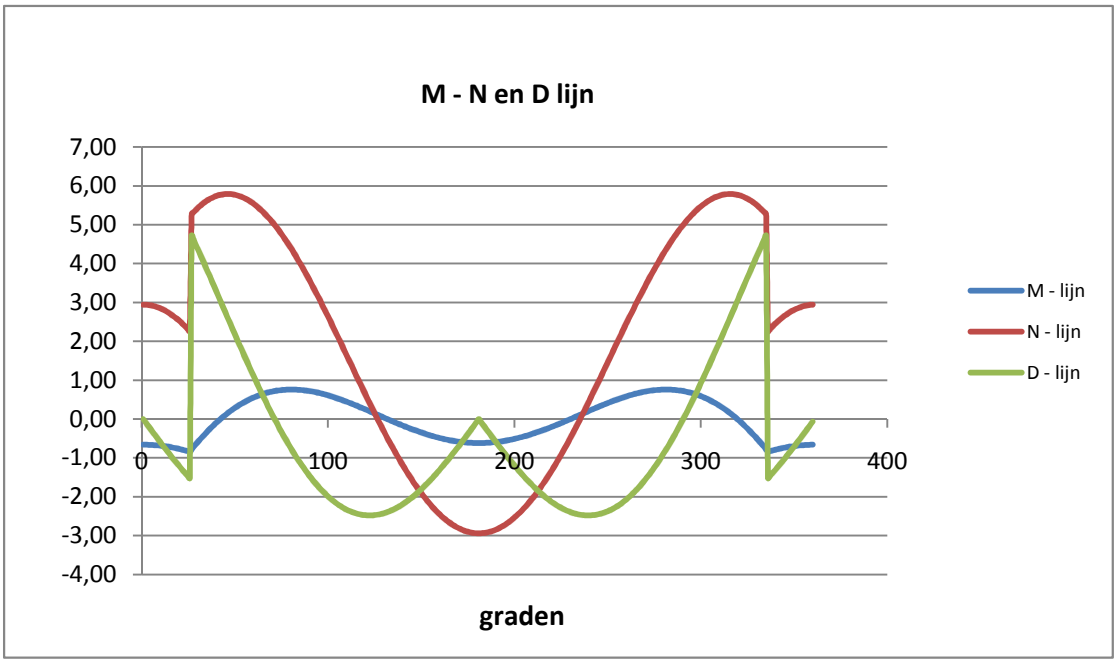
Krachten in de mast

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-0,66	2,94	0,00	0,07	0,73
15,0	-0,72	2,69	-0,95	0,17	1,92
30,0	-0,55	5,47	4,30	0,69	7,62
45,0	0,14	5,79	2,64	0,43	4,73
60,0	0,57	5,51	1,02	0,18	1,97
75,0	0,75	4,71	-0,40	0,04	0,39
90,0	0,71	3,50	-1,51	0,19	2,14
105,0	0,52	2,06	-2,22	0,29	3,18
120,0	0,23	0,55	-2,48	0,31	3,46
135,0	-0,08	-0,84	-2,31	0,28	3,05
150,0	-0,36	-1,97	-1,77	0,19	2,07
165,0	-0,55	-2,69	-0,95	0,07	0,73
180,0	-0,61	-2,94	0,00	0,07	0,73
195,0	-0,55	-2,69	-0,95	0,19	2,07
210,0	-0,36	-1,97	-1,77	0,28	3,05
225,0	-0,08	-0,84	-2,31	0,31	3,46
240,0	0,23	0,55	-2,48	0,29	3,18
255,0	0,52	2,06	-2,22	0,19	2,14
270,0	0,71	3,50	-1,51	0,04	0,39
285,0	0,75	4,71	-0,40	0,18	1,97
300,0	0,57	5,51	1,02	0,43	4,73
315,0	0,14	5,79	2,64	0,69	7,62
330,0	-0,55	5,47	4,30	0,17	1,92
345,0	-0,72	2,69	-0,95	0,07	0,73
360,0	-0,66	2,94	-0,07	0,00	0,00

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 110250 mm^3

$I =$ 8268708 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	5,8	kN		N_{Rd} =	1969	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	0,84	kNm		M_{Rd} =	20	kNm
$V_{Ed;max}$ =	4,7	kN		V_{Rd} =	287	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 5,79 / 1969 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 0,7 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 0,84 / 19,7 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 10,0 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 4,72 / 287 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 2,2 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 2,26

V_{Ed} = 1,52

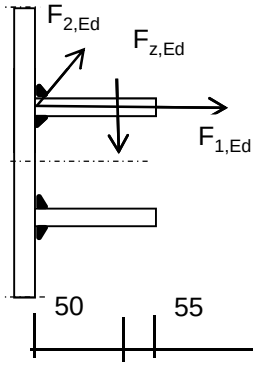
$\sigma_b + \sigma_N$ = 10,0 + 0,3 = 10,3 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 0,7 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 10 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	7,00	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	2,13	kN
F_z =	8,70	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	7,62	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 50 = 100 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 4,9 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 2,13 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 7,62 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 50)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 42,18 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 47,13 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 95,8 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

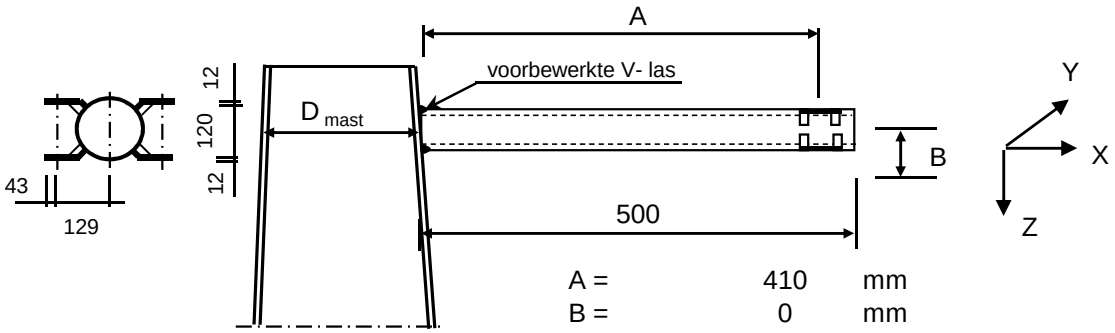
Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 95,8 / 302,2 = 0,32 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 47,1 / 244,8 = 0,19 < 1,0 -- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	410	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	522	mm
t_{mast} =	18	mm
Hoogte :	49,43	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix E

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	18647	30755	1948	0	0	0
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	30149	55166	8085	0	0	0
BG 1a - (+wind (45 gr))	8898	17769	1947	0	0	0
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	25106	52489	8083	0	0	0
BG 1a - (+wind (-45 gr))	19589	32082	1948	0	0	0
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	30705	55645	8085	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	18,647	30,755	1,948	0,00	0,80	12,61
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	30,149	55,166	8,085	0,00	3,31	22,62
BG 1a - (+wind (45 gr))	8,898	17,769	1,947	0,00	0,80	7,29
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	25,106	52,489	8,083	0,00	3,31	21,52
BG 1a - (+wind (-45 gr))	19,589	32,082	1,948	0,00	0,80	13,15
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	30,705	55,645	8,085	0,00	3,31	22,81

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	3,31	/ 36	=	0,09	< 1,0	-- Voldoet
		$\sigma_{b,y}$ =		21,5	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	22,81	/ 36	=	0,63	< 1,0	-- Voldoet
		$\sigma_{b,y}$ =		148,0	N/mm^2	
N_{Ed} / N_{Rd} =	30,71	/ 953	=	0,03	< 1,0	-- Voldoet
		σ_N =		7,6	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	8,09	/ 275	=	0,03	< 1,0	-- Voldoet
		τ_z =		4,0	N/mm^2	
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	55,65	/ 275	=	0,20	< 1,0	-- Voldoet
		τ_y =		27,6	N/mm^2	

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N$ = 157 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 164 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	521,7	18,0	28481	S355	355	3466902
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,32

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 14,5

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 10,16 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 6,20 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,01 of n_p = -0,004

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 1,00

$M_{ip,1,Rd}$ = 76,7 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 69,7 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 3,31 / 69,7 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 47,1 kNm

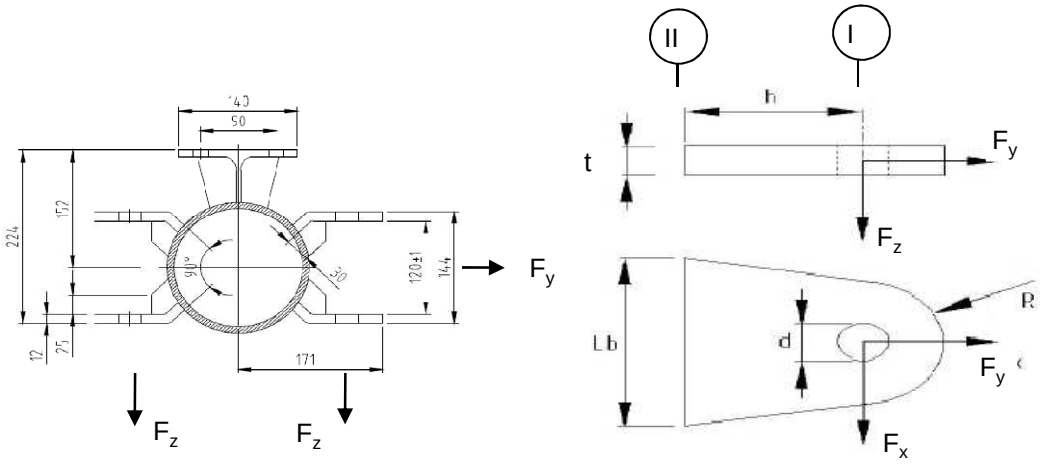
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 69,7 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 22,81 / 47,1 = 0,48 < 1,0 -- Voldoet

9.2.2 - Berekening clip bliksemdraad (clip type 2)



R =	42	mm ;	t =	12	mm
Lb =	120	mm ;	d =	27	mm
h =	65	mm ;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	18,65	30,76	1,95
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	30,15	55,17	8,09
BG 1a - (+wind (45 gr))	8,90	17,77	1,95
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	25,11	52,49	8,08
BG 1a - (+wind (-45 gr))	19,59	32,08	1,95
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	**30,71**	**55,65**	**8,09**

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind -45 gr + ijs)

Per clip :	**15,35**	**27,82**	**8,09**

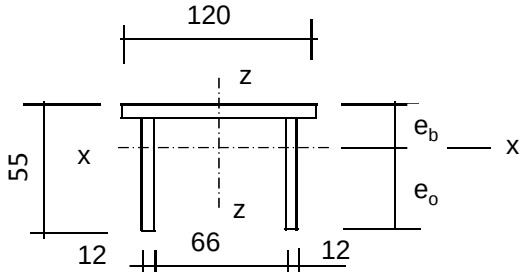
Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 27,9 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 41 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips



e_b =	17,5	mm
e_o =	37,5	mm
A =	2472	mm^2
A_{schot} =	1032	mm^3

I_x =	630925	mm^4	I_z =	3310056	mm^4
$W_{x,min}$ =	16816	mm^3	W_z =	55168	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	585	kN
$M_{x,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	4,0	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	10,5	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	141,0	kN
$V_{x,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	196,8	kN

N_{Ed} =	27,82	kN	$M_{z,Ed} = V_{x,Ed} * h$ =	1,00	kNm
$V_{z,Ed}$ =	8,09	kN	$M_{x,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,53	kNm
$V_{x,Ed}$ =	15,35	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	27,82	/	585	=	0,05	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		11,3	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	1,00	/	10,5	=	0,09	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		22,4	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	0,53	/	4,0	=	0,13	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		31,3	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	8,09	/	141	/	0,06	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		7,8	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	15,35	/	197	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		10,7	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 64,9 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 69 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a =	5	mm	t =	12	mm
			t_1 =	12	mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

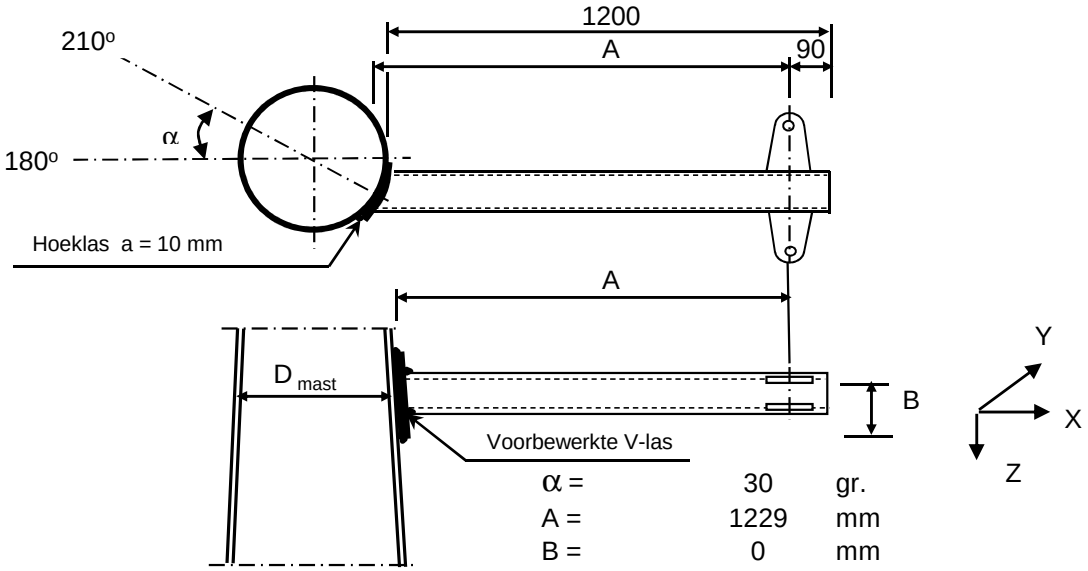
$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =			55,1	N/mm^2
τ_1 =			55,1	N/mm^2
τ_2 =	0		12,8	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=	112,4	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 112,4 / 302,2 = 0,37 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 55,1 / 244,8 = 0,23 < 1,0 -- Voldoet

9.3 - Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"



α =	30	gr.
A =	1229	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	1773	mm
t_{mast} =	25	mm
Hoogte :	16,5	m

Buisgegevens

Buis Ø406,4 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	10013	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	2370	kN
$W_y = W_z$ =	9,78E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	231,5	kNm
W_x =	1,96E+06	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	231,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	267,3	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	684,1	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix E

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	28471	49369	4040	0	0	0
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	55676	107411	16333	0	0	0
BG 1a - (+wind (45 gr))	17701	36296	4038	0	0	0
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	50153	105847	16332	0	0	0
BG 1a - (+wind (-45 gr))	29632	50982	4040	0	0	0
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	56264	107772	16333	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm	$M_{y,Ed}$ kNm	$M_{z,Ed}$ kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	28,471	49,369	4,04	0,00	4,96	60,66
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	55,676	107,411	16,333	0,00	20,07	131,98
BG 1a - (+wind (45 gr))	17,701	36,296	4,038	0,00	4,96	44,60
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	50,153	105,847	16,332	0,00	20,07	130,06
BG 1a - (+wind (-45 gr))	29,632	50,982	4,04	0,00	4,96	62,65
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	56,264	107,772	16,333	0,00	20,07	132,43

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 20,07 / 231 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 20,5 N/mm^2

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = 132,43 / 231 = 0,57 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 135,4 N/mm^2

N_{Ed} / N_{Rd} = 56,26 / 2370 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,6 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 16,33 / 684 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 3,3 N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 107,77 / 684 = 0,16 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 21,5 N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N$ = 143 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 147 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

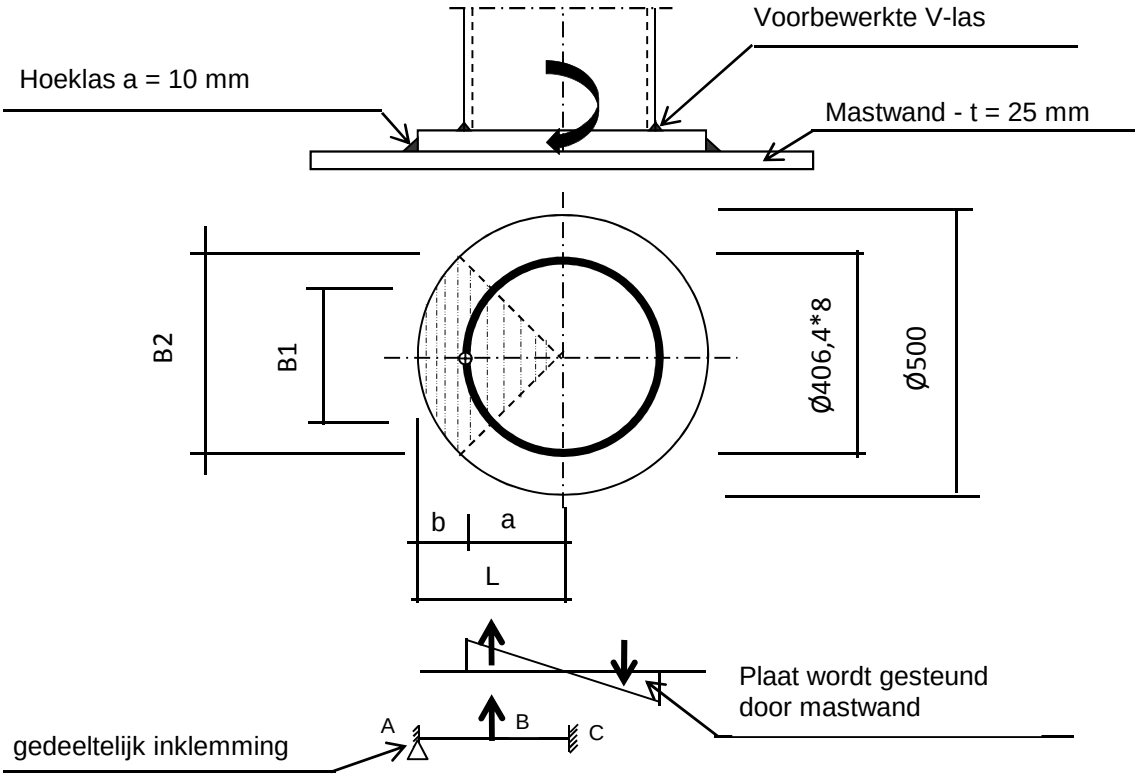
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 406,4*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond 500 * 25 - S355

Buis Ø406,4 * 8 - S355 ;

A =	10013	mm^2
W =	978046	mm^3
I =	198738928	mm^4
R =	203	mm

Hoeklas a= 10,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{ed,max} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 133,9 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

$F_{Ed} =$ 292,6 kN

$a = R_{buis} =$ 203,2

$b = R_{pl} - a =$ 46,8

B1 =	287,4	mm ;	Boog B1 =	319	mm
B2 =	353,6	mm ;	Boog B2 =	393	mm

Percentage inklemming= $a_{las} / t_{pl} =$ 40,0%

Percentage vrij oplegging = 60,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed} = 0$ 0,00 kNm

$M_{B;Ed} = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) =$ 9,89 kNm

$R_{A;Ed} = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) =$ 211,4 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed} = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) =$ 9,05 kNm

$M_{B;Ed} = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) =$ 3,39 kNm

$R_{A;Ed} = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) =$ 265,7 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed} =$ 0,0 * 60,0% + 9,0 * 40,0% = 3,62 kNm

$M_{B;Ed} =$ 9,9 * 60,0% + 3,4 * 40,0% = 7,29 kNm

$R_{A;Ed} =$ 211,4 * 60,0% + 265,7 * 40,0% = 233,1 kN

$M_{A;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B2} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 14,52 kNm

$M_{B;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B1} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 11,80 kNm

$M_{A,Ed} / M_{A,Rd} =$ 3,62 / 14,52 = 0,25 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A} =$ 59,0 N/mm^2

$M_{B,Ed} / M_{B,Rd} =$ 7,29 / 11,80 = 0,62 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B} =$ 146,2 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

$V_{Ed} =$ 233,1 kN

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B2} =$ 23,7 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B1} =$ 29,2 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max} = \{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5} =$ 154,7 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} =$ 245 N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 104,3 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 42,0 N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	104,3	+	42,0	=		146,2	N/mm^2
$\tau_{1,max}$ =	104,3	-	42,0	=		62,3	N/mm^2
$\tau_2 = 0$							
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=		181,7	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	181,7	/	302,2	=	0,60	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	146,2	/	244,8	=	0,60	< 1,0	-- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1773,0	25,0	137288	S355	355	59160831
Plaat	500,0		196350	S355	355	12271846

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,28

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 35,5

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 352,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 14368,9 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,69 of n_p = -0,677

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,65

$M_{ip,1,Rd}$ = 391,0 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 854,0 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 20,07 / 391,0 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 168,0 kNm

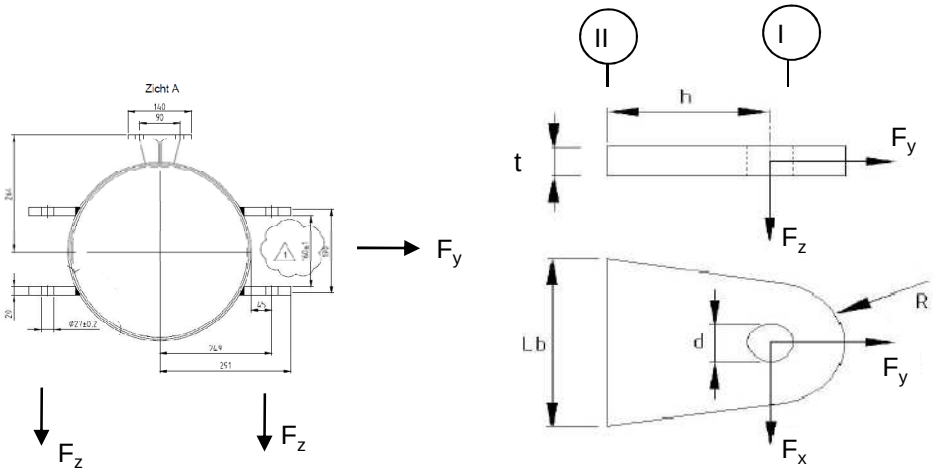
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 854,0 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 132,43 / 168,0 = 0,79 < 1,0 -- Voldoet

9.3,2 - Berekening clip "Retourstroomgeleider" (clip type 2)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	140	mm ;	d =	27	mm
h =	75	mm ;	a las =	voorbewerkte V-las	

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	28,47	49,37	4,04
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	55,68	107,41	16,33
BG 1a - (+wind (45 gr))	17,70	36,30	4,04
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	50,15	105,85	16,33
BG 1a - (+wind (-45 gr))	29,63	50,98	4,04
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	**56,26**	**107,77**	**16,33**

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind -45 gr + ijs)

Per clip :	**28,13**	**53,89**	**16,33**

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 54,5 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ =	137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =	48	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	663 kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	15,5 kNm
W_x =	9,33E+03	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	2,2 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	382,6 kN

N_{Ed} =	53,89	kN	$M_{z,Ed} = V_{x,Ed} * h$ =	2,11	kNm
$V_{z,Ed}$ =	16,33	kN	$M_{x,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	1,22	kNm
$V_{x,Ed}$ =	28,13	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	53,89	/	663	=	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		19,2	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	2,11	/	15,5	=	0,14	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		32,3	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	1,22	/	2,2	=	0,55	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		131,2	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	16,33	/	383	/	0,04	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		5,8	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	28,13	/	383	/	0,07	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		10,0	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 182,8 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 184 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

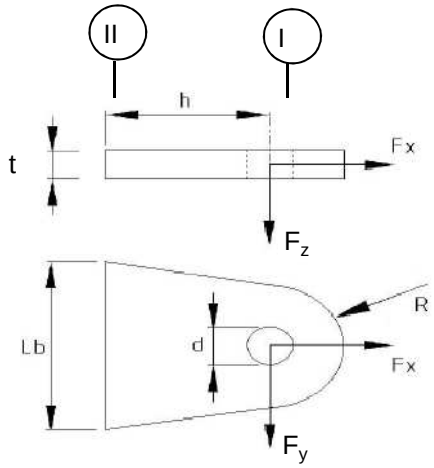
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm ;	t =	20	mm
Lb =	110	mm ;	d =	27	mm
h =	55	mm ;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 200 kN	141,42	141,42	0,00
of	0,00	200,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van de gat (twee clips)

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 100,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 60 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips (twee clips)

A =	2200	mm^2	$N_{Rd} = A * f_y$ =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd} = W_y * f_y$ =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd} = W_z * f_y$ =	1,7	kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	70,71	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	3,889	kNm
$V_{y,Ed}$ =	70,71	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 70,71 / 521 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 32,1 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 3,89 / 10 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 96,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 70,71 / 301 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 32,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 32,1 + 96,4 } = 128,6 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 140 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN
$V_{y,Ed}$ = 100,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 5,500 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 5,50 / 10 = 0,58 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 136,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 100,00 / 301 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 45,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 157 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	2381,0	25,0	185040	S355	355	107856234
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,05 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,05

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 639,6 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 30086,0 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,80 of $n_p =$ -0,776

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,57

$N_{1,Rd} =$ 427,6 kN ---> > N1,Ed ; voldoet

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 70,71 / 427,6 = 0,17 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 47,0 kNm ---> > M1,Ed ; voldoet

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,89 / 47,0 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

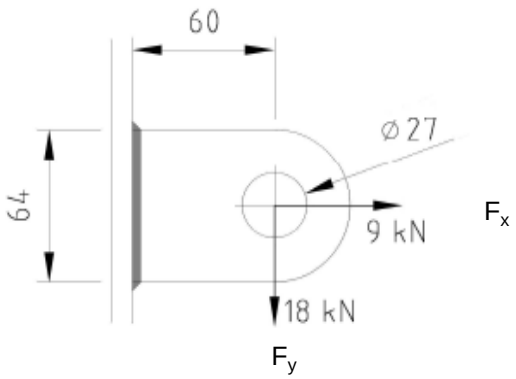
$N_{1,Ed} =$ 70,71 kN ; $M_{1,Ed} =$ 3,889 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 2571 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 6832 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8

Clip hoogte:
49,43 - 47,93 - 40,8 - 38,3 - 32,3 - 29,8 - 23,8 - 21,3 - 44,3 - 41,8 - 35,8 - 33,3 - 27,8 - 25,3 m



R =	32	mm ;	t =	20	mm
Lb =	64	mm ;	d =	27	mm
h =	60	mm ;	a las =	5	mm - hoeklas

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)
Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN

N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	9,00	/	303	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		7,0	N/mm^2
$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ =	1,08	/	3	=	0,33	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		79,1	N/mm^2
$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ =	18,00	/	175	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		14,1	N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_2 = 0			28,1	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		248,4	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	248,4 /	302,2 =	0,82	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	121,8 /	244,8 =	0,50	< 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 21.3 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1591	22,0	108414	S355	355	41934709
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 281,9 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 10310,5 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,70 of $n_p =$ -0,685

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,64

$N_{1,Rd} =$ 372,0 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 372,0 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 23,8 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 23,8 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 6012 N/mm' ---> voldoet

Clip op 41,8 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	811,6	18,0	44877	S355	355	8710612
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,08 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,08

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 39,5 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 520,1 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,17 of $n_p =$ -0,166

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,94

$N_{1,Rd} =$ 367,5 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 367,5 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 23,5 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 23,5 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

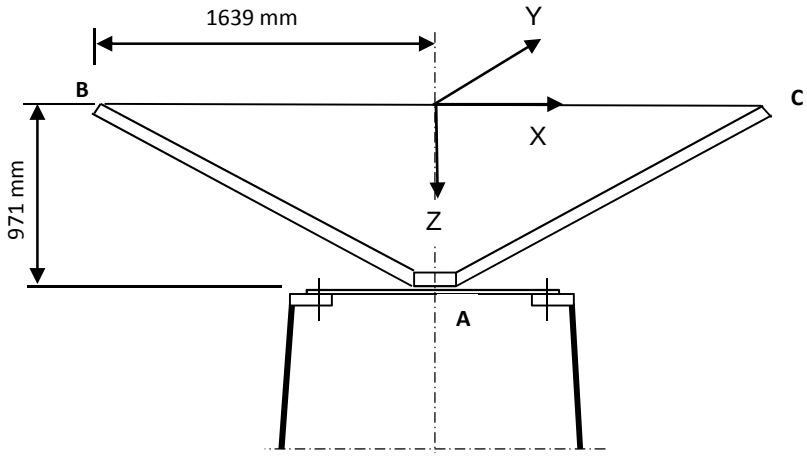
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



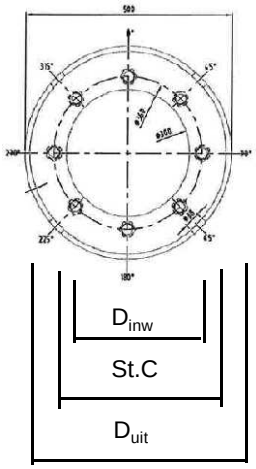
Buis rond 500 * 18

Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed} = F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;



D-uitwendig	500	mm
D-inwendig	300	mm
StC	360	mm
plaat dikte t =	30	mm
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2
Aantal bouten	8	
BoutenM24 - 8,8		

M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03	/ 1,5	=	135,4	kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36	/ 1,5	=	90,2	kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

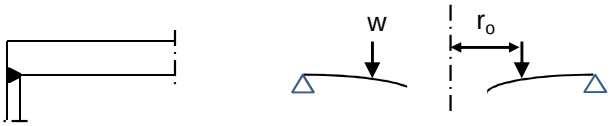
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

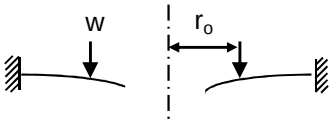
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} = 60,0%

Percentage vrij oplegging = 40,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ = 519230769

$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ = 0,3859

$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ = 0,9733

$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ = 0,4853

$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ = 0,0031

$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ = 0,0316

$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ = 0,2144

$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor $r = r_o$ = 0,1668

$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ = 0,0001

M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ = 922 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 21060 Nmm/mm'
$M_{ra;max,Ed}$ = 21982 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'
Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 21982 / 35500 = 0,62 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 146,5 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 150 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 18 - S355 ;

A = 27256 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 9676 kN
$W_y = W_z$ = 3,17E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 1125,6 kNm

N_{Ed} = 35 kN
$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 9676 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 1,3 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 1126 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 22,7 N/mm^2

σ_{max} = 24,0 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

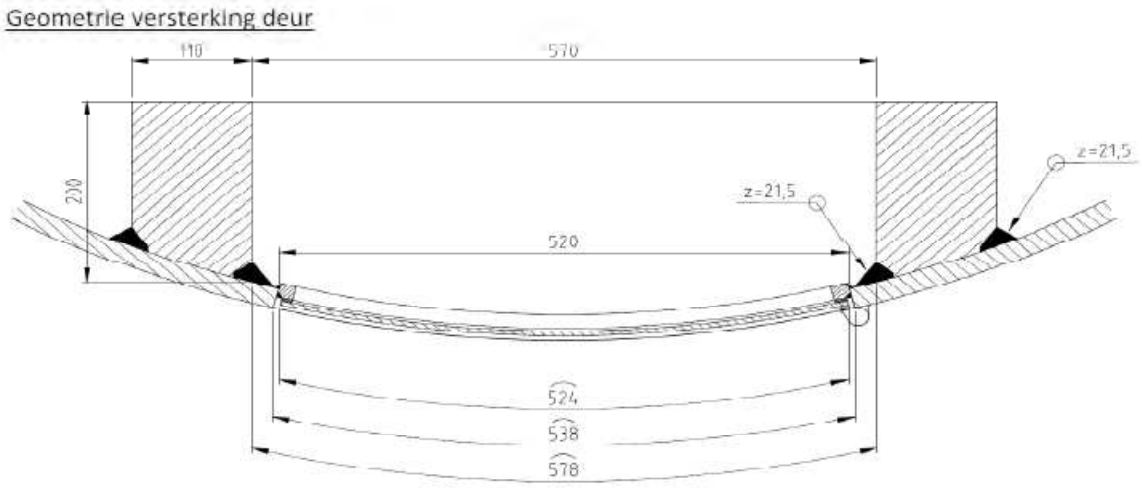
γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

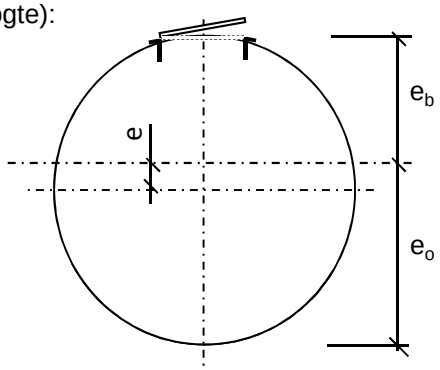
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter : 2353 mm
dikte t ; 25 mm

A_{buis} = 182876 mm^2
$A_{versterking}$ = 40256 mm^2
$A_{verlies}$ = 12969 mm^2

A_{tot} = 210163 mm^2

e = 121,7 mm
e_b = 1055,0 mm ; e_o = 1298,4 mm

I_{tot} = 1,45E+11 mm^4
W_{min} = 1,11E+08 mm^3
W_{max} = 1,37E+08 mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 28 (inclusief 2^e orde effect)

M_{Ed} = 30287 kNm ; N_{Ed} = 640 kN

σ_N = N_{Ed} / A_{tot} = 3,0 N/mm^2
σ_b = M_{Ed} / W_{min} = 272,1 N/mm^2

σ_{max} = 3,0 + 272,1 = 275,2 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 V10,0 - 18 -11-2013

bijlage E en E2

W2E350 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix E

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	BACK			AHEAD		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	14907	6453	-146657	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14907	6448	-146657	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14907	6443	-146657	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1947	849	-19242	0	0	0
	Comp. gl	4038	1753	-39867	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	14900	7606	-173968	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14900	7605	-173968	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14900	7603	-173968	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1946	984	-22489	0	0	0
	Comp. gl	4036	2011	-46005	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	25691	10255	-234233	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25691	10252	-234233	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	25691	10249	-234233	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	8083	2542	-58024	0	0	0
	Comp. gl	16332	5118	-116933	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	17913	7550	-172685	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17913	7549	-172685	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17913	7547	-172685	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2699	1108	-25331	0	0	0
	Comp. gl	5542	2269	-51910	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	16772	7005	-160442	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16772	7005	-160442	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	16772	7005	-160442	0	0	0
	GW / opgw	2190	922	-21111	0	0	0
	Comp. gl	4543	1908	-43708	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14911	22378	-186711	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14911	20820	-180779	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14910	18812	-173464	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1948	3732	-28005	0	0	0
	Comp. gl	4039	5561	-49016	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	14900	10523	-175912	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14900	10249	-175566	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14900	9894	-175167	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1946	1505	-22980	0	0	0
	Comp. gl	4036	2711	-46434	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	25692	18492	-241527	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25692	17711	-240261	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	25692	16704	-238783	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	8084	5196	-59918	0	0	0
	Comp. gl	16332	8689	-118643	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	17914	10449	-174163	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17914	10177	-173897	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17913	9827	-173590	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2699	1621	-25638	0	0	0
	Comp. gl	5542	2962	-52177	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14918	36905	-246735	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14916	33977	-234344	0	0	0

W2E350 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix E

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	BACK			AHEAD		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14915	30176	-218354	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1949	6328	-39342	0	0	0
	Comp. gl	4040	9059	-63577	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	14900	13102	-180525	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14900	12577	-179401	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14900	11900	-178084	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1946	1973	-24097	0	0	0
	Comp. gl	4037	3328	-47464	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	25695	25846	-257733	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25694	24346	-253893	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	25693	22414	-249311	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	8086	7537	-64132	0	0	0
	Comp. gl	16334	11802	-122723	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	17914	12984	-177756	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17914	12469	-176874	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17914	11804	-175846	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2699	2073	-26371	0	0	0
	Comp. gl	5542	3563	-52845	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14910	19648	-176459	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14910	18357	-171869	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14909	16696	-166279	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1947	3239	-25919	0	0	0
	Comp. gl	4039	4907	-46614	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	14900	10042	-175327	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14900	9814	-175083	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	14900	9518	-174802	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1946	1418	-22834	0	0	0
	Comp. gl	4036	2596	-46305	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	25692	17124	-239377	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25691	16475	-238474	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	25691	15638	-237424	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	8084	4757	-59357	0	0	0
0	Comp. gl	16332	8104	-118124	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	17913	9973	-173713	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17913	9747	-173527	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17913	9454	-173311	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2699	1537	-25545	0	0	0
	Comp. gl	5542	2849	-52094	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	11178	5175	-117394	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11178	5171	-117394	0	0	0
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	11178	5165	-117394	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1460	676	-15289	0	0	0
	Comp. gl	3028	1398	-31734	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	11172	6289	-143819	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11172	6288	-143819	0	0	0
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	11172	6287	-143819	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1459	803	-18356	0	0	0

W2E350 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix E

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	BACK			AHEAD		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
	Comp. gl	3027	1642	-37544	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	21959	9183	-209682	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21959	9180	-209682	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	21959	9177	-209682	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	7595	2434	-55540	0	0	0
	Comp. gl	15319	4894	-111800	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	14184	6342	-145028	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14184	6341	-145028	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14184	6340	-145028	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2211	951	-21752	0	0	0
	Comp. gl	4531	1947	-44539	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	11178	5126	-117395	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11178	5126	-117395	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	11178	5126	-117395	0	0	0
	GW / opgw	1460	668	-15289	0	0	0
	Comp. gl	3028	1386	-31734	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	11182	21612	-169225	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11181	20003	-162117	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	11181	17924	-153158	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1461	3650	-26136	0	0	0
	Comp. gl	3029	5329	-43730	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	11172	9248	-146703	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11172	8966	-146199	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	11172	8603	-145613	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1459	1334	-19073	0	0	0
	Comp. gl	3027	2351	-38182	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	21960	17492	-218645	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21960	16699	-217109	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	21960	15678	-215308	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	7596	5094	-57597	0	0	0
	Comp. gl	15319	8472	-113671	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	14184	9265	-147069	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14184	8990	-146707	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14184	8634	-146288	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2211	1469	-22154	0	0	0
	Comp. gl	4531	2644	-44895	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	11187	36459	-236577	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11186	33485	-223131	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	11185	29613	-206504	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1461	6284	-38347	0	0	0
	Comp. gl	3030	8918	-60363	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	11173	11911	-153273	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11173	11366	-151695	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	11173	10665	-149830	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1459	1821	-20621	0	0	0
	Comp. gl	3027	2987	-39658	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	21964	24977	-237878	0	0	0

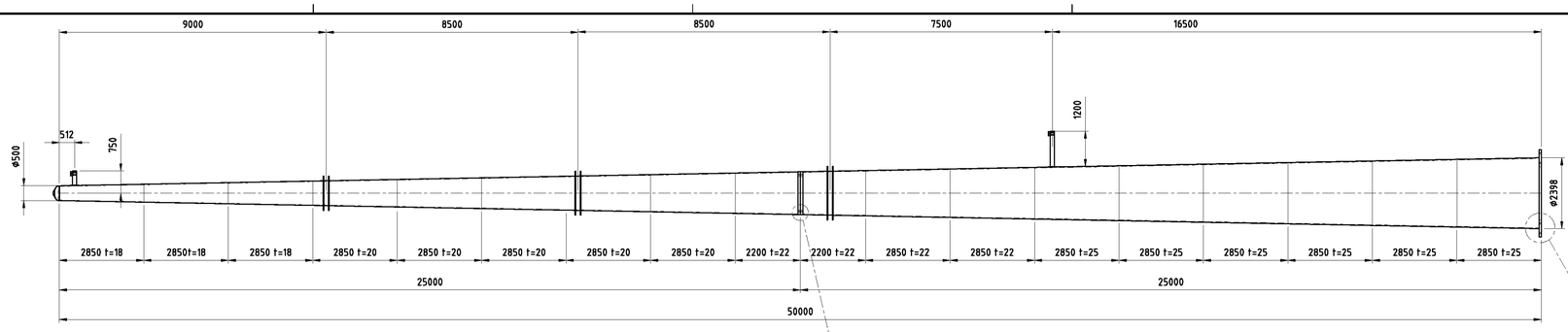
W2E350 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix E

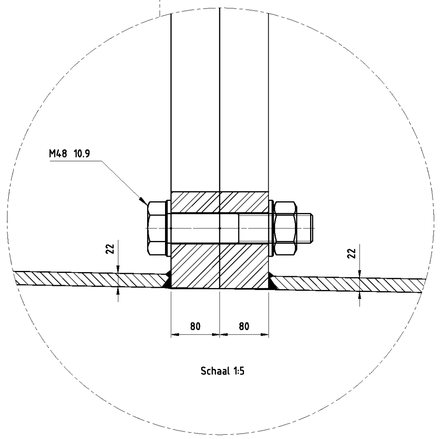
Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	**BACK**			**AHEAD**		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21963	23449	-233383	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	21962	21481	-227974	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	7598	7449	-62112	0	0	0
	Comp. gl	15321	11599	-118087	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	14184	11854	-151890	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14184	11326	-150717	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14184	10646	-149342	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2212	1929	-23090	0	0	0
	Comp. gl	4531	3254	-45762	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	11181	18791	-156855	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11181	17452	-151172	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	11180	15726	-144105	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1460	3144	-23755	0	0	0
	Comp. gl	3029	4652	-40771	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	11172	8754	-145848	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	11172	8521	-145491	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	11172	8220	-145076	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1459	1245	-18864	0	0	0
	Comp. gl	3027	2233	-37992	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	21960	16103	-216033	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21960	15446	-214930	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	21960	14599	-213644	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	7596	4654	-56992	0	0	0
0	Comp. gl	15319	7884	-113105	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	14184	8782	-146456	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14184	8553	-146201	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14184	8257	-145906	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2211	1383	-22034	0	0	0
	Comp. gl	4531	2530	-44786	0	0	0

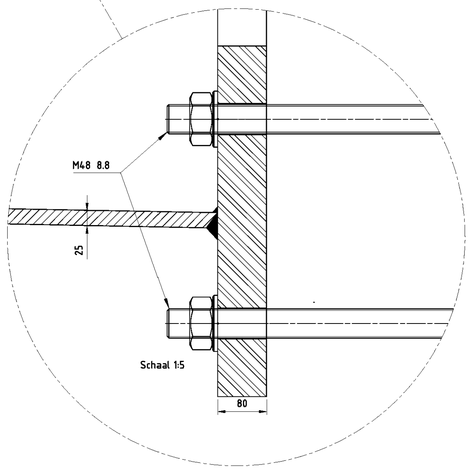
Loadcase according to 50341-3-15		**BACK**			**AHEAD**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	12421	5597	-127433	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12421	5594	-127433	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12421	5590	-127433	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1622	732	-16643	0	0	0
	Comp. gl	3365	1515	-34521	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12415	6739	-154196	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12415	6738	-154196	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12415	6738	-154196	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1621	865	-19778	0	0	0
	Comp. gl	3363	1768	-40455	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19607	8467	-193497	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19607	8465	-193497	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19607	8463	-193497	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	5711	1988	-45404	0	0	0
	Comp. gl	11555	4009	-91636	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	14424	6419	-146877	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14424	6419	-146877	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14424	6418	-146877	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2123	922	-21079	0	0	0
	Comp. gl	4367	1892	-43294	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12423	16100	-151591	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12423	15070	-147833	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12422	13746	-143273	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1623	2636	-22075	0	0	0
	Comp. gl	3365	4025	-39965	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12415	8675	-155290	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12415	8494	-155094	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12415	8259	-154868	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1621	1210	-20056	0	0	0
	Comp. gl	3363	2233	-40696	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19607	13948	-198161	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19607	13429	-197345	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19607	12759	-196397	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	5711	3760	-46747	0	0	0
	Comp. gl	11555	6392	-92846	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	14424	8347	-147742	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14424	8167	-147585	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14424	7934	-147405	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2123	1263	-21265	0	0	0
	Comp. gl	4367	2353	-43454	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12427	25791	-191857	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12426	23826	-183282	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12425	21284	-172391	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1623	4380	-29959	0	0	0

Loadcase according to 50341-3-15		**BACK**			**AHEAD**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	3366	6350	-49542	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12415	10376	-157943	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12415	10030	-157291	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12415	9584	-156533	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1621	1518	-20707	0	0	0
	Comp. gl	3363	2639	-41285	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19609	18840	-208752	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19608	17841	-206217	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19608	16556	-203213	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	5712	5329	-49761	0	0	0
	Comp. gl	11556	8473	-95741	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	14425	10025	-149881	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14425	9685	-149353	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14424	9245	-148740	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2123	1562	-21716	0	0	0
	Comp. gl	4367	2752	-43861	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12422	14297	-145130	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12422	13447	-142291	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12422	12353	-138883	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1622	2308	-20706	0	0	0
	Comp. gl	3365	3594	-38479	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12415	8357	-154958	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12415	8206	-154820	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	12415	8010	-154661	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1621	1153	-19973	0	0	0
	Comp. gl	3363	2156	-40622	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19607	13038	-196778	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19607	12607	-196198	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19607	12050	-195526	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	5711	3467	-46349	0	0	0
	Comp. gl	11555	6001	-92479	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	14424	8031	-147477	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14424	7881	-147367	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14424	7686	-147241	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2123	1207	-21209	0	0	0
	Comp. gl	4367	2278	-43405	0	0	0

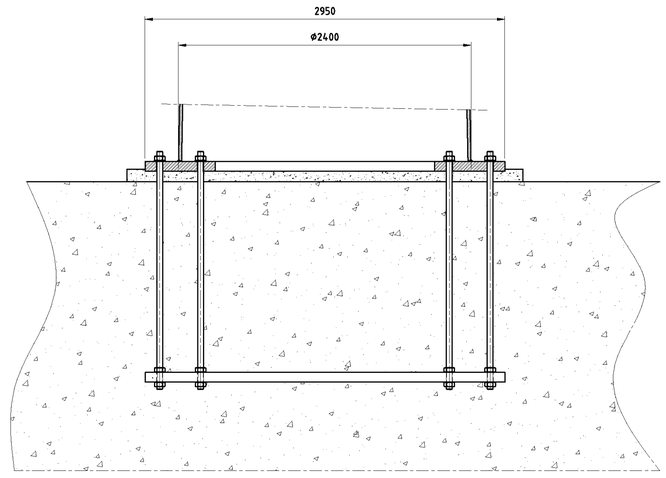




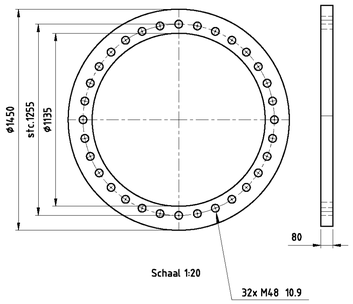
Schaal 1:5



Schaal 1:5

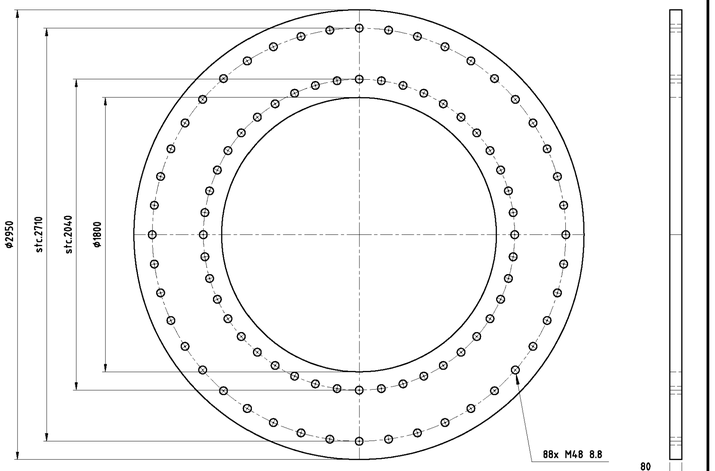


Schaal 1:25



Schaal 1:20

32x M48 10.9



Schaal 1:20

Toleranties volgens C DIN8570
Dit geeft: (maten in mm)

DIN 8570	klasse C
<30	+/-1
30-120	+/-3
120-315	+/-4
315-1000	+/-6
1000-2000	+/-8
2000-4000	+/-11
4000-8000	+/-14
8000-12000	+/-18
12000-16000	+/-21
16000-20000	+/-24
>20000	+/-27

-Onrondheid aan segment einden <0.2%
-Onrondheid bij overige secties
(niet aan de segment einden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Ankers kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor lasdetails tek. 07.81.940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9018
Kleur uithouders, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 2
Gewicht mastdeel 2: kg
Gewicht mastdeel 1: kg
Totaal gewicht W2E350+5: kg

Benaming: Mast type W2E350+0

Uitg	Datum	Get	Gec	Schaal: 1:100	Plaats: NVT
1	14-08-2012	WvL		Maateenheid: mm	Adres: NVT
				Materiaal:	Opstelpunt nr: NVT
				Finish:	

VolkerWessels Telecom

Projectie | Tek.nr.: MS20120025/02

VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, Kanaal Zuid 286 Lieren
Postbus 676, 7300AR Apeldoorn Tel: +31 (0)88 186 02 00

auteursrechten VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, nadruk verboden

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2E400(+0)"

Tracé – Beverwijk - Vijfhuizen

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00 – Tracé Vijfhuizen-Beverwijk	30 - 07 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01 – Belasting geleiders aangepast	29 - 11 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
02- Detailberekening toegevoegd	18 - 04 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
03- Mast nummers verwijderd	07 - 02 - 14	ing. Miko Hakhverdian	7-2-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2E400(+0)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	13
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53

blz.

9.0 Detailberekening 55

9.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV 55

9.1.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 48m hoogte 56

9.1.2 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 38m hoogte 61

9.1.3 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 28m hoogte 66

9.1.4 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 51,5m hoogte 71

9.1.5 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 41,5m hoogte 76

9.1.6 Berekening afspanpunt trekisolatoren op 32m hoogte 81

9.2 Berekening draagarm bliksemdraad 86

9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast 88

9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4) 89

9.3 Berekening draagarm " Retourstroomgeleider " 92

9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast 97

9.3.2 Berekening clip " Retourstroomgeleider " 98

9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte) 100

9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting 102

9.5 Berekening clip hulprail - clip 8 103

9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting 105

9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast 107

9.7 Berekening versterking deur 110

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 - bijlage L en L2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2E400(+0) van het project “R380 Wintrack hoogspanningslijn” Noordring , tracé Beverwijk – Vijfhuizen & Vijfhuizen – Bleiswijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2E400(+0) zijn de bijlage L (berekening maststerkte) en bijlage L2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.
- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 57,0 meter. De basis diameter van de mast is 2,4 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit twee segmenten van 28,5 meter. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en retourstroomgeleider) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2E400(+0) zijn de bijlage L (berekening maststerkte) en bijlage L2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state), tabel 4.2.11/NL.3 voor de SPLS- toestand (Special limit state) en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS-toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype "W2E400(+0)"

Berekening

W2E400+0

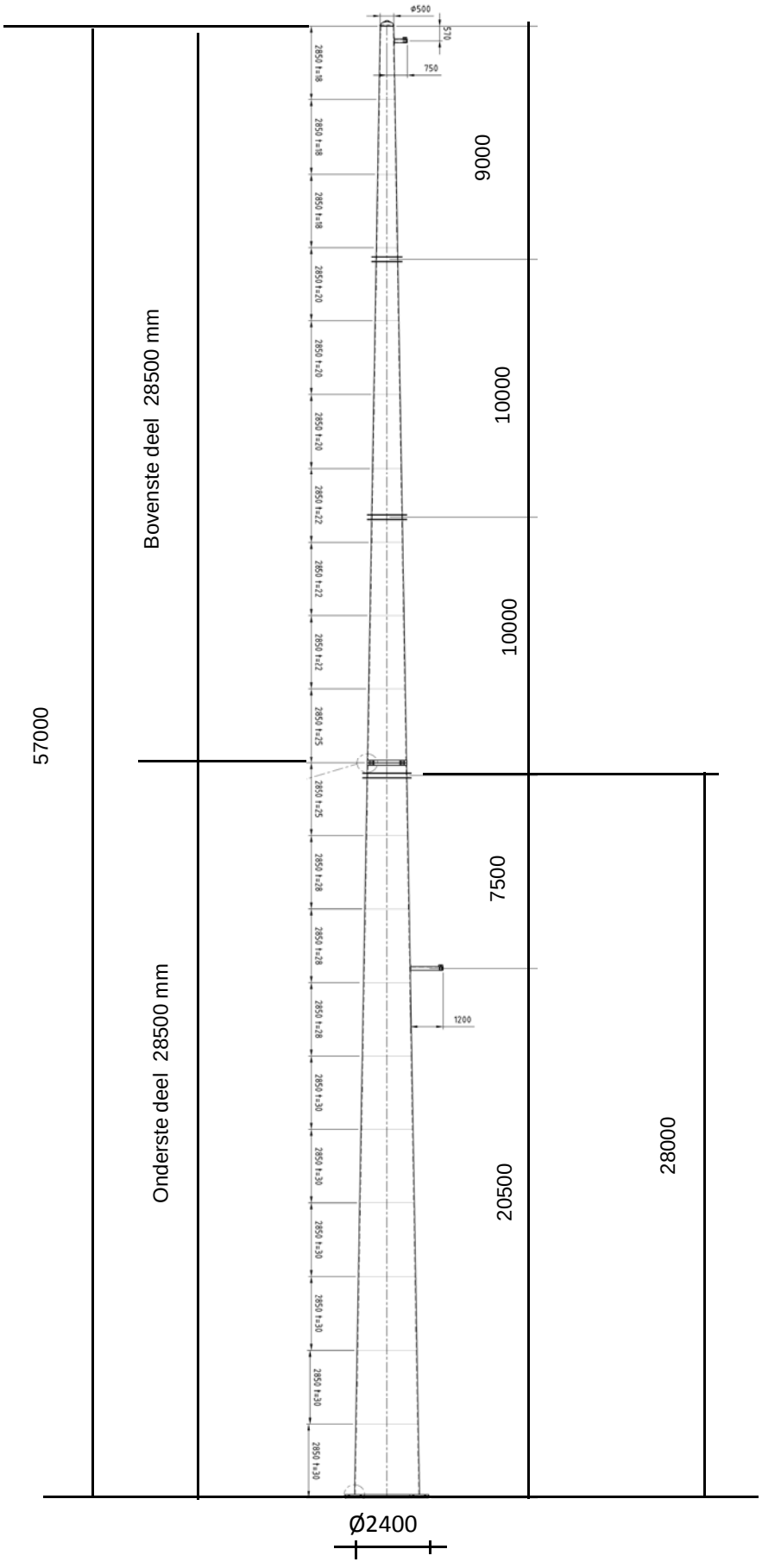
57,0 m - 2400 - 500

Tracé Beverwijk - Vijfhuizen

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2E400(+0)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	27	gem. breedte (m)	1,450

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	570	519	500	n.v.t.	2	1	56,72
2	2280	595	519	n.v.t.	2	1	55,29
3	2850	690	595	n.v.t.	2	1	52,73
4	2850	785	690	n.v.t.	2	1	49,88
5	450	800	785	n.v.t.	2	1	48,23
6	2400	880	800	n.v.t.	2	1	46,80
7	1425	928	880	n.v.t.	2	1	44,89
8	1425	975	928	n.v.t.	2	1	43,46
9	2850	1070	975	n.v.t.	2	1	41,33
10	1900	1133	1070	n.v.t.	2	1	38,95
11	950	1165	1133	n.v.t.	2	1	37,53
12	2850	1260	1165	n.v.t.	2	1	35,63
13	2850	1355	1260	n.v.t.	2	1	32,78
14	1425	1403	1355	n.v.t.	2	1	30,64
15	1425	1450	1403	n.v.t.	2	1	29,21
16	500	1467	1450	n.v.t.	2	1	28,25
17	2350	1545	1467	n.v.t.	2	1	26,83
18	2850	1640	1545	n.v.t.	2	1	24,23
19	2300	1717	1640	n.v.t.	2	1	21,65
20	550	1735	1717	n.v.t.	2	1	20,23
21	2850	1830	1735	n.v.t.	2	1	18,53
22	2850	1925	1830	n.v.t.	2	1	15,68
23	2850	2020	1925	n.v.t.	2	1	12,83
24	2850	2115	2020	n.v.t.	2	1	9,98
25	2850	2210	2115	n.v.t.	2	1	7,13
26	2850	2305	2210	n.v.t.	2	1	4,28
27	2850	2400	2305	n.v.t.	2	1	1,43
	57000				28	27	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	510	18,0	27794	218,18	8,40E+08	173,89	3,30E+06
2	557	18,0	30480	239,27	1,11E+09	190,67	3,98E+06
3	643	18,0	35315	277,22	1,72E+09	220,89	5,36E+06
4	738	18,0	40687	319,39	2,63E+09	254,46	7,14E+06
5	793	20,0	48538	381,02	3,62E+09	273,21	9,14E+06
6	840	20,0	51522	404,45	4,33E+09	290,00	1,03E+07
7	904	20,0	55528	435,89	5,42E+09	312,53	1,20E+07
8	951	20,0	58512	459,32	6,35E+09	329,32	1,33E+07
9	1023	20,0	62989	494,46	7,92E+09	354,51	1,55E+07
10	1102	22,0	74621	585,78	1,09E+10	381,80	1,97E+07
11	1149	22,0	77904	611,55	1,24E+10	398,59	2,15E+07
12	1213	22,0	82281	645,91	1,46E+10	420,98	2,41E+07
13	1308	22,0	88847	697,45	1,84E+10	454,56	2,81E+07
14	1379	25,0	106323	834,64	2,44E+10	478,70	3,53E+07
15	1426	25,0	110054	863,92	2,70E+10	495,50	3,79E+07
16	1458	25,0	112574	883,70	2,89E+10	506,84	3,97E+07
17	1506	25,0	116304	912,99	3,19E+10	523,63	4,24E+07
18	1593	28,0	137621	1080,32	4,21E+10	553,22	5,29E+07
19	1678	28,0	145171	1139,59	4,94E+10	583,56	5,89E+07
20	1726	28,0	149349	1172,39	5,38E+10	600,36	6,24E+07
21	1783	28,0	154334	1211,52	5,94E+10	620,39	6,66E+07
22	1878	30,0	174123	1366,86	7,43E+10	653,28	7,92E+07
23	1973	30,0	183076	1437,15	8,64E+10	686,86	8,76E+07
24	2068	30,0	192030	1507,43	9,97E+10	720,44	9,64E+07
25	2163	30,0	200983	1577,72	1,14E+11	754,03	1,06E+08
26	2258	30,0	209937	1648,00	1,30E+11	787,61	1,15E+08
27	2353	30,0	218890	1718,29	1,48E+11	821,20	1,25E+08

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	57000	1 -- 2	1	570	2,78E+04	8,40E+08
2	56430	2 -- 3	2	2280	3,05E+04	1,11E+09
3	54150	3 -- 4	3	2850	3,53E+04	1,72E+09
4	51300	4 -- 5	4	2850	4,07E+04	2,63E+09
5	48450	5 -- 6	5	450	4,85E+04	3,62E+09
6	48000	6 -- 7	6	2400	5,15E+04	4,33E+09
7	45600	7 -- 8	7	1425	5,55E+04	5,42E+09
8	44175	8 -- 9	8	1425	5,85E+04	6,35E+09
9	42750	9 -- 10	9	2850	6,30E+04	7,92E+09
10	39900	10 -- 11	10	1900	7,46E+04	1,09E+10
11	38000	11 -- 12	11	950	7,79E+04	1,24E+10
12	37050	12 -- 13	12	2850	8,23E+04	1,46E+10
13	34200	13 -- 14	13	2850	8,88E+04	1,84E+10
14	31350	14 -- 15	14	1425	1,06E+05	2,44E+10
15	29925	15 -- 16	15	1425	1,10E+05	2,70E+10
16	28500	16 -- 17	16	500	1,13E+05	2,89E+10
17	28000	17 -- 18	17	2350	1,16E+05	3,19E+10
18	25650	18 -- 19	18	2850	1,38E+05	4,21E+10
19	22800	19 -- 20	19	2300	1,45E+05	4,94E+10
20	20500	20 -- 21	20	550	1,49E+05	5,38E+10
21	19950	21 -- 22	21	2850	1,54E+05	5,94E+10
22	17100	22 -- 23	22	2850	1,74E+05	7,43E+10
23	14250	23 -- 24	23	2850	1,83E+05	8,64E+10
24	11400	24 -- 25	24	2850	1,92E+05	9,97E+10
25	8550	25 -- 26	25	2850	2,01E+05	1,14E+11
26	5700	26 -- 27	26	2850	2,10E+05	1,30E+11
27	2850	27 -- 28	27	2850	2,19E+05	1,48E+11
28	0				0,00E+00	0,00E+00

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0

Seizoensfactor C_{season} = 1,0

Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

Veiligheidsklaae 2

Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3

z_0 = 0,200 m

z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$

$c_r(z) = c_r(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7*I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	56,72	0,21	1,18	31,92	0,18	1426
2	55,29	0,21	1,18	31,78	0,18	1417
3	52,73	0,21	1,17	31,51	0,18	1400
4	49,88	0,21	1,16	31,20	0,18	1380
5	48,23	0,21	1,15	31,01	0,18	1368
6	46,80	0,21	1,14	30,84	0,18	1357
7	44,89	0,21	1,13	30,60	0,18	1342
8	43,46	0,21	1,13	30,42	0,19	1331
9	41,33	0,21	1,12	30,13	0,19	1313
10	38,95	0,21	1,10	29,80	0,19	1292
11	37,53	0,21	1,10	29,59	0,19	1279
12	35,63	0,21	1,09	29,30	0,19	1261
13	32,78	0,21	1,07	28,82	0,20	1232
14	30,64	0,21	1,05	28,44	0,20	1209
15	29,21	0,21	1,04	28,17	0,20	1193
16	28,25	0,21	1,04	27,98	0,20	1182
17	26,83	0,21	1,03	27,69	0,20	1164
18	24,23	0,21	1,00	27,12	0,21	1130
19	21,65	0,21	0,98	26,48	0,21	1093
20	20,23	0,21	0,97	26,10	0,22	1071
21	18,53	0,21	0,95	25,60	0,22	1043
22	15,68	0,21	0,91	24,65	0,23	990
23	12,83	0,21	0,87	23,52	0,24	927
24	9,98	0,21	0,82	22,10	0,26	852
25	7,13	0,21	0,75	20,20	0,28	754
26	4,28	0,21	0,64	17,31	0,33	615
27	1,43	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1329	400	0,40	0,00	1,78E-02	591,68
2	2 -- 3	5797	1855	3,58	0,61	1,78E-02	581,52
3	3 -- 4	8328		9,38	15,39	1,78E-02	540,95
4	4 -- 5	9530		17,71	53,99	1,75E-02	490,65
5	5 -- 6	1782		27,24	118,05	1,71E-02	441,33
6	6 -- 7	10067	15447	44,47	130,70	1,70E-02	433,67
7	7 -- 8	6425		54,54	249,51	1,65E-02	393,43
8	8 -- 9	6759		60,96	331,80	1,61E-02	370,18
9	9 -- 10	14520		67,72	423,49	1,57E-02	347,47
10	10 -- 11	11415		82,24	637,18	1,48E-02	303,85
11	11 -- 12	5952	15891	109,55	804,28	1,42E-02	276,23
12	12 -- 13	18836		115,50	911,17	1,39E-02	262,86
13	13 -- 14	20305		134,33	1267,18	1,29E-02	224,57
14	14 -- 15	12107		154,64	1678,97	1,18E-02	189,27
15	15 -- 16	12525		166,75	1907,96	1,13E-02	172,78
16	16 -- 17	4494	15261	194,53	2154,49	1,08E-02	157,01
17	17 -- 18	21808	16335	215,36	2252,88	1,06E-02	151,65
18	18 -- 19	31217		237,17	2784,60	9,74E-03	127,68
19	19 -- 20	26556		268,38	3505,01	8,73E-03	101,29
20	20 -- 21	6531	3847	298,79	4152,84	7,89E-03	82,15
21	21 -- 22	34956		305,32	4318,96	7,68E-03	77,87
22	22 -- 23	39383		340,27	5238,93	6,59E-03	57,49
23	23 -- 24	41386		379,66	6264,83	5,54E-03	40,16
24	24 -- 25	43389		421,04	7405,83	4,47E-03	25,85
25	25 -- 26	45393		464,43	8667,63	3,38E-03	14,63
26	26 -- 27	47396		509,82	10055,94	2,27E-03	6,55
27	27 -- 28	49399		557,22	11576,48	1,14E-03	1,66
28			49096	655,71	13234,95	0,00E+00	0,00

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_t : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ geleiders-kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	132,9	40,0	0,592	997,03	59,739
2	2 -- 3	579,7	185,5	0,582	4250,04	245,336
3	3 -- 4	832,8		0,541	4214,10	221,573
4	4 -- 5	953,0		0,491	4356,60	206,946
5	5 -- 6	178,2		0,441	764,85	34,111
6	6 -- 7	1006,7	1544,7	0,434	10655,73	462,682
7	7 -- 8	642,5		0,393	2406,56	93,663
8	8 -- 9	675,9		0,370	2379,22	87,025
9	9 -- 10	1452,0		0,347	4638,61	153,986
10	10 -- 11	1141,5		0,304	3247,81	96,024
11	11 -- 12	595,2	1589,1	0,276	5880,08	164,499
12	12 -- 13	1883,6		0,263	4503,41	111,881
13	13 -- 14	2030,5		0,225	4121,73	86,940
14	14 -- 15	1210,7		0,189	2150,14	39,678
15	15 -- 16	1252,5		0,173	2026,05	34,056
16	16 -- 17	449,4	1526,1	0,157	3030,88	48,324
17	17 -- 18	2180,8	1633,5	0,152	5418,12	80,108
18	18 -- 19	3121,7		0,128	3506,01	40,917
19	19 -- 20	2655,6		0,101	2389,51	22,342
20	20 -- 21	653,1	384,7	0,082	822,66	6,778
21	21 -- 22	3495,6		0,078	2320,88	16,012
22	22 -- 23	3938,3		0,057	1886,22	9,387
23	23 -- 24	4138,6		0,040	1339,87	4,507
24	24 -- 25	4338,9		0,026	861,44	1,777
25	25 -- 26	4539,3		0,015	471,53	0,509
26	26 -- 27	4739,6		0,007	190,86	0,080
27	27 -- 28	4939,9		0,002	40,22	0,003
28			4909,6	0,000	0,00	0,000
				Som	78870	2329

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	0,93	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	$\phi_i^2 * (s)$	$\phi_i^2 *(s)*m$	$\phi_i * (s)$
1 -- 2	629	0,991	0,570	0,56	352,29	0,57
2 -- 3	254	0,949	2,280	2,05	521,60	2,16
3 -- 4	292	0,872	2,850	2,17	632,91	2,48
4 -- 5	334	0,788	2,850	1,77	591,13	2,24
5 -- 6	3829	0,739	0,450	0,25	942,00	0,33
6 -- 7	419	0,699	2,400	1,17	491,78	1,68
7 -- 8	451	0,645	1,425	0,59	267,54	0,92
8 -- 9	474	0,606	1,425	0,52	248,58	0,86
9 -- 10	509	0,550	2,850	0,86	439,85	1,57
10 -- 11	1437	0,490	1,900	0,46	656,13	0,93
11 -- 12	627	0,456	0,950	0,20	123,53	0,43
12 -- 13	661	0,412	2,850	0,48	319,58	1,17
13 -- 14	712	0,350	2,850	0,35	248,34	1,00
14 -- 15	850	0,306	1,425	0,13	113,34	0,44
15 -- 16	1950	0,279	1,425	0,11	215,81	0,40
16 -- 17	4166	0,261	0,500	0,03	141,71	0,13
17 -- 18	928	0,236	2,350	0,13	121,51	0,55
18 -- 19	1095	0,193	2,850	0,11	116,88	0,55
19 -- 20	1322	0,155	2,300	0,06	73,06	0,36
20 -- 21	1187	0,135	0,550	0,01	11,94	0,07
21 -- 22	1227	0,114	2,850	0,04	45,74	0,33
22 -- 23	1382	0,083	2,850	0,02	26,81	0,24
23 -- 24	1452	0,056	2,850	0,01	12,88	0,16
24 -- 25	1522	0,034	2,850	0,00	5,08	0,10
25 -- 26	1593	0,018	2,850	0,00	1,45	0,05
26 -- 27	1663	0,007	2,850	0,00	0,23	0,02
27 -- 28	3456	0,001	2,850	0,00	0,02	0,00
		Σ	57,00	12,08	6721,73	19,75

m_e = 6721,7 / 12,1 = 556,4 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor $c_s c_d$

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$c_s c_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$

$n = n_{1,x}$ =	0,93	Hz
b =	1,45	m
h =	57,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	34,20	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	105,91	

$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$

B^2 = 0,55

δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s) / (2*n_1*m_e)$ =	0,061	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,073	
$v_m(z_s)$ =	29,06	m/s
$v_m(z)$ =	31,95	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,19	

$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3}$ = 0,06

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	3,07	
$c_y = c_z$ =	11,5	
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,53	
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	20,89	
G_y =	0,5	
G_z =	0,28	

$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$

$K_s(n)$ =	0,15	
R^2 =	0,62	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,67	Hz

$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\}$ = 3,64

$c_s c_d$ = **1,07**

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_T

$C_T = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_T
1	47,77	1,62E+06	0,80	0,81	0,65
2	47,62	1,77E+06	0,80	0,81	0,65
3	47,33	2,03E+06	0,80	0,81	0,65
4	46,99	2,31E+06	0,80	0,81	0,64
5	46,78	2,47E+06	0,80	0,81	0,64
6	46,60	2,61E+06	0,80	0,81	0,64
7	46,34	2,79E+06	0,79	0,81	0,64
8	46,14	2,93E+06	0,79	0,81	0,64
9	45,83	3,12E+06	0,79	0,81	0,64
10	45,47	3,34E+06	0,79	0,81	0,64
11	45,24	3,47E+06	0,79	0,81	0,64
12	44,92	3,63E+06	0,79	0,81	0,64
13	44,40	3,87E+06	0,79	0,81	0,64
14	43,98	4,04E+06	0,79	0,81	0,64
15	43,69	4,15E+06	0,79	0,81	0,64
16	43,48	4,23E+06	0,79	0,81	0,64
17	43,16	4,33E+06	0,79	0,81	0,64
18	42,52	4,51E+06	0,79	0,81	0,64
19	41,82	4,68E+06	0,78	0,81	0,64
20	41,39	4,76E+06	0,78	0,81	0,63
21	40,84	4,85E+06	0,78	0,81	0,63
22	39,79	4,98E+06	0,78	0,81	0,63
23	38,52	5,07E+06	0,78	0,81	0,63
24	36,92	5,09E+06	0,78	0,81	0,63
25	34,74	5,01E+06	0,77	0,81	0,63
26	31,38	4,72E+06	0,77	0,81	0,62
27	30,93	4,85E+06	0,77	0,81	0,62

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	56,43	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 V10.0 (18 - 11 - 2013) Appendix - L en L2		
1e traverse - 380C1F1	48,00	1			
2e traverse - 380C1F2	38,00	1			
3e traverse - 380C1F3	28,00	1			
Retourstroomgeleider	20,50	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	56,43	0,760
1e traverse - 380C1F1	48,00	0,000
2e traverse - 380C1F2	38,00	0,000
3e traverse - 380C1F3	28,00	0,000
Retourstroomgeleider	20,50	1,358

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	56,43	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	48,00	1			
2e traverse - 380C1F2	38,00	1			
3e traverse - 380C1F3	28,00	1			
Retourstroomgeleider	20,50	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1244	86	1329	0,188	0,068	393	0,689
2	5455	342	5797	0,822	0,274	1666	0,731
3	7901	428	8328	1,183	0,342	2290	0,804
4	9103	428	9530	1,355	0,342	2513	0,882
5	1715	68	1782	0,230	0,054	416	0,925
6	9707	360	10067	1,297	0,288	2309	0,962
7	6211	214	6425	0,828	0,171	1439	1,010
8	6545	214	6759	0,871	0,171	1488	1,044
9	14092	428	14520	1,870	0,342	3116	1,093
10	11130	285	11415	1,342	0,228	2176	1,145
11	5810	143	5952	0,699	0,114	1116	1,175
12	18408	428	18836	2,211	0,342	3455	1,212
13	19877	428	20305	2,381	0,342	3601	1,263
14	11894	214	12107	1,254	0,171	1849	1,298
15	12311	214	12525	1,296	0,171	1878	1,318
16	4419	75	4494	0,465	0,060	665	1,331
17	21455	353	21808	2,255	0,282	3168	1,348
18	30789	428	31217	2,887	0,342	3916	1,374
19	26211	345	26556	2,452	0,276	3200	1,391
20	6448	83	6531	0,602	0,066	768	1,397
21	34528	428	34956	3,220	0,342	3986	1,398
22	38956	428	39383	3,385	0,342	3957	1,389
23	40959	428	41386	3,546	0,342	3870	1,358
24	42962	428	43389	3,705	0,342	3699	1,298
25	44965	428	45393	3,857	0,342	3399	1,193
26	46968	428	47396	3,995	0,342	2864	1,005
27	48971	428	49399	4,158	0,342	2887	1,013
	529033	8550	537583	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	66083

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	2798	480	480	480	480
2	2 -- 3	3051	2226	2225	9244	2978
3	3 -- 4	3507				
4	4 -- 5	4013				
5	5 -- 6	4752				
6	6 -- 7	5033	18540	18530	30870	21547
7	7 -- 8	5411				
8	8 -- 9	5692				
9	9 -- 10	6114				
10	10 -- 11	7209				
11	11 -- 12	7519	19072	19063	31403	22080
12	12 -- 13	7931				
13	13 -- 14	8549				
14	14 -- 15	10196				
15	15 -- 16	10547				
16	16 -- 17	10784	18313	18313	18313	18313
17	17 -- 18	11136	19605	19596	31936	22613
18	18 -- 19	13144				
19	19 -- 20	13855				
20	20 -- 21	14249	4617	4615	18676	6122
21	21 -- 22	14718				
22	22 -- 23	16582				
23	23 -- 24	17426				
24	24 -- 25	18269				
25	25 -- 26	19113				
26	26 -- 27	19956				
27	27 -- 28	20799				
28			58915	58915	58915	58915

KEMA rapport - bijlage L - windhoek 90 graden

eg flenzen+ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : rond 3070 / 1670 , t = 120 mm ; G = 4910 kg
Flenzen op 28,5m : 2 * rond 1450 / 930 , t = 100 mm ; G = 1526 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg
Bevestigingsringen op 48m : 2 * rond 1070 / 800 , t = 20 mm ; G = 125 kg
Bevestigingsringen op 38m : 2 * rond 1403 / 1133 , t = 20 mm ; G = 169 kg
Bevestigingsringen op 28m : 2 * rond 1737 / 1467 , t = 20 mm ; G = 213 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	689				
2	2 -- 3	731	28576	19882	50967	21278
3	3 -- 4	804				
4	4 -- 5	882				
5	5 -- 6	925				
6	6 -- 7	962	182742	151666	207653	147712
7	7 -- 8	1010				
8	8 -- 9	1044				
9	9 -- 10	1093				
10	10 -- 11	1145				
11	11 -- 12	1175	175071	151136	205550	147277
12	12 -- 13	1212				
13	13 -- 14	1263				
14	14 -- 15	1298				
15	15 -- 16	1318				
16	16 -- 17	1331				
17	17 -- 18	1348	165217	150503	203011	146759
18	18 -- 19	1374				
19	19 -- 20	1391				
20	20 -- 21	1397	45646	39776	98129	43009
21	21 -- 22	1398				
22	22 -- 23	1389				
23	23 -- 24	1358				
24	24 -- 25	1298				
25	25 -- 26	1193				
26	26 -- 27	1005				
27	27 -- 28	1013				
28						

KEMA rapport - bijlage L2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

Opmerking:
De maximale horizontale belasting is gerekend met de vectoriele som van transversale en longitudinale belastingen.

$$F_{hor} = \{ F^2_{transver.} + F^2_{longit.} \}^{0,5}$$

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1102				
2	2 -- 3	1169	37809	23355	66280	25962
3	3 -- 4	1286				
4	4 -- 5	1411				
5	5 -- 6	1480				
6	6 -- 7	1539	235849	175380	258657	176175
7	7 -- 8	1615				
8	8 -- 9	1670				
9	9 -- 10	1749				
10	10 -- 11	1833				
11	11 -- 12	1880	224419	174456	255422	175439
12	12 -- 13	1939				
13	13 -- 14	2021				
14	14 -- 15	2076				
15	15 -- 16	2109				
16	16 -- 17	2130				
17	17 -- 18	2157	209481	173351	251491	174559
18	18 -- 19	2199				
19	19 -- 20	2226				
20	20 -- 21	2235	58310	46141	126880	52051
21	21 -- 22	2238				
22	22 -- 23	2222				
23	23 -- 24	2172				
24	24 -- 25	2077				
25	25 -- 26	1908				
26	26 -- 27	1608				
27	27 -- 28	1621				
28						

KEMA rapport - bijlage L - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,6)

4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	393		0	0,00E+00	3,03E-03	94
2	2 -- 3	1666		393	1,18E+05	3,03E-03	92
3	3 -- 4	2290		2058	2,98E+06	3,01E-03	86
4	4 -- 5	2513		4349	1,23E+07	2,96E-03	77
5	5 -- 6	416		6861	2,85E+07	2,86E-03	69
6	6 -- 7	2309		7278	3,17E+07	2,84E-03	67
7	7 -- 8	1439		9586	5,23E+07	2,73E-03	61
8	8 -- 9	1488		11025	6,72E+07	2,66E-03	57
9	9 -- 10	3116		12512	8,42E+07	2,58E-03	53
10	10 -- 11	2176		15628	1,25E+08	2,40E-03	46
11	11 -- 12	1116		17804	1,57E+08	2,28E-03	42
12	12 -- 13	3455		18921	1,75E+08	2,22E-03	40
13	13 -- 14	3601		22375	2,34E+08	2,03E-03	33
14	14 -- 15	1849		25976	3,04E+08	1,83E-03	28
15	15 -- 16	1878		27825	3,43E+08	1,74E-03	25
16	16 -- 17	665		29703	3,84E+08	1,65E-03	23
17	17 -- 18	3168		30369	4,00E+08	1,62E-03	22
18	18 -- 19	3916		33537	4,76E+08	1,47E-03	19
19	19 -- 20	3200		37453	5,78E+08	1,30E-03	15
20	20 -- 21	768		40653	6,68E+08	1,16E-03	12
21	21 -- 22	3986		41421	6,91E+08	1,13E-03	11
22	22 -- 23	3957		45407	8,16E+08	9,54E-04	8
23	23 -- 24	3870		49364	9,52E+08	7,93E-04	6
24	24 -- 25	3699		53234	1,10E+09	6,32E-04	4
25	25 -- 26	3399		56933	1,26E+09	4,72E-04	2
26	26 -- 27	2864		60332	1,42E+09	3,13E-04	1
27	27 -- 28	2887		63196	1,60E+09	1,56E-04	0
28				66083	1,79E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,54E-02	1401
2	2 -- 3		28576	28576	9,17E+04	4,54E-02	1376
3	3 -- 4			28576	6,62E+07	4,51E-02	1272
4	4 -- 5			28576	1,50E+08	4,42E-02	1145
5	5 -- 6			28576	2,35E+08	4,32E-02	1020
6	6 -- 7		182742	211318	2,48E+08	4,31E-02	1001
7	7 -- 8			211318	7,61E+08	4,18E-02	899
8	8 -- 9			211318	1,07E+09	4,06E-02	840
9	9 -- 10			211318	1,37E+09	3,93E-02	783
10	10 -- 11			211318	1,98E+09	3,65E-02	675
11	11 -- 12		175071	386389	2,39E+09	3,47E-02	607
12	12 -- 13			386389	2,76E+09	3,37E-02	574
13	13 -- 14			386389	3,87E+09	3,06E-02	482
14	14 -- 15			386389	4,99E+09	2,74E-02	400
15	15 -- 16			386389	5,55E+09	2,59E-02	362
16	16 -- 17			386389	6,10E+09	2,44E-02	326
17	17 -- 18		165217	551606	6,30E+09	2,39E-02	314
18	18 -- 19			551606	7,61E+09	2,15E-02	260
19	19 -- 20			551606	9,19E+09	1,88E-02	203
20	20 -- 21		45646	597252	1,05E+10	1,66E-02	162
21	21 -- 22			597252	1,08E+10	1,61E-02	153
22	22 -- 23			597252	1,25E+10	1,34E-02	111
23	23 -- 24			597252	1,42E+10	1,10E-02	76
24	24 -- 25			597252	1,60E+10	8,61E-03	48
25	25 -- 26			597252	1,77E+10	6,32E-03	27
26	26 -- 27			597252	1,94E+10	4,12E-03	12
27	27 -- 28			597252	2,11E+10	2,02E-03	3
28	28 -- 29			597252	2,28E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,71E-02	1164
2	2 -- 3		19882	19882	7,49E+04	3,71E-02	1142
3	3 -- 4			19882	4,62E+07	3,68E-02	1058
4	4 -- 5			19882	1,05E+08	3,63E-02	954
5	5 -- 6			19882	1,64E+08	3,56E-02	851
6	6 -- 7		151666	171548	1,74E+08	3,55E-02	835
7	7 -- 8			171548	5,90E+08	3,45E-02	751
8	8 -- 9			171548	8,37E+08	3,36E-02	703
9	9 -- 10			171548	1,08E+09	3,26E-02	656
10	10 -- 11			171548	1,58E+09	3,03E-02	566
11	11 -- 12		151136	322684	1,91E+09	2,88E-02	510
12	12 -- 13			322684	2,22E+09	2,81E-02	483
13	13 -- 14			322684	3,15E+09	2,56E-02	406
14	14 -- 15			322684	4,08E+09	2,29E-02	337
15	15 -- 16			322684	4,55E+09	2,17E-02	305
16	16 -- 17			322684	5,01E+09	2,05E-02	275
17	17 -- 18		150503	473187	5,18E+09	2,01E-02	265
18	18 -- 19			473187	6,30E+09	1,81E-02	220
19	19 -- 20			473187	7,66E+09	1,58E-02	171
20	20 -- 21		39776	512963	8,76E+09	1,40E-02	137
21	21 -- 22			512963	9,04E+09	1,36E-02	129
22	22 -- 23			512963	1,05E+10	1,13E-02	94
23	23 -- 24			512963	1,20E+10	9,29E-03	64
24	24 -- 25			512963	1,35E+10	7,29E-03	41
25	25 -- 26			512963	1,49E+10	5,36E-03	23
26	26 -- 27			512963	1,64E+10	3,50E-03	10
27	27 -- 28			512963	1,79E+10	1,71E-03	2
28				512963	1,93E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	5,84E-02	1757
2	2 -- 3		50967	50967	1,18E+05	5,84E-02	1724
3	3 -- 4			50967	1,18E+08	5,78E-02	1591
4	4 -- 5			50967	2,66E+08	5,63E-02	1428
5	5 -- 6			50967	4,15E+08	5,46E-02	1269
6	6 -- 7		207653	258620	4,39E+08	5,44E-02	1245
7	7 -- 8			258620	1,07E+09	5,24E-02	1117
8	8 -- 9			258620	1,44E+09	5,08E-02	1043
9	9 -- 10			258620	1,81E+09	4,91E-02	972
10	10 -- 11			258620	2,56E+09	4,53E-02	837
11	11 -- 12		205550	464170	3,06E+09	4,30E-02	753
12	12 -- 13			464170	3,51E+09	4,18E-02	713
13	13 -- 14			464170	4,85E+09	3,79E-02	599
14	14 -- 15			464170	6,18E+09	3,39E-02	496
15	15 -- 16			464170	6,85E+09	3,20E-02	449
16	16 -- 17			464170	7,52E+09	3,02E-02	405
17	17 -- 18		203011	667181	7,76E+09	2,96E-02	390
18	18 -- 19			667181	9,34E+09	2,66E-02	324
19	19 -- 20			667181	1,13E+10	2,33E-02	253
20	20 -- 21		98129	765310	1,28E+10	2,06E-02	202
21	21 -- 22			765310	1,32E+10	2,00E-02	191
22	22 -- 23			765310	1,54E+10	1,67E-02	138
23	23 -- 24			765310	1,76E+10	1,37E-02	95
24	24 -- 25			765310	1,98E+10	1,08E-02	60
25	25 -- 26			765310	2,20E+10	7,91E-03	33
26	26 -- 27			765310	2,42E+10	5,16E-03	15
27	27 -- 28			765310	2,64E+10	2,53E-03	4
28				765310	2,86E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,67E-02	1148
2	2 -- 3		21278	21278	7,42E+04	3,67E-02	1127
3	3 -- 4			21278	4,94E+07	3,65E-02	1043
4	4 -- 5			21278	1,12E+08	3,59E-02	940
5	5 -- 6			21278	1,75E+08	3,51E-02	838
6	6 -- 7		147712	168989	1,85E+08	3,50E-02	823
7	7 -- 8			168989	5,96E+08	3,40E-02	740
8	8 -- 9			168989	8,39E+08	3,31E-02	692
9	9 -- 10			168989	1,08E+09	3,21E-02	645
10	10 -- 11			168989	1,57E+09	2,98E-02	557
11	11 -- 12		147277	316266	1,90E+09	2,84E-02	501
12	12 -- 13			316266	2,20E+09	2,76E-02	475
13	13 -- 14			316266	3,11E+09	2,52E-02	399
14	14 -- 15			316266	4,03E+09	2,25E-02	331
15	15 -- 16			316266	4,48E+09	2,13E-02	300
16	16 -- 17			316266	4,94E+09	2,02E-02	270
17	17 -- 18		146759	463026	5,10E+09	1,98E-02	260
18	18 -- 19			463026	6,20E+09	1,78E-02	216
19	19 -- 20			463026	7,53E+09	1,56E-02	169
20	20 -- 21		43009	506035	8,60E+09	1,38E-02	135
21	21 -- 22			506035	8,88E+09	1,34E-02	127
22	22 -- 23			506035	1,03E+10	1,12E-02	92
23	23 -- 24			506035	1,18E+10	9,14E-03	63
24	24 -- 25			506035	1,32E+10	7,17E-03	40
25	25 -- 26			506035	1,47E+10	5,27E-03	22
26	26 -- 27			506035	1,61E+10	3,44E-03	10
27	27 -- 28			506035	1,76E+10	1,68E-03	2
28				506035	1,90E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	5,56E-05	1
2	2 -- 3				1,41E+06	5,56E-05	1
3	3 -- 4				1,41E+06	4,18E-05	1
4	4 -- 5				1,41E+06	3,07E-05	0
5	5 -- 6				1,41E+06	2,35E-05	0
6	6 -- 7				1,41E+06	2,26E-05	0
7	7 -- 8				1,41E+06	1,89E-05	0
8	8 -- 9				1,41E+06	1,72E-05	0
9	9 -- 10				1,41E+06	1,57E-05	0
10	10 -- 11				1,41E+06	1,32E-05	0
11	11 -- 12				1,41E+06	1,21E-05	0
12	12 -- 13				1,41E+06	1,16E-05	0
13	13 -- 14				1,41E+06	1,02E-05	0
14	14 -- 15				1,41E+06	9,21E-06	0
15	15 -- 16				1,41E+06	8,82E-06	0
16	16 -- 17				1,41E+06	8,46E-06	0
17	17 -- 18				1,41E+06	8,35E-06	0
18	18 -- 19				1,41E+06	7,85E-06	0
19	19 -- 20				1,41E+06	7,40E-06	0
20	20 -- 21				6,63E+06	7,09E-06	0
21	21 -- 22				6,63E+06	6,76E-06	0
22	22 -- 23				6,63E+06	5,25E-06	0
23	23 -- 24				6,63E+06	4,04E-06	0
24	24 -- 25				6,63E+06	2,99E-06	0
25	25 -- 26				6,63E+06	2,09E-06	0
26	26 -- 27				6,63E+06	1,30E-06	0
27	27 -- 28				6,63E+06	6,10E-07	0
28					6,63E+06	0,00E+00	0

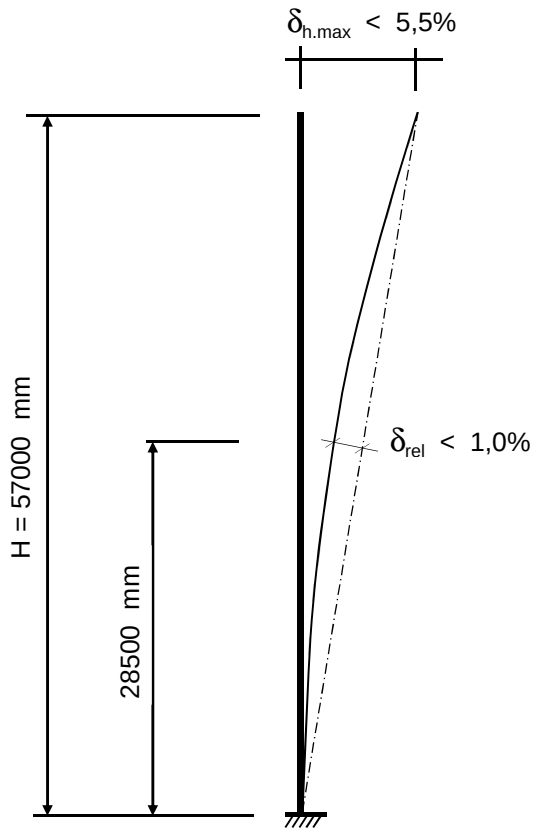
4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:

Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	0,30
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	1,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	5,9E-02	1786
2	2 -- 3	5,9E-02	1752
3	3 -- 4	5,9E-02	1617
4	4 -- 5	5,7E-02	1451
5	5 -- 6	5,5E-02	1291
6	6 -- 7	5,5E-02	1266
7	7 -- 8	5,3E-02	1135
8	8 -- 9	5,2E-02	1060
9	9 -- 10	5,0E-02	988
10	10 -- 11	4,6E-02	851
11	11 -- 12	4,4E-02	766
12	12 -- 13	4,2E-02	725
13	13 -- 14	3,9E-02	609
14	14 -- 15	3,4E-02	505
15	15 -- 16	3,3E-02	457
16	16 -- 17	3,1E-02	412
17	17 -- 18	3,0E-02	397
18	18 -- 19	2,7E-02	329
19	19 -- 20	2,4E-02	257
20	20 -- 21	2,1E-02	206
21	21 -- 22	2,0E-02	194
22	22 -- 23	1,7E-02	141
23	23 -- 24	1,4E-02	97
24	24 -- 25	1,1E-02	61
25	25 -- 26	8,1E-03	34
26	26 -- 27	5,3E-03	15
27	27 -- 28	2,6E-03	4
28	28 -- 29	0,0E+00	0

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h = 1786 mm ----> δ_h *100 / 57000

Percentage uitbuig. = 3,13 % voldoet , max verpl. < 5,5 %

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop 16 ; Hoogte = 28500 mm
$\delta_{knoop\ x}$ = 412 mm
α = 1,79 graden

δ_{rel} = 481 mm ----> δ_h *100 / 57000

Percentage uitbuig. = 0,84 % voldoet , max verpl. < 1 %

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	589	480	0	0,00E+00	4,49E-03	140
2	2 -- 3	2498	4301	589	1,68E+05	4,49E-03	137
3	3 -- 4	3435	11258	3087	4,36E+06	4,47E-03	127
4	4 -- 5	3769	21252	6523	1,81E+07	4,39E-03	114
5	5 -- 6	625	32688	10292	4,20E+07	4,24E-03	102
6	6 -- 7	3463	53366	10916	4,68E+07	4,21E-03	100
7	7 -- 8	2158	65447	14379	7,71E+07	4,05E-03	90
8	8 -- 9	2231	73157	16537	9,92E+07	3,94E-03	85
9	9 -- 10	4674	81268	18768	1,24E+08	3,82E-03	79
10	10 -- 11	3264	98691	23443	1,84E+08	3,56E-03	68
11	11 -- 12	1674	131461	26707	2,32E+08	3,38E-03	62
12	12 -- 13	5182	138604	28381	2,58E+08	3,29E-03	59
13	13 -- 14	5401	161207	33563	3,47E+08	3,01E-03	50
14	14 -- 15	2773	185573	38964	4,50E+08	2,72E-03	41
15	15 -- 16	2818	200101	41737	5,07E+08	2,59E-03	38
16	16 -- 17	998	233444	44555	5,69E+08	2,45E-03	34
17	17 -- 18	4753	258440	45553	5,91E+08	2,40E-03	33
18	18 -- 19	5874	284610	50306	7,04E+08	2,18E-03	28
19	19 -- 20	4800	322070	56180	8,56E+08	1,93E-03	22
20	20 -- 21	1152	358553	60980	9,91E+08	1,72E-03	17
21	21 -- 22	5978	366390	62132	1,02E+09	1,67E-03	17
22	22 -- 23	5936	408337	68110	1,21E+09	1,42E-03	12
23	23 -- 24	5805	455597	74046	1,41E+09	1,18E-03	8
24	24 -- 25	5548	505260	79851	1,63E+09	9,41E-04	5
25	25 -- 26	5099	557328	85399	1,87E+09	7,02E-04	3
26	26 -- 27	4295	611799	90498	2,12E+09	4,66E-04	1
27	27 -- 28	4331	668673	94793	2,38E+09	2,32E-04	0
28			786867	99125	2,66E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	5,80E-02	1788
2	2 -- 3		37809	37809	0,00E+00	5,80E-02	1755
3	3 -- 4			37809	8,62E+07	5,76E-02	1623
4	4 -- 5			37809	1,94E+08	5,65E-02	1460
5	5 -- 6			37809	3,02E+08	5,52E-02	1301
6	6 -- 7		235849	273659	3,19E+08	5,51E-02	1276
7	7 -- 8			273659	9,76E+08	5,34E-02	1146
8	8 -- 9			273659	1,37E+09	5,19E-02	1071
9	9 -- 10			273659	1,76E+09	5,02E-02	998
10	10 -- 11			273659	2,54E+09	4,65E-02	860
11	11 -- 12		224419	498077	3,06E+09	4,42E-02	774
12	12 -- 13			498077	3,53E+09	4,30E-02	732
13	13 -- 14			498077	4,95E+09	3,91E-02	615
14	14 -- 15			498077	6,37E+09	3,49E-02	509
15	15 -- 16			498077	7,08E+09	3,30E-02	461
16	16 -- 17			498077	7,79E+09	3,11E-02	415
17	17 -- 18		209481	707558	8,04E+09	3,05E-02	400
18	18 -- 19			707558	9,70E+09	2,74E-02	332
19	19 -- 20			707558	1,17E+10	2,39E-02	258
20	20 -- 21		58310	765868	1,33E+10	2,12E-02	206
21	21 -- 22			765868	1,38E+10	2,05E-02	195
22	22 -- 23			765868	1,59E+10	1,71E-02	141
23	23 -- 24			765868	1,81E+10	1,40E-02	97
24	24 -- 25			765868	2,03E+10	1,10E-02	61
25	25 -- 26			765868	2,25E+10	8,06E-03	34
26	26 -- 27			765868	2,47E+10	5,26E-03	15
27	27 -- 28			765868	2,69E+10	2,57E-03	4
28				765868	2,90E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,25E-02	1332
2	2 -- 3		23355	23355	0,00E+00	4,25E-02	1308
3	3 -- 4			23355	5,32E+07	4,22E-02	1211
4	4 -- 5			23355	1,20E+08	4,15E-02	1092
5	5 -- 6			23355	1,86E+08	4,07E-02	975
6	6 -- 7		175380	198734	1,97E+08	4,06E-02	956
7	7 -- 8			198734	6,74E+08	3,95E-02	860
8	8 -- 9			198734	9,57E+08	3,84E-02	804
9	9 -- 10			198734	1,24E+09	3,73E-02	750
10	10 -- 11			198734	1,81E+09	3,47E-02	648
11	11 -- 12		174456	373190	2,18E+09	3,30E-02	583
12	12 -- 13			373190	2,54E+09	3,21E-02	553
13	13 -- 14			373190	3,60E+09	2,93E-02	465
14	14 -- 15			373190	4,67E+09	2,62E-02	386
15	15 -- 16			373190	5,20E+09	2,48E-02	349
16	16 -- 17			373190	5,73E+09	2,35E-02	315
17	17 -- 18		173351	546542	5,92E+09	2,30E-02	303
18	18 -- 19			546542	7,20E+09	2,07E-02	252
19	19 -- 20			546542	8,76E+09	1,81E-02	196
20	20 -- 21		46141	592682	1,00E+10	1,60E-02	157
21	21 -- 22			592682	1,03E+10	1,55E-02	148
22	22 -- 23			592682	1,20E+10	1,30E-02	107
23	23 -- 24			592682	1,37E+10	1,06E-02	74
24	24 -- 25			592682	1,54E+10	8,35E-03	47
25	25 -- 26			592682	1,71E+10	6,14E-03	26
26	26 -- 27			592682	1,88E+10	4,01E-03	11
27	27 -- 28			592682	2,05E+10	1,96E-03	3
28				592682	2,22E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	7,28E-02	2182
2	2 -- 3		66280	66280	0,00E+00	7,28E-02	2141
3	3 -- 4			66280	1,51E+08	7,21E-02	1975
4	4 -- 5			66280	3,40E+08	7,01E-02	1772
5	5 -- 6			66280	5,29E+08	6,79E-02	1575
6	6 -- 7		258657	324937	5,59E+08	6,76E-02	1545
7	7 -- 8			324937	1,34E+09	6,51E-02	1385
8	8 -- 9			324937	1,80E+09	6,31E-02	1294
9	9 -- 10			324937	2,26E+09	6,09E-02	1205
10	10 -- 11			324937	3,19E+09	5,63E-02	1038
11	11 -- 12		255422	580360	3,81E+09	5,33E-02	934
12	12 -- 13			580360	4,36E+09	5,18E-02	884
13	13 -- 14			580360	6,01E+09	4,70E-02	743
14	14 -- 15			580360	7,67E+09	4,20E-02	615
15	15 -- 16			580360	8,49E+09	3,97E-02	557
16	16 -- 17			580360	9,32E+09	3,75E-02	502
17	17 -- 18		251491	831851	9,61E+09	3,67E-02	484
18	18 -- 19			831851	1,16E+10	3,30E-02	402
19	19 -- 20			831851	1,39E+10	2,89E-02	313
20	20 -- 21		126880	958731	1,59E+10	2,56E-02	251
21	21 -- 22			958731	1,64E+10	2,48E-02	237
22	22 -- 23			958731	1,91E+10	2,07E-02	172
23	23 -- 24			958731	2,18E+10	1,70E-02	118
24	24 -- 25			958731	2,46E+10	1,33E-02	75
25	25 -- 26			958731	2,73E+10	9,82E-03	41
26	26 -- 27			958731	3,00E+10	6,41E-03	18
27	27 -- 28			958731	3,28E+10	3,14E-03	5
28				958731	3,55E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,35E-02	1357
2	2 -- 3		25962	25962	0,00E+00	4,35E-02	1332
3	3 -- 4			25962	5,92E+07	4,32E-02	1233
4	4 -- 5			25962	1,33E+08	4,24E-02	1111
5	5 -- 6			25962	2,07E+08	4,16E-02	991
6	6 -- 7		176175	202137	2,19E+08	4,14E-02	973
7	7 -- 8			202137	7,04E+08	4,02E-02	874
8	8 -- 9			202137	9,92E+08	3,92E-02	818
9	9 -- 10			202137	1,28E+09	3,79E-02	763
10	10 -- 11			202137	1,86E+09	3,53E-02	658
11	11 -- 12		175439	377575	2,24E+09	3,36E-02	593
12	12 -- 13			377575	2,60E+09	3,27E-02	561
13	13 -- 14			377575	3,68E+09	2,98E-02	472
14	14 -- 15			377575	4,75E+09	2,66E-02	392
15	15 -- 16			377575	5,29E+09	2,52E-02	355
16	16 -- 17			377575	5,83E+09	2,38E-02	320
17	17 -- 18		174559	552135	6,02E+09	2,34E-02	308
18	18 -- 19			552135	7,31E+09	2,10E-02	256
19	19 -- 20			552135	8,89E+09	1,84E-02	199
20	20 -- 21		52051	604186	1,02E+10	1,63E-02	159
21	21 -- 22			604186	1,05E+10	1,58E-02	151
22	22 -- 23			604186	1,22E+10	1,32E-02	109
23	23 -- 24			604186	1,39E+10	1,08E-02	75
24	24 -- 25			604186	1,57E+10	8,49E-03	47
25	25 -- 26			604186	1,74E+10	6,24E-03	26
26	26 -- 27			604186	1,91E+10	4,07E-03	12
27	27 -- 28			604186	2,08E+10	1,99E-03	3
28				604186	2,25E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	6,68E-05	1
2	2 -- 3				1,69E+06	6,68E-05	1
3	3 -- 4				1,69E+06	5,02E-05	1
4	4 -- 5				1,69E+06	3,69E-05	1
5	5 -- 6				1,69E+06	2,82E-05	0
6	6 -- 7				1,69E+06	2,72E-05	0
7	7 -- 8				1,69E+06	2,27E-05	0
8	8 -- 9				1,69E+06	2,06E-05	0
9	9 -- 10				1,69E+06	1,88E-05	0
10	10 -- 11				1,69E+06	1,59E-05	0
11	11 -- 12				1,69E+06	1,45E-05	0
12	12 -- 13				1,69E+06	1,39E-05	0
13	13 -- 14				1,69E+06	1,23E-05	0
14	14 -- 15				1,69E+06	1,11E-05	0
15	15 -- 16				1,69E+06	1,06E-05	0
16	16 -- 17				1,69E+06	1,02E-05	0
17	17 -- 18				1,69E+06	1,00E-05	0
18	18 -- 19				1,69E+06	9,42E-06	0
19	19 -- 20				1,69E+06	8,88E-06	0
20	20 -- 21				7,96E+06	8,50E-06	0
21	21 -- 22				7,96E+06	8,12E-06	0
22	22 -- 23				7,96E+06	6,30E-06	0
23	23 -- 24				7,96E+06	4,84E-06	0
24	24 -- 25				7,96E+06	3,59E-06	0
25	25 -- 26				7,96E+06	2,51E-06	0
26	26 -- 27				7,96E+06	1,56E-06	0
27	27 -- 28				7,96E+06	7,32E-07	0
28					7,96E+06	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

			)**
Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	G_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	11,32	66,46	7,07
3	3 -- 4	18,28	67,21	159,45
4	4 -- 5	28,27	68,24	352,45
5	5 -- 6	39,71	69,37	548,54
6	6 -- 7	72,71	328,21	579,80
7	7 -- 8	84,79	329,25	1368,75
8	8 -- 9	92,50	329,90	1838,40
9	9 -- 10	100,62	330,57	2308,98
10	10 -- 11	118,04	331,97	3253,09
11	11 -- 12	163,14	588,37	3884,77
12	12 -- 13	170,28	588,87	4443,96
13	13 -- 14	192,89	590,43	6124,46
14	14 -- 15	217,25	592,05	7809,49
15	15 -- 16	231,78	592,88	8653,76
16	16 -- 17	265,12	593,73	9499,21
17	17 -- 18	302,45	845,52	9796,15
18	18 -- 19	328,62	846,94	11784,79
19	19 -- 20	366,08	848,70	14201,09
20	20 -- 21	416,62	977,02	16180,13
21	21 -- 22	424,46	977,37	16717,59
22	22 -- 23	466,41	979,16	19505,65
23	23 -- 24	513,67	980,94	22298,81
24	24 -- 25	563,33	982,69	25096,98
25	25 -- 26	615,40	984,35	27900,01
26	26 -- 27	669,87	985,88	30707,59
27	27 -- 28	726,74	987,17	33519,18
28		844,94	988,47	36334,46

)** - Maatgevende belastingcombinatie voor alle staven

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel $D_{voet} - D_{top}$ mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 785	7,07	11,32	34	7,5	1217,6	0,01
2	500 / 785	159,45	18,28	135	162,3	1621,9	0,10
3	500 / 785	352,45	28,27	166	360,0	2208,8	0,17
4	500 / 785	548,54	39,71	161	562,5	2886,3	0,20
5	785 / 1070	579,80	72,71	25	595,5	3310,0	0,18
6	785 / 1070	1368,75	84,79	130	1395,5	4032,7	0,35
7	785 / 1070	1838,40	92,50	75	1872,1	4495,6	0,42
8	785 / 1070	2308,98	100,62	72	2350,0	4983,6	0,48
9	785 / 1070	3253,09	118,04	137	3310,3	6035,2	0,55
10	1070 / 1355	3884,77	163,14	85	3955,9	7431,7	0,54
11	1070 / 1355	4443,96	170,28	41	4522,0	7865,3	0,58
12	1070 / 1355	6124,46	192,89	116	6224,8	9239,9	0,68
13	1070 / 1355	7809,49	217,25	104	7932,5	10725,3	0,75
14	1355/ 1545	8653,76	231,78	48	8787,8	12994,9	0,68
15	1355/ 1545	9499,21	265,12	45	9645,3	13914,5	0,70
16	1355/ 1545	9796,15	302,45	15	9946,8	14244,7	0,71
17	1355/ 1545	11784,79	328,62	67	11957,5	15848,1	0,76
18	1545/ 1830	14201,09	366,08	72	14400,4	19946,1	0,73
19	1545/ 1830	16180,13	416,62	51	16400,8	21904,9	0,76
20	1545/ 1830	16717,59	424,46	11	16943,1	22386,9	0,76
21	1545/ 1830	19505,65	466,41	53	19756,1	24968,6	0,80
22	1830/ 2400	22298,81	513,67	44	22571,9	29576,4	0,77
23	1830/ 2400	25096,98	563,33	36	25390,1	32639,7	0,79
24	1830/ 2400	27900,01	615,40	27	28209,8	35854,0	0,80
25	1830/ 2400	30707,59	669,87	19	31030,2	39219,2	0,80
26	1830/ 2400	33519,18	726,74	11	33849,9	42735,4	0,80
27	1830/ 2400	36334,46	844,94	4	36668,3	46402,7	0,80

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235$ N/mm^2

Indien $90 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
519	18,0	28,83	0,81	355	355
595	18,0	33,06	0,81	355	355
690	18,0	38,33	0,81	355	355
785	18,0	43,61	0,81	355	355
800	20,0	40,00	0,81	355	355
880	20,0	44,00	0,81	355	355
928	20,0	46,38	0,81	355	355
975	20,0	48,75	0,81	355	355
1070	20,0	53,50	0,81	355	355
1133	22,0	51,52	0,81	355	355
1165	22,0	52,95	0,81	355	355
1260	22,0	57,27	0,81	355	355
1355	22,0	61,59	0,81	347	355
1403	25,0	56,10	0,81	355	355
1450	25,0	58,00	0,81	355	355
1467	25,0	58,67	0,81	355	355
1545	25,0	61,80	0,81	346	355
1640	28,0	58,57	0,81	355	355
1717	28,0	61,31	0,81	348	355
1735	28,0	61,96	0,81	345	355
1830	28,0	65,36	0,81	333	355
1925	30,0	64,17	0,81	337	355
2020	30,0	67,33	0,81	326	355
2115	30,0	70,50	0,81	317	355
2210	30,0	73,67	0,81	307	355
2305	30,0	76,83	0,81	299	355
2400	30,0	80,00	0,81	292	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 785	2,26	0,41	355	355	0,01
2	500 / 785	40,79	0,60	355	355	0,12
3	500 / 785	67,12	0,80	355	355	0,19
4	500 / 785	78,73	0,98	355	355	0,22
5	785 / 1070	65,13	1,50	355	355	0,19
6	785 / 1070	135,27	1,65	355	355	0,39
7	785 / 1070	155,97	1,67	355	355	0,44
8	785 / 1070	176,13	1,72	355	355	0,50
9	785 / 1070	213,79	1,87	355	355	0,61
10	1070 / 1355	200,32	2,19	355	355	0,57
11	1070 / 1355	209,93	2,19	355	355	0,60
12	1070 / 1355	258,80	2,34	355	355	0,74
13	1070 / 1355	282,49	2,45	355	347	0,80
14	1355/ 1545	248,64	2,18	355	355	0,71
15	1355/ 1545	254,56	2,41	355	355	0,72
16	1355/ 1545	250,81	2,69	355	355	0,71
17	1355/ 1545	282,32	2,83	355	346	0,80
18	1545/ 1830	272,23	2,66	355	355	0,77
19	1545/ 1830	278,39	2,87	355	348	0,79
20	1545/ 1830	271,61	2,84	355	345	0,77
21	1545/ 1830	296,42	3,02	355	333	0,84
22	1830/ 2400	285,15	2,95	355	337	0,81
23	1830/ 2400	289,92	3,08	355	326	0,83
24	1830/ 2400	292,58	3,20	355	317	0,83
25	1830/ 2400	293,61	3,33	355	307	0,84
26	1830/ 2400	293,39	3,46	355	299	0,84
27	1830/ 2400	292,19	3,86	355	292	0,84

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a / I_p - N_{Ed} / n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

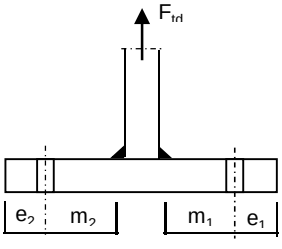
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1}./ 2)^2 + (d_{stc2}./ 2)^2]$

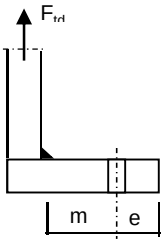
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld}./ 2)^2$$

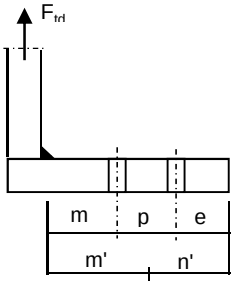
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat : $m = max. (m_1;m_2)$
$e = max. (e_1;e_2)$
$n = min. (1,25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :
m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :
$m' = m + p / 2$
$n' = n + p / 3$
$n = min. (1,25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = min(p ; 4*m + 1,25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		2800,00					
st.c binnenkant		1940,00					
2370	96	629,99	10,30	28	M 48 - 8,8	848,4	0,74
flenzen op 28,50 m hoogte.							
st.c buitenkant		1250,00					
st.c binnenkant		1050,00					
	56	631,77	10,60	16	M 48 - 10,9	1060,6	0,60

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN-EN 1993-1-8 ,

Stc1	Stc2	m	e	n	m'	n'	l_{ef}
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
voetplaat							
2800,00	1940,00	193,2	135,0	135,0			127,0
2800,00	1940,00	193,2	135,0	135,0			183,3
flenzen op 28,50 m hoogte.							
1250,00	1050,0	68,2	60,0	60,0	118,2	110	117,8
1250,00	1050,0	68,2	60,0	60,0	118,2	110	117,8

flens dikte	$M_{pl;d}$	bezwijk-	bezwijk-	bezwijk-	maatgev.	$F_{t,Ed}$	toetsing-
mm	Nmm	vorm 1	vorm 2	vorm 3	$F_{t,Rd}$	kN	regel
voetplaat							
120	1,26E+08	2602,39	1463,95	1696,90	1463,95	1259,98	0,86
120	1,81E+08	3756,02	1803,52	1696,90	1696,90	1259,98	0,74
flenzen op 28,50 m hoogte.							
100	9,87E+07	2364,85	1454,74	2121,12	1454,74	1263,54	0,87
100	9,87E+07	2364,85	1454,74	2121,12	1454,74	1263,54	0,87
	Krachten in kN						

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 2400	0,93	1,450	0,18	7,46

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht traverse kg	massa m kg/m
1	592	1,000		1,000			
2	582	0,983	1 -- 2	0,991	133	226	628,8
3	541	0,914	2 -- 3	0,949	580		254,3
4	491	0,829	3 -- 4	0,872	833		292,2
5	441	0,746	4 -- 5	0,788	953		334,4
6	434	0,733	5 -- 6	0,739	178	1545	3828,7
7	393	0,665	6 -- 7	0,699	1007		419,4
8	370	0,626	7 -- 8	0,645	643		450,9
9	347	0,587	8 -- 9	0,606	676		474,3
10	304	0,514	9 -- 10	0,550	1452		509,5
11	276	0,467	10 -- 11	0,490	1141	1589	1437,1
12	263	0,444	11 -- 12	0,456	595		626,5
13	225	0,380	12 -- 13	0,412	1884		660,9
14	189	0,320	13 -- 14	0,350	2030		712,5
15	173	0,292	14 -- 15	0,306	1211		849,6
16	157	0,265	15 -- 16	0,279	1252	1526	1949,8
17	152	0,256	16 -- 17	0,261	449	1633	4165,7
18	128	0,216	17 -- 18	0,236	2181		928,0
19	101	0,171	18 -- 19	0,193	3122		1095,3
20	82	0,139	19 -- 20	0,155	2656	385	1321,9
21	78	0,132	20 -- 21	0,135	653		1187,4
22	57	0,097	21 -- 22	0,114	3496		1226,5
23	40	0,068	22 -- 23	0,083	3938		1381,9
24	26	0,044	23 -- 24	0,056	4139		1452,1
25	15	0,025	24 -- 25	0,034	4339		1522,4
26	7	0,011	25 -- 26	0,018	4539		1592,7
27	2	0,003	26 -- 27	0,007	4740		1663,0
28	0	0,000	27 -- 28	0,001	4940	4910	3456,0

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	629	0,991	0,570	0,56	352,29	0,57
2 -- 3	254	0,949	2,280	2,05	521,60	2,16
3 -- 4	292	0,872	2,850	2,17	632,91	2,48
4 -- 5	334	0,788	2,850	1,77	591,13	2,24
5 -- 6	3829	0,739	0,450	0,25	942,00	0,33
6 -- 7	419	0,699	2,400	1,17	491,78	1,68
7 -- 8	451	0,645	1,425	0,59	267,54	0,92
8 -- 9	474	0,606	1,425	0,52	248,58	0,86
9 -- 10	509	0,550	2,850	0,86	439,85	1,57
10 -- 11	1437	0,490	1,900	0,46	656,13	0,93
11 -- 12	627	0,456	0,950	0,20	123,53	0,43
12 -- 13	661	0,412	2,850	0,48	319,58	1,17
13 -- 14	712	0,350	2,850	0,35	248,34	1,00
14 -- 15	850	0,306	1,425	0,13	113,34	0,44
15 -- 16	1950	0,279	1,425	0,11	215,81	0,40
16 -- 17	4166	0,261	0,500	0,03	141,71	0,13
17 -- 18	928	0,236	2,350	0,13	121,51	0,55
18 -- 19	1095	0,193	2,850	0,11	116,88	0,55
19 -- 20	1322	0,155	2,300	0,06	73,06	0,36
20 -- 21	1187	0,135	0,550	0,01	11,94	0,07
21 -- 22	1227	0,114	2,850	0,04	45,74	0,33
22 -- 23	1382	0,083	2,850	0,02	26,81	0,24
23 -- 24	1452	0,056	2,850	0,01	12,88	0,16
24 -- 25	1522	0,034	2,850	0,00	5,08	0,10
25 -- 26	1593	0,018	2,850	0,00	1,45	0,05
26 -- 27	1663	0,007	2,850	0,00	0,23	0,02
27 -- 28	3456	0,001	2,850	0,00	0,02	0,00
		Σ	57,00	12,08	6721,73	19,75

m_e = 6721,7 / 12,1 = 556,4 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 2400	556,4	0,030	1,25	1,450	12,7

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 12,7

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} \phi^2_i(s) \, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 19,75 / (4 * π * 12,08) = 0,130 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;
ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,450 * 7,46 / $15*10^{-6}$ = 7,2E+05

C_{lat} = 0,20

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)| \, ds}{\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6
Lj = 8,70 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 7,57 / 19,75 = 0,38

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,079 * 0,130 * 0,38 * 0,2 = 0,024

$y_{F;max}$ = 1,450 * 0,024 = 0,035 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		155445	155445	0,00E+00	5,1E-02	1000
2	2 -- 3			155445	8,86E+07	5,1E-02	971
3	3 -- 4			155445	4,43E+08	4,9E-02	856
4	4 -- 5			155445	8,86E+08	4,3E-02	725
5	5 -- 6			155445	1,33E+09	3,8E-02	609
6	6 -- 7			155445	1,40E+09	3,7E-02	592
7	7 -- 8			155445	1,77E+09	3,3E-02	508
8	8 -- 9			155445	1,99E+09	3,0E-02	463
9	9 -- 10			155445	2,22E+09	2,8E-02	422
10	10 -- 11			155445	2,66E+09	2,4E-02	347
11	11 -- 12			155445	2,95E+09	2,2E-02	304
12	12 -- 13			155445	3,10E+09	2,0E-02	284
13	13 -- 14			155445	3,54E+09	1,7E-02	230
14	14 -- 15			155445	3,99E+09	1,5E-02	185
15	15 -- 16			155445	4,21E+09	1,3E-02	165
16	16 -- 17			155445	4,43E+09	1,2E-02	147
17	17 -- 18			155445	4,51E+09	1,2E-02	141
18	18 -- 19			155445	4,87E+09	1,0E-02	114
19	19 -- 20			155445	5,32E+09	8,7E-03	87
20	20 -- 21			155445	5,67E+09	7,5E-03	69
21	21 -- 22			155445	5,76E+09	7,2E-03	65
22	22 -- 23			155445	6,20E+09	5,8E-03	46
23	23 -- 24			155445	6,65E+09	4,6E-03	31
24	24 -- 25			155445	7,09E+09	3,6E-03	19
25	25 -- 26			155445	7,53E+09	2,6E-03	11
26	26 -- 27			155445	7,97E+09	1,6E-03	5
27	27 -- 28			155445	8,42E+09	7,9E-04	1
28	28 -- 29			155445	8,86E+09	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf	profiel		$W_{y;el}$	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd})	$y_{F;max}$	$\Delta\sigma_{dyn}$
nummer	D (mm)	t (mm)	mm^3	N/mm^2	m	MPa
1	519	18,0	3429797	26	0,0351	1,8
2	595	18,0	4568728	97	0,0351	6,8
3	690	18,0	6222037	142	0,0351	10,0
4	785	18,0	8130513	163	0,0351	11,5
5	800	20,0	9323933	150	0,0351	10,5
6	880	20,0	11359713	156	0,0351	11,0
7	928	20,0	12663587	157	0,0351	11,1
8	975	20,0	14038342	158	0,0351	11,1
9	1070	20,0	17000494	156	0,0351	11,0
10	1133	22,0	20934283	141	0,0351	9,9
11	1165	22,0	22155736	140	0,0351	9,8
12	1260	22,0	26028017	136	0,0351	9,6
13	1355	22,0	30212175	132	0,0351	9,3
14	1403	25,0	36605376	115	0,0351	8,1
15	1450	25,0	39195854	113	0,0351	7,9
16	1467	25,0	40125792	112	0,0351	7,9
17	1545	25,0	44642616	109	0,0351	7,7
18	1640	28,0	56186268	95	0,0351	6,6
19	1717	28,0	61703971	92	0,0351	6,5
20	1735	28,0	63061723	91	0,0351	6,4
21	1830	28,0	70334115	88	0,0351	6,2
22	1925	30,0	83313787	80	0,0351	5,6
23	2020	30,0	91942792	77	0,0351	5,4
24	2115	30,0	100997086	75	0,0351	5,2
25	2210	30,0	110476672	72	0,0351	5,1
26	2305	30,0	120381548	70	0,0351	4,9
27	2400	30,0	130711715	68	0,0351	4,8

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y}$ = 0,93 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1}$ = 7,46 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvind

z_s = 52,65 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0
Seizoensfactor C_{season} = 1,0
Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

z_0 = 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$
$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07}$ = 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\}$ = 1,17

$V_m(z)$ = 31,5 m/s

V_o = 31,5 * 20 / 100 = 6,30 m/s

$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 0,93 * [7,46 / 6,30]^2 * \exp[-(7,46 / 6,30)^2]$ = 3,07E+08

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

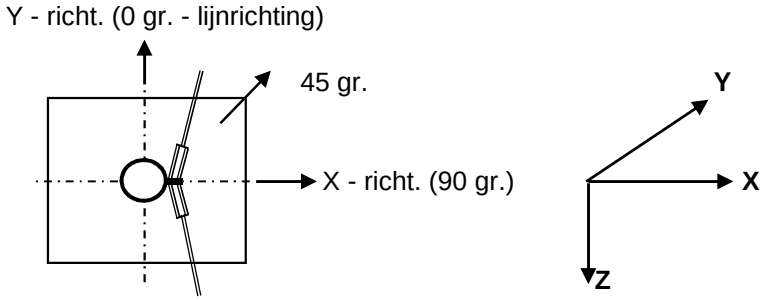
$\gamma * \Delta\sigma =$ 1,2 * $\Delta\sigma$

$\Delta\sigma$k =	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma$k =	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling		$\gamma * \Delta\sigma =$	$\Delta\sigma_k$	$0{,}55\,\Delta\sigma_k$	N - wissel.	N	D
		in	in	in	$\Delta\sigma_i$-N lijn	span.wissl.	beschadiging
Knoop		MPa	MPa	MPa			< 1
3	Lasnaad	8,17	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
4	Lasnaad	12,00	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
5	Lasnaad	13,78	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
7	Lasnaad	13,15	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
9	Lasnaad	13,30	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
10	Lasnaad	13,18	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
12	Lasnaad	11,80	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
13	Lasnaad	11,48	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
14	Lasnaad	11,13	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
16	flenzen	9,53	35	19,25	1,000E+10	3,07E+08	0,03
18	Lasnaad	9,20	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
19	Lasnaad	7,98	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
21	Lasnaad	7,70	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
22	Lasnaad	7,43	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
23	Lasnaad	6,72	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
24	Lasnaad	6,50	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
25	Lasnaad	6,29	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
26	Lasnaad	6,08	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
27	Lasnaad	5,89	45	24,75	1,000E+10	3,07E+08	0,03
28	voetplaat	5,71	35	19,25	1,000E+10	3,07E+08	0,03

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 0 graden						
1 - EG mast			729			
2 - Windbelasting mast	106				2836	
3 - Belasting geval 1a	766		58		29051	
4 - Belasting geval 1b	593		58		22173	
5 - Belasting geval 3	959		116		35537	
6 - Belasting geval 4	604		69		22553	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	872		787		31887	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	613		787		22705	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	988		**845**		**36334**	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	624		798		23085	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	30129	kNm	36334	kNm	36334	kNm
Dwarskracht	831	kN	988	kN	988	kN
Verticale kracht	656	kN	845	kN	590	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		2800,00					
st.c binnenkant		1940,00					
2370	96	629,99	10,30	28	M 48 - 8,8	848,45	0,74
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		2800,00					
st.c binnenkant		1940,00					
2370	96	522,87	8,66	28	M 48 - 8,8	848,45	0,62

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 630,0 kN

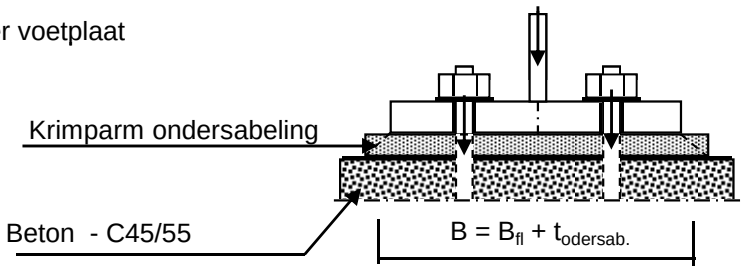
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 522,9 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 647,6 + 1,00 * 522,9 = 1170,5 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

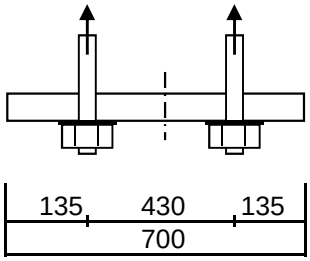
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	700,0	mm	D =	2370	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	96	
B =	740,0	mm			

A_{voetpl} = 740 * 2*π*D / n = 114786 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 20,4 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring

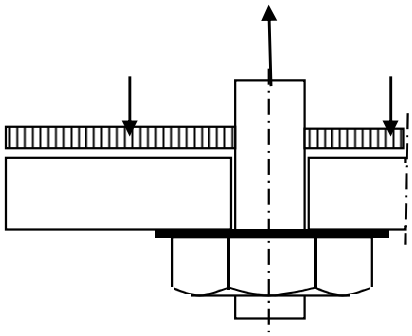


D = 2370 mm
n = 96

$A_{stortring}$ = 700 * 2*π*D / n = 108581 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 11,6 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring



$L_{uitkr.}$ = 135 mm
L_{veld} = 430 mm

t = 45 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 105742 Nmm/mm' ; $V_{z;d;st}$ = 2495 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 162456 Nmm/mm' ; $V_{z;d;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 162456 Nmm/mm' ; $V_{z;d;st}$ = 2495 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 179719 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 9223 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 162456 / 179718,8 = 0,90 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 320,9 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 2495 / 9223 = 0,27 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 55,4 N/mm^2

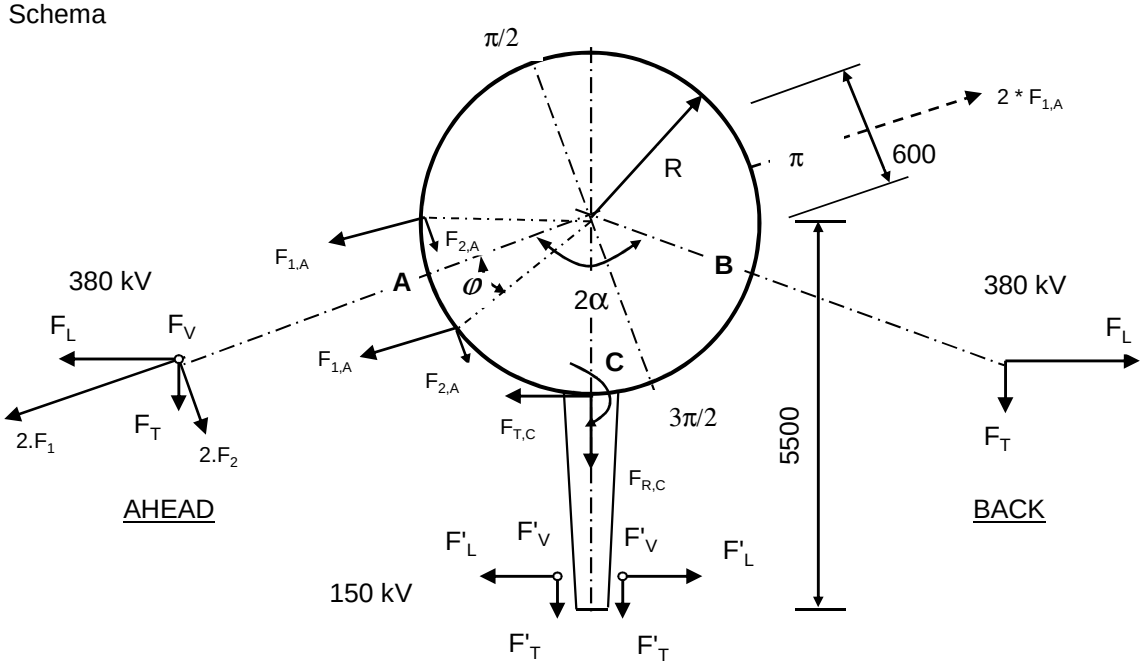
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (320,9^2 + 3*55,4^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 335 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV

Schema



F_V en F'_V : Verticale kracht resp. 380kV en 150kV
F_T en F'_T : Transverse kracht resp. 380kV en 150kV
F_L en F'_L : Longitudinale kracht resp. 380kV en 150kV

2α is hoek tussen lijnen en α is bissectrice van hoek tussen de lijnen

380 kV: Per bevevestigingsring

$F_{1;A} = (F_{L,Ah}.\sin\alpha + F_{T,Ah}.\cos\alpha) / 4$; $F_{1;B} = 0$

$F_{2;A} = (F_{L,Ah}.\cos\alpha - F_{T,Ah}.\sin\alpha) / 4$; $F_{2;B} = 0$

$F_{3;A} = F_{V,ah} / 4$; $F_{3;B} = 0$

150 kV: Per bevevestigingsring

$F_{T;C} = \Sigma F'_L / 2$ $M_{T;C} = F_{T;C} * (5500 - R)$

$F_{R;C} = \Sigma F'_T / 2$

$F_{V;C} = \Sigma F'_V / 2$ $M_{V;C} = 2 * F_{V;C} * (5500 - R)$

$F'_{R;C} = \pm M_{C;L} / (2 * z)$

$z = 2*(d^3_{uit} - d^3_{inw}) / 3*\pi*(d^2_{uit} - d^2_{inw})$

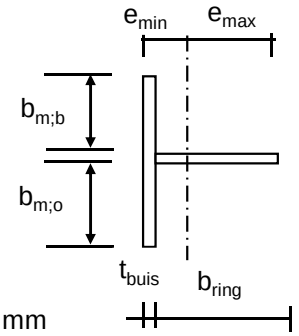
$F_{R;C;max} = F_{R;C} + F'_{R;C}$

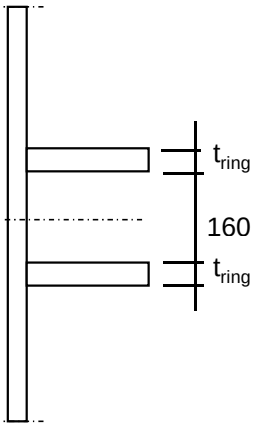
Opmerking:
In mast W2E400 zijn de geleiders van de 150 kV niet aanwezig.

9.1.1 - Afspanpunt trekisolatoren op 48,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	20	mm
$t_{buis;reken}$ =	20	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	135	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm





Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0{,}5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	210,9	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	8918	mm^2
e_{min} =	33,5	mm
e_{max} =	121,5	mm
I =	15614845	mm^4
W_{min} =	128480	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	2111	kN
$M_{y;Rd}$ =	30	kNm
$M_{w;Rd}$ =	4413	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	369	kN

Belastingen op 48,0 meter

Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix L
Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	17055	122112	201776	0,0	0,0	0,0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	29380	122004	228076	0,0	0,0	0,0
BG 1a - (wind (45 gr))	17045	66910	134937	0,0	0,0	0,0
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	29376	102975	216051	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 800 mm

R = 400,0 mm

Mast 5 : Lijnhoek = 2. α = 174,3 graden

Mast 153 : Lijnhoek = 2. α = 179,8 graden

Lijnhoek = 2. α = 174,3 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (400+80)) = 38,7 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	51,9	103,8	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	58,5	116,9	0,0	0,0		
BG 1a - (wind (45 gr))	34,5	69,0	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	55,2	110,5	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	28,0					
	27,6					
	15,0					
	23,0					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

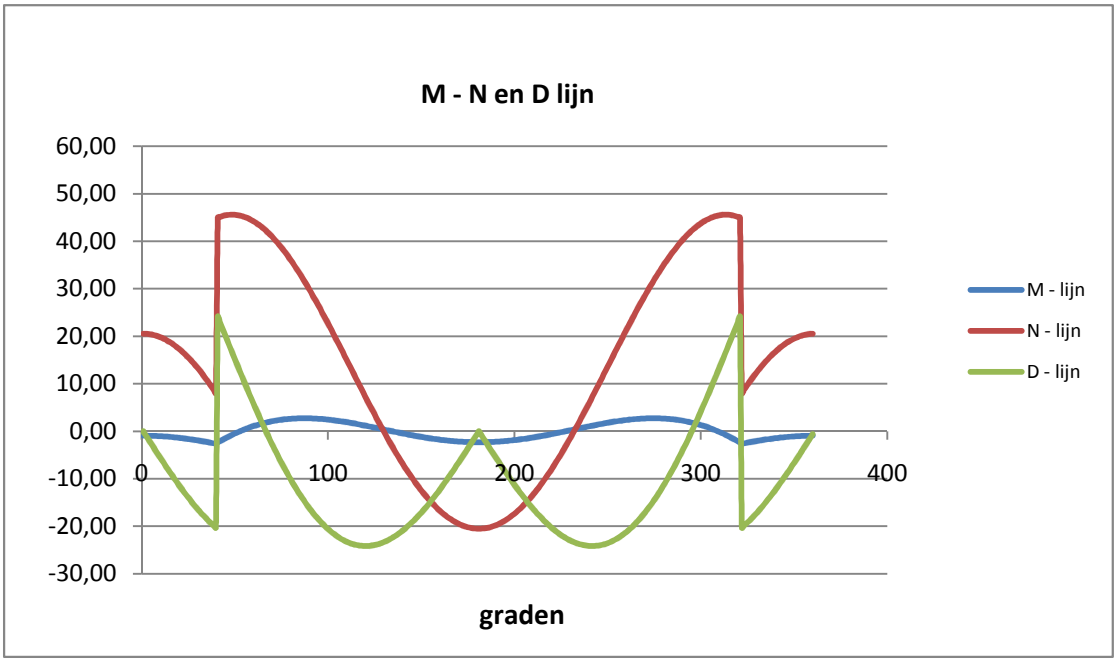
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr.+ ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-0,93	20,54	0,00	0,28	3,23
15,0	-1,20	18,58	-9,02	0,78	9,08
30,0	-1,98	12,92	-16,78	0,69	8,10
45,0	-1,29	45,53	19,21	2,48	28,96
60,0	1,19	44,03	5,05	1,28	14,98
75,0	2,48	38,26	-7,28	0,24	2,83
90,0	2,72	29,23	-16,68	0,55	6,47
105,0	2,16	18,21	-22,41	1,05	12,28
120,0	1,11	6,61	-24,19	1,24	14,42
135,0	-0,12	-4,19	-22,13	1,13	13,13
150,0	-1,25	-12,92	-16,78	0,78	9,08
165,0	-2,03	-18,58	-9,02	0,28	3,23
180,0	-2,30	-20,54	0,00	0,28	3,23
195,0	-2,03	-18,58	-9,02	0,78	9,08
210,0	-1,25	-12,92	-16,78	1,13	13,13
225,0	-0,12	-4,19	-22,13	1,24	14,42
240,0	1,11	6,61	-24,19	1,05	12,28
255,0	2,16	18,21	-22,41	0,55	6,47
270,0	2,72	29,23	-16,68	0,24	2,83
285,0	2,48	38,26	-7,28	1,28	14,98
300,0	1,19	44,03	5,05	2,48	28,96
315,0	-1,29	45,53	19,21	0,69	8,10
330,0	-1,98	12,92	-16,78	0,78	9,08
345,0	-1,20	18,58	-9,02	0,28	3,22
360,0	-0,93	20,54	-0,62	0,00	0,01

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 15614845 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	45,6	kN	N_{Rd} =	2111	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	2,74	kNm	M_{Rd} =	30	kNm
$V_{Ed;max}$ =	24,2	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 45,61 / 2111 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,1 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 2,74 / 30,4 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 21,4 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 24,19 / 369 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 9,0 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 31,89

V_{Ed} = 14,50

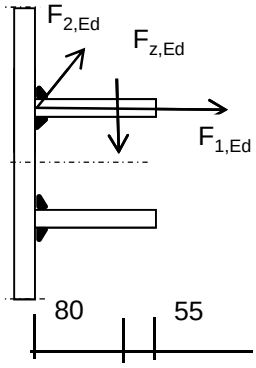
$\sigma_b + \sigma_N$ = 21,4 + 3,6 = 24,9 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 5,4 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 27 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	58,47	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	27,63	kN
F_z =	14,69	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	28,96	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 25,8 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 17,27 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 18,10 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 44,52 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 70,36 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 153,5 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

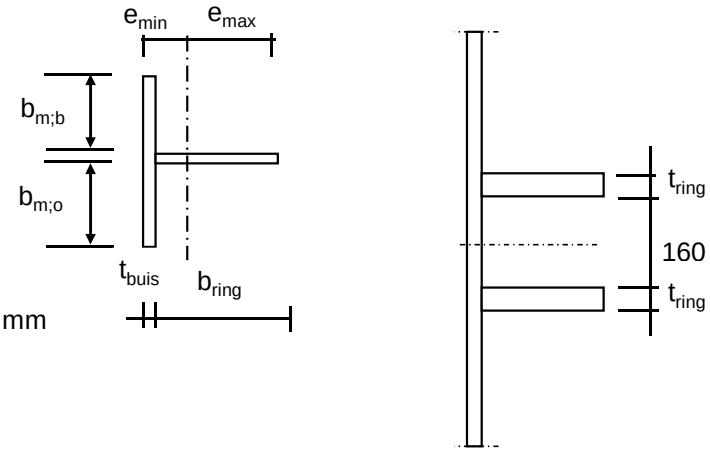
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 153,5 / 302,2 = 0,51 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 70,4 / 244,8 = 0,29 < 1,0 -- Voldoet

9.1.2 - Afspanpunt trekisolatoren op 38,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	22	mm
$t_{buis;reken}$ =	22	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	135	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	232,0	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	10004	mm^2
e_{min} =	32,2	mm
e_{max} =	124,8	mm
I =	16542576	mm^4
W_{min} =	132539	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	2367	kN
$M_{y;Rd}$ =	31	kNm
$M_{w;Rd}$ =	9909	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	369	kN

Belastingen op 38,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 48 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	17055	122112	201776	0,0	0,0	0,0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	29380	122004	228076	0,0	0,0	0,0
BG 1a - (wind (45 gr))	17045	66910	134937	0,0	0,0	0,0
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	29376	102975	216051	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1133 mm

R = 566,7 mm

Mast 5 : Lijnhoek = 2. α = 174,3 graden

Mast 153 : Lijnhoek = 2. α = 179,8 graden

Lijnhoek = 2. α = 174,3 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (567+80)) = 27,6 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	51,9	103,8	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	58,5	116,9	0,0	0,0		
BG 1a - (wind (45 gr))	34,5	69,0	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	55,2	110,5	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	28,0					
	27,6					
	15,0					
	23,0					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

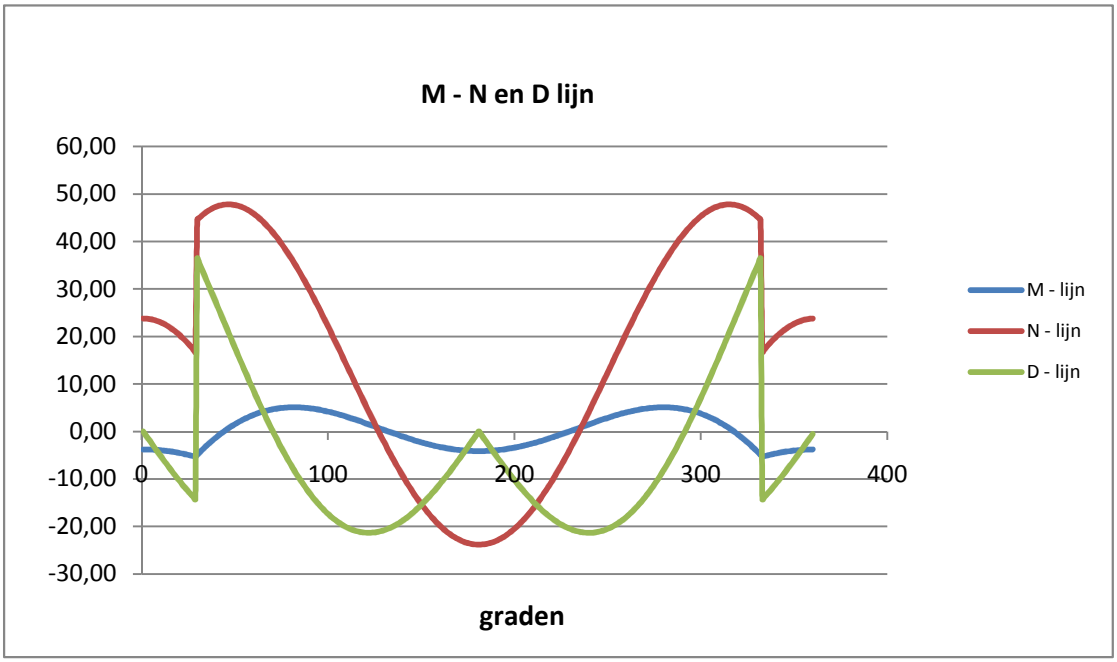
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr.+ ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-3,77	23,81	0,00	0,46	5,02
15,0	-4,23	21,74	-8,18	0,28	3,04
30,0	-4,51	44,98	35,49	4,97	54,79
45,0	0,47	47,84	21,53	3,13	34,50
60,0	3,60	45,66	7,88	1,37	15,12
75,0	4,97	39,11	-4,12	0,14	1,50
90,0	4,83	29,23	-13,41	1,26	13,94
105,0	3,57	17,37	-19,25	1,94	21,35
120,0	1,63	4,97	-21,35	2,13	23,51
135,0	-0,50	-6,50	-19,82	1,89	20,81
150,0	-2,39	-15,75	-15,14	1,29	14,18
165,0	-3,68	-21,74	-8,18	0,46	5,02
180,0	-4,13	-23,81	0,00	0,46	5,02
195,0	-3,68	-21,74	-8,18	1,29	14,18
210,0	-2,39	-15,75	-15,14	1,89	20,81
225,0	-0,50	-6,50	-19,82	2,13	23,51
240,0	1,63	4,97	-21,35	1,94	21,35
255,0	3,57	17,37	-19,25	1,26	13,94
270,0	4,83	29,23	-13,41	0,14	1,50
285,0	4,97	39,11	-4,12	1,37	15,12
300,0	3,60	45,66	7,88	3,13	34,50
315,0	0,47	47,84	21,53	4,97	54,79
330,0	-4,51	44,98	35,49	0,28	3,04
345,0	-4,23	21,74	-8,18	0,45	5,00
360,0	-3,78	23,80	-0,56	0,00	0,02

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 16542576 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	47,9	kN	N_{Rd} =	2367	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	5,30	kNm	M_{Rd} =	31	kNm
$V_{Ed;max}$ =	36,4	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 47,85 / 2367 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 4,8 N/mm²

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 5,30 / 31,4 = 0,17 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 40,0 N/mm²

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 36,40 / 369 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 13,5 N/mm²

Bij maximale moment : N_{Ed} = 16,76
V_{Ed} = 14,32

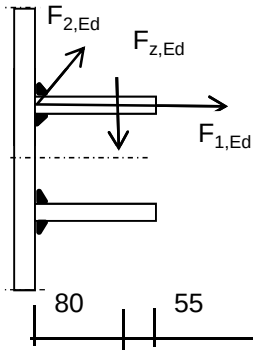
$\sigma_b + \sigma_N$ = 40,0 + 1,7 = 41,7 N/mm² < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 5,3 N/mm²

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 43 N/mm² < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	58,47	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	27,63	kN
F_z =	14,69	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	54,79	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm
of L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 25,8 N/mm²

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 17,27 N/mm²

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 34,24 N/mm²

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 44,52 N/mm²

$\sigma_1 = \tau_1$ = 70,36 N/mm²

σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 166,6 N/mm²

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

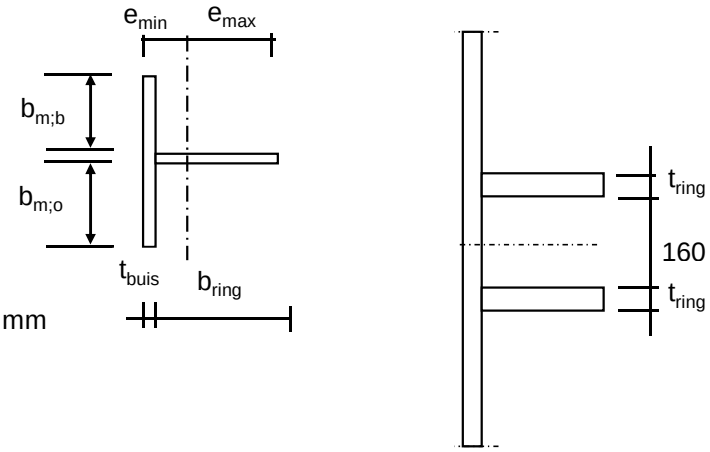
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 166,6 / 302,2 = 0,55 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 70,4 / 244,8 = 0,29 < 1,0 -- Voldoet

9.1.3 - Afspanpunt trekisolatoren op 28,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	25	mm
$t_{buis;reken}$ =	25	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	135	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	263,6	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	11790	mm^2
e_{min} =	30,8	mm
e_{max} =	129,2	mm
I =	17896923	mm^4
W_{min} =	138543	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	2790	kN
$M_{y;Rd}$ =	33	kNm
$M_{w;Rd}$ =	18993	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	369	kN

Belastingen op 28,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 48 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	17055	122112	201776	0	0	0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	29380	122004	228076	0	0	0
BG 1a - (wind (45 gr))	17045	66910	134937	0	0	0
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	29376	102975	216051	0	0	0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1467 mm

R = 733,3 mm

Mast 5 : Lijnhoek = 2. α = 174,3 graden

Mast 153 : Lijnhoek = 2. α = 179,8 graden

Lijnhoek = 2. α = 174,3 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (733+80)) = 21,6 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	51,9	103,8	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	58,5	116,9	0,0	0,0		
BG 1a - (wind (45 gr))	34,5	69,0	0,0	0,0		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	55,2	110,5	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	28,0					
	27,6					
	15,0					
	23,0					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

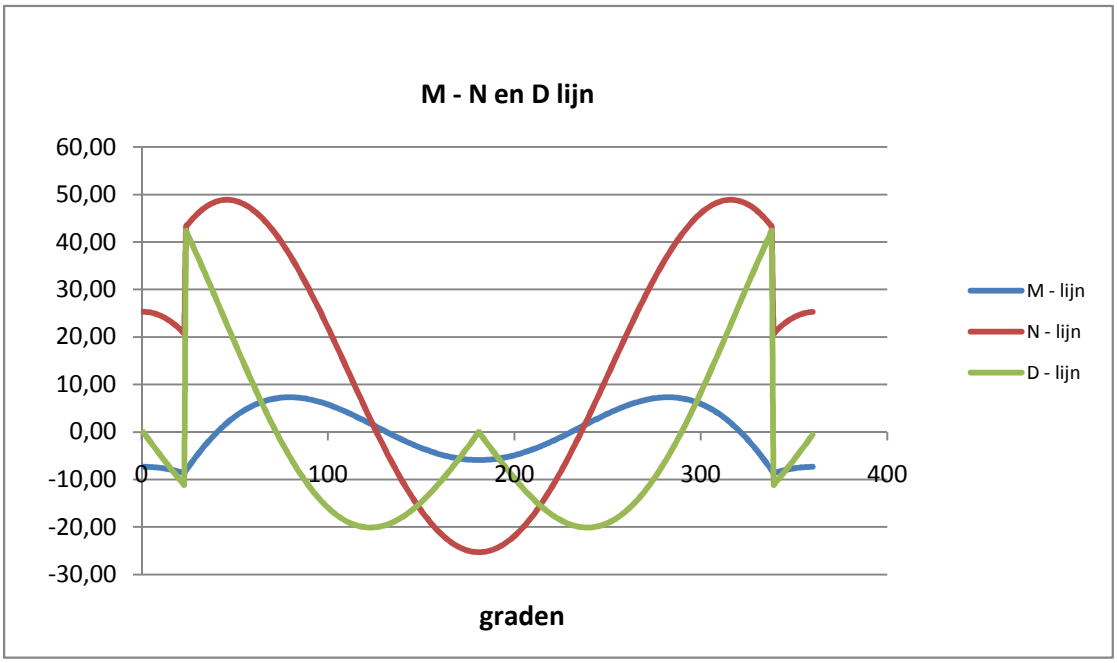
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr.+ ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-7,29	25,30	0,00	0,63	6,38
15,0	-7,92	23,18	-7,79	3,60	36,67
30,0	-4,32	46,27	36,24	6,26	63,77
45,0	1,94	48,90	22,58	3,83	38,96
60,0	5,77	46,41	9,17	1,51	15,40
75,0	7,28	39,49	-2,68	0,46	4,67
90,0	6,82	29,23	-11,92	1,92	19,55
105,0	4,90	16,98	-17,82	2,77	28,22
120,0	2,13	4,23	-20,06	2,99	30,42
135,0	-0,86	-7,56	-18,76	2,62	26,66
150,0	-3,48	-17,04	-14,40	1,78	18,08
165,0	-5,25	-23,18	-7,79	0,63	6,38
180,0	-5,88	-25,30	0,00	0,63	6,38
195,0	-5,25	-23,18	-7,79	1,78	18,08
210,0	-3,48	-17,04	-14,40	2,62	26,66
225,0	-0,86	-7,56	-18,76	2,99	30,42
240,0	2,13	4,23	-20,06	2,77	28,22
255,0	4,90	16,98	-17,82	1,92	19,55
270,0	6,82	29,23	-11,92	0,46	4,67
285,0	7,28	39,49	-2,68	1,51	15,40
300,0	5,77	46,41	9,17	3,83	38,96
315,0	1,94	48,90	22,58	6,26	63,77
330,0	-4,32	46,27	36,24	3,60	36,67
345,0	-7,92	23,18	-7,79	0,62	6,36
360,0	-7,30	25,29	-0,53	0,00	0,03

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 17896923 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	48,9	kN		N_{Rd} =	2790	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	8,62	kNm		M_{Rd} =	33	kNm
$V_{Ed;max}$ =	42,3	kN		V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 48,90 / 2790 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 4,1 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 8,62 / 32,8 = 0,26 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 62,2 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 42,28 / 369 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 15,7 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 20,78

V_{Ed} = 11,09

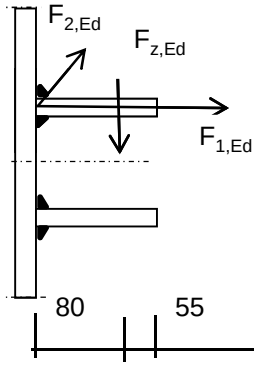
$\sigma_b + \sigma_N$ = 62,2 + 1,8 = 64,0 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 4,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_{N)}^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 64 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	58,47	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	27,63	kN
F_z =	14,69	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	63,77	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 25,8 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 17,27 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 39,85 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 44,52 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 70,36 N/mm^2

σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 172,0 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

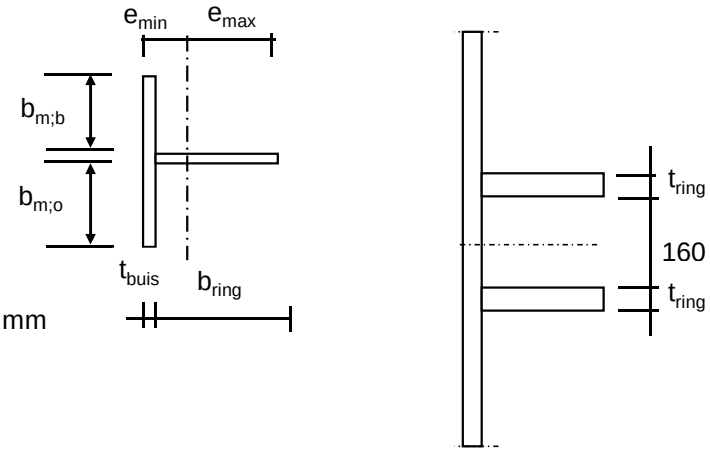
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 172,0 / 302,2 = 0,57 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 70,4 / 244,8 = 0,29 < 1,0 -- Voldoet

9.1.4 - Afspanpunt trekisolatoren op 51,5 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	18	mm
$t_{buis;reken}$ =	18	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	105	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	189,8	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	7316	mm^2
e_{min} =	26,7	mm
e_{max} =	96,3	mm
I =	7733172,9	mm^4
W_{min} =	80263	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	1732	kN
$M_{y;Rd}$ =	19	kNm
$M_{w;Rd}$ =	2886	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	287	kN

Belastingen - bevestiging op 51,5 meter hoogte

Voor belastingen zie : ontwerpbelasting opstijgpunten

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a / BG 3	17400	8500	28000	0	0	0

Diameter mast t.p.v ringen D = 683 mm

R = 341,7 mm

Lijnhoek = 2. α = 180 graden

hoek φ = boogsin(300 / (342+50)) = 50,0 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a / BG 3	7,0	14,0	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	2,1					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

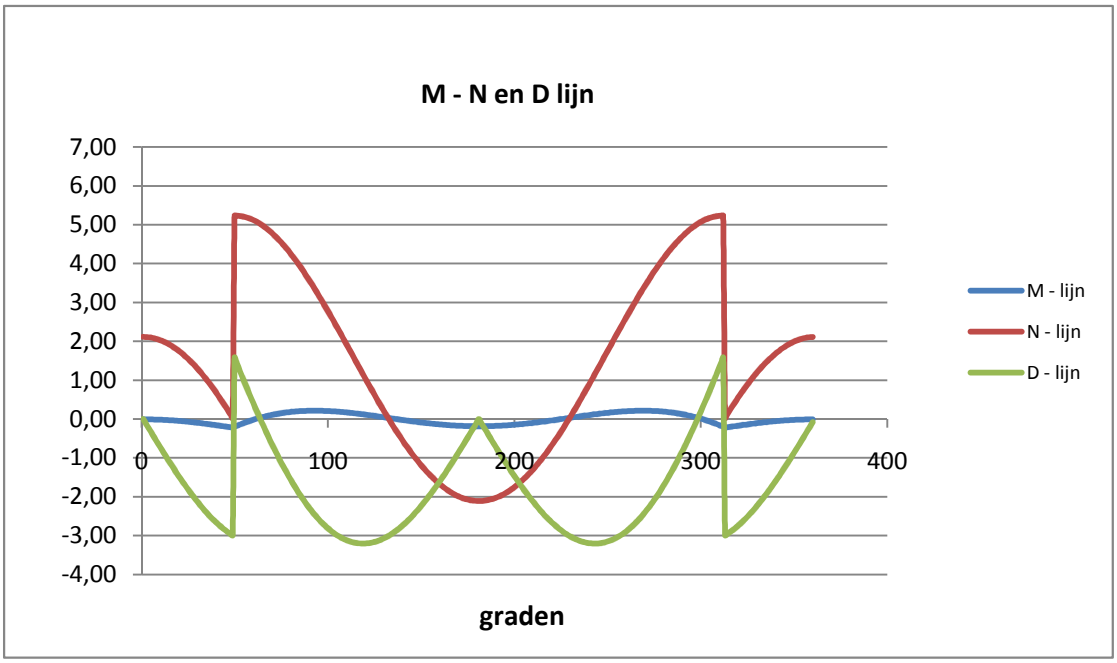
Krachten in de mast

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-0,01	2,11	0,00	0,02	0,25
15,0	-0,03	1,89	-1,17	0,07	0,69
30,0	-0,10	1,25	-2,18	0,10	0,98
45,0	-0,20	0,26	-2,90	0,19	1,96
60,0	0,00	5,10	0,30	0,16	1,63
75,0	0,16	4,49	-1,21	0,06	0,57
90,0	0,21	3,50	-2,34	0,03	0,26
105,0	0,19	2,27	-3,02	0,08	0,80
120,0	0,11	0,96	-3,20	0,10	1,04
135,0	0,01	-0,26	-2,90	0,10	0,98
150,0	-0,09	-1,25	-2,18	0,07	0,69
165,0	-0,16	-1,89	-1,17	0,02	0,25
180,0	-0,18	-2,11	0,00	0,02	0,25
195,0	-0,16	-1,89	-1,17	0,07	0,69
210,0	-0,09	-1,25	-2,18	0,10	0,98
225,0	0,01	-0,26	-2,90	0,10	1,04
240,0	0,11	0,96	-3,20	0,08	0,80
255,0	0,19	2,27	-3,02	0,03	0,26
270,0	0,21	3,50	-2,34	0,06	0,57
285,0	0,16	4,49	-1,21	0,16	1,63
300,0	0,00	5,10	0,30	0,19	1,96
315,0	-0,20	0,26	-2,90	0,10	0,98
330,0	-0,10	1,25	-2,18	0,07	0,69
345,0	-0,03	1,89	-1,17	0,02	0,25
360,0	-0,01	2,11	-0,08	0,00	0,00

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 110250 mm^3

$I =$ 7733173 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	5,2	kN	N_{Rd} =	1732	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	0,22	kNm	M_{Rd} =	19	kNm
$V_{Ed;max}$ =	3,2	kN	V_{Rd} =	287	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 5,23 / 1732 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 0,7 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 0,22 / 19,0 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 2,7 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 3,20 / 287 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 1,5 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 0,03

V_{Ed} = 2,99

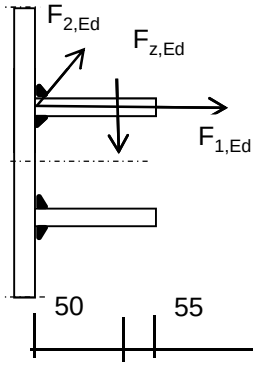
$\sigma_b + \sigma_N$ = 2,7 + 0,0 = 2,7 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 1,4 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 4 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	7,00	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	2,13	kN
F_z =	8,70	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	1,96	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 50 = 100 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 4,9 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 2,13 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 1,96 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 50)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 42,18 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 47,13 N/mm^2

σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 94,5 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

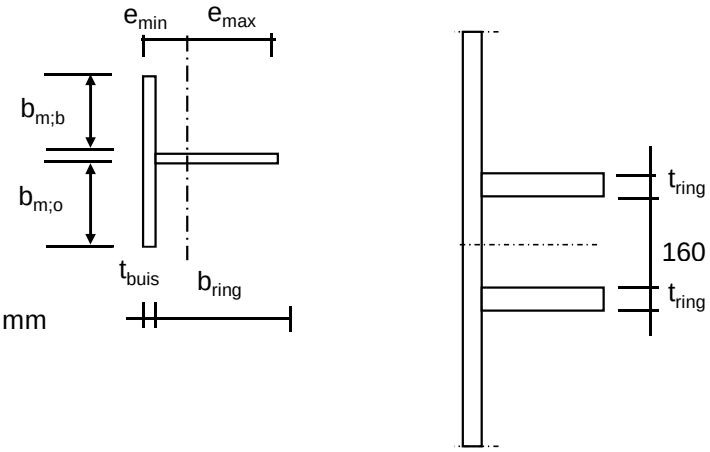
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 94,5 / 302,2 = 0,31 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 47,1 / 244,8 = 0,19 < 1,0 -- Voldoet

9.1.5 - Afspanpunt trekisolatoren op 41,5 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	20	mm
$t_{buis;reken}$ =	20	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	105	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	210,9	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	8318	mm^2
e_{min} =	25,8	mm
e_{max} =	99,2	mm
I =	8268707,8	mm^4
W_{min} =	83337	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	1969	kN
$M_{y;Rd}$ =	20	kNm
$M_{w;Rd}$ =	7243	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	287	kN

Belastingen - bevestiging op 41,5 meter hoogte

Voor belastingen zie : ontwerpbelasting opstijgpunten

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a / BG 3	17400	8500	28000	0	0	0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1017 mm

R = 508,3 mm

Lijnhoek = 2. α = 180 graden

hoek φ = boogsin(300 / (508+50)) = 32,5 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a / BG 3	7,0	14,0	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	2,1					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

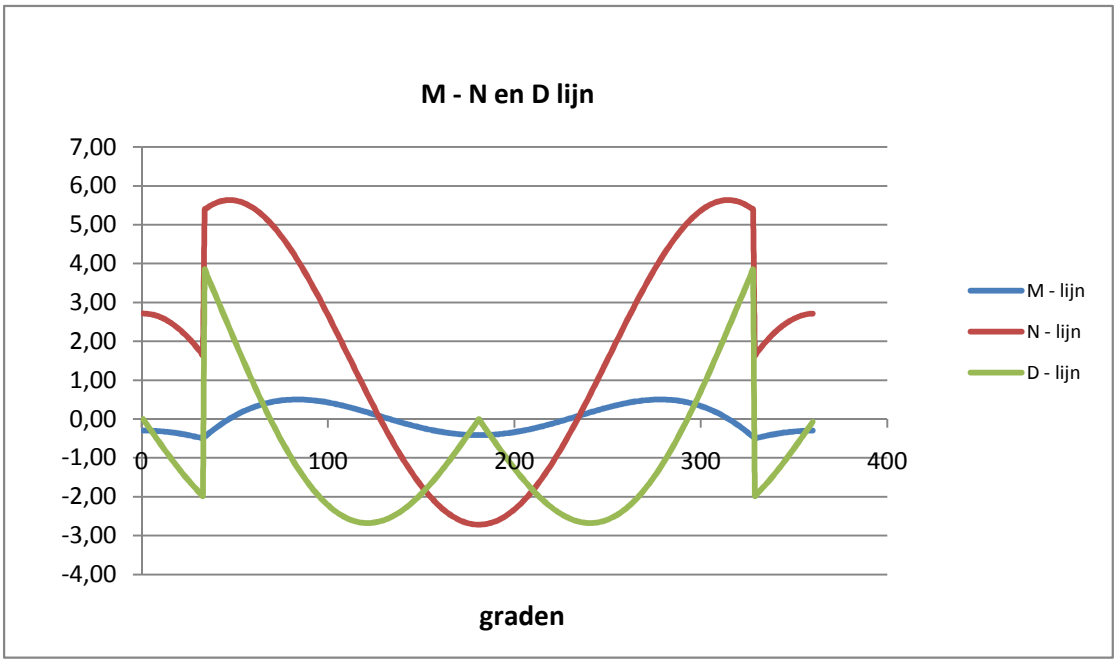
Krachten in de mast

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-0,29	2,72	0,00	0,05	0,47
15,0	-0,34	2,47	-1,01	0,13	1,34
30,0	-0,47	1,77	-1,88	0,44	4,47
45,0	-0,03	5,63	2,48	0,35	3,57
60,0	0,32	5,40	0,83	0,16	1,67
75,0	0,48	4,65	-0,62	0,00	0,03
90,0	0,48	3,50	-1,74	0,12	1,20
105,0	0,37	2,11	-2,44	0,19	1,95
120,0	0,17	0,66	-2,67	0,22	2,19
135,0	-0,04	-0,68	-2,47	0,19	1,95
150,0	-0,23	-1,77	-1,88	0,13	1,34
165,0	-0,36	-2,47	-1,01	0,05	0,47
180,0	-0,41	-2,72	0,00	0,05	0,47
195,0	-0,36	-2,47	-1,01	0,13	1,34
210,0	-0,23	-1,77	-1,88	0,19	1,95
225,0	-0,04	-0,68	-2,47	0,22	2,19
240,0	0,17	0,66	-2,67	0,19	1,95
255,0	0,37	2,11	-2,44	0,12	1,20
270,0	0,48	3,50	-1,74	0,00	0,03
285,0	0,48	4,65	-0,62	0,16	1,67
300,0	0,32	5,40	0,83	0,35	3,57
315,0	-0,03	5,63	2,48	0,44	4,47
330,0	-0,47	1,77	-1,88	0,13	1,34
345,0	-0,34	2,47	-1,01	0,05	0,47
360,0	-0,29	2,72	-0,07	0,00	0,00

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 110250 mm^3

$I =$ 8268708 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	5,6	kN	N_{Rd} =	1969	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	0,50	kNm	M_{Rd} =	20	kNm
$V_{Ed;max}$ =	3,8	kN	V_{Rd} =	287	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 5,64 / 1969 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 0,7 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 0,50 / 19,7 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 6,0 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 3,85 / 287 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 1,8 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 4,08

V_{Ed} = 1,27

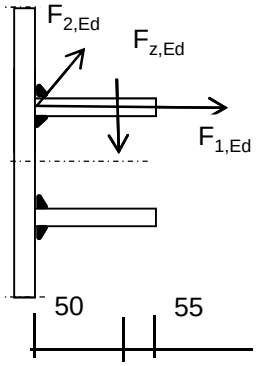
$\sigma_b + \sigma_N$ = 6,0 + 0,5 = 6,5 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 0,6 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 7 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	7,00	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	2,13	kN
F_z =	8,70	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	4,47	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 50 = 100 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 4,9 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 2,13 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 4,47 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 50)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 42,18 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 47,13 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 95,0 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

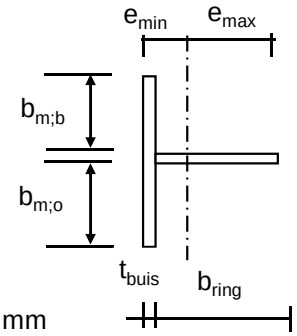
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

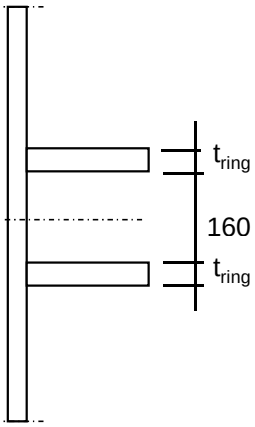
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$	95,0	/	302,2	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	47,1	/	244,8	=	0,19	< 1,0 -- Voldoet

9.1.6 - Afspanpunt trekisolatoren op 32,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	22	mm
$t_{buis;reken}$ =	22	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	105	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm





Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	232,0	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	9404	mm^2
e_{min} =	25,2	mm
e_{max} =	101,8	mm
I =	8800657,6	mm^4
W_{min} =	86434	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	2225	kN
$M_{y;Rd}$ =	20	kNm
$M_{w;Rd}$ =	13836	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	287	kN

Belastingen - bevestiging op 32,0 meter hoogte

Voor belastingen zie : ontwerpbelasting opstijgpunten

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a / BG 3	17400	8500	28000	0	0	0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1333 mm

R = 666,7 mm

Lijnhoek = 2. α = 180 graden

hoek φ = boogsin(300 / (667+50)) = 24,7 graden

	A		B		C	
	$F_{1;A;Ed}$ kN	$2*F_{1;A;Ed}$ kN	$F_{1;B;Ed}$ kN	$2*F_{1;B;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a / BG 3	7,0	14,0	0,0	0,0		
	$F_{1;A;Ed}$ kN					
	2,1					
	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 4	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 20	tabel 9.2 - 19

Roark's Formulas for stress & strain

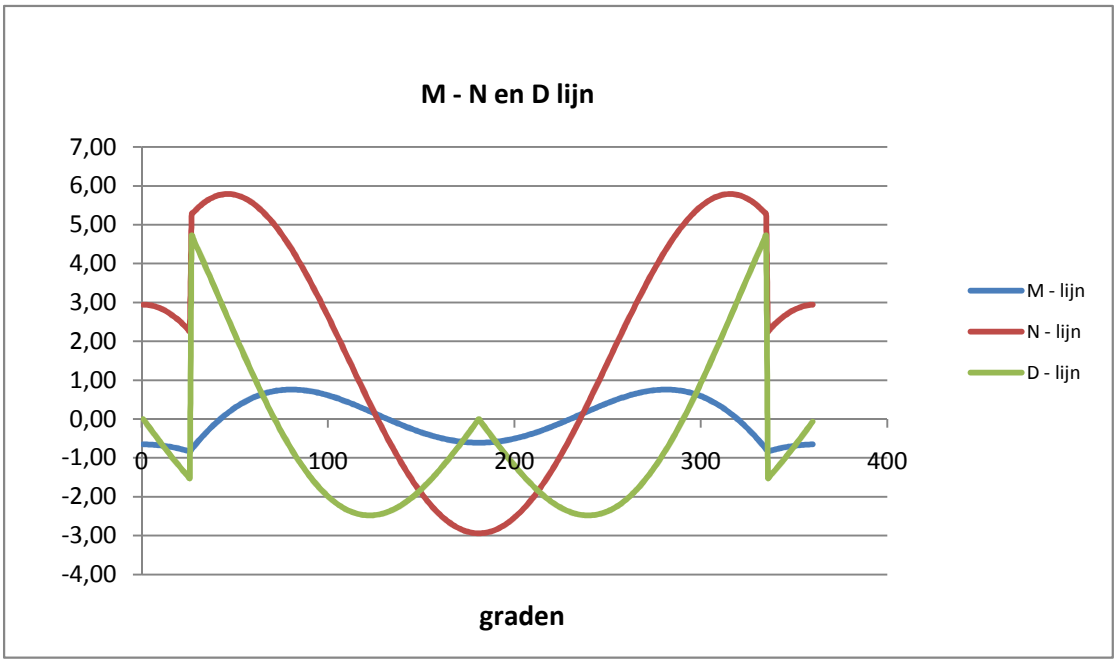
Krachten in de mast

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d;langs}$ kN
0,0	-0,66	2,94	0,00	0,07	0,68
15,0	-0,72	2,69	-0,95	0,17	1,77
30,0	-0,55	5,47	4,30	0,69	7,03
45,0	0,14	5,79	2,64	0,43	4,36
60,0	0,57	5,51	1,02	0,18	1,82
75,0	0,75	4,71	-0,40	0,04	0,36
90,0	0,71	3,50	-1,51	0,19	1,98
105,0	0,52	2,06	-2,22	0,29	2,93
120,0	0,23	0,55	-2,48	0,31	3,19
135,0	-0,08	-0,84	-2,31	0,28	2,81
150,0	-0,36	-1,97	-1,77	0,19	1,91
165,0	-0,55	-2,69	-0,95	0,07	0,68
180,0	-0,61	-2,94	0,00	0,07	0,68
195,0	-0,55	-2,69	-0,95	0,19	1,91
210,0	-0,36	-1,97	-1,77	0,28	2,81
225,0	-0,08	-0,84	-2,31	0,31	3,19
240,0	0,23	0,55	-2,48	0,29	2,93
255,0	0,52	2,06	-2,22	0,19	1,98
270,0	0,71	3,50	-1,51	0,04	0,36
285,0	0,75	4,71	-0,40	0,18	1,82
300,0	0,57	5,51	1,02	0,43	4,36
315,0	0,14	5,79	2,64	0,69	7,03
330,0	-0,55	5,47	4,30	0,17	1,77
345,0	-0,72	2,69	-0,95	0,07	0,67
360,0	-0,66	2,94	-0,07	0,00	0,00

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 110250 mm^3

$I =$ 8800658 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	5,8	kN		N_{Rd} =	2225	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	0,84	kNm		M_{Rd} =	20	kNm
$V_{Ed;max}$ =	4,7	kN		V_{Rd} =	287	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 5,79 / 2225 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 0,6 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 0,84 / 20,5 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 9,7 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 4,72 / 287 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 2,2 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 2,26

V_{Ed} = 1,52

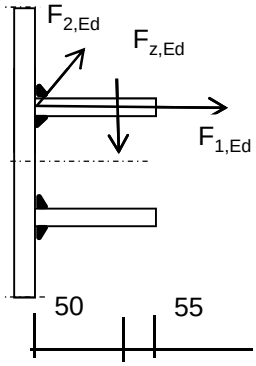
$\sigma_b + \sigma_N$ = 9,7 + 0,2 = 9,9 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 0,7 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 10 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{1,h,Ed}$ =	7,00	kN
$F_{2,h,Ed}$ =	2,13	kN
F_z =	8,70	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	7,03	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of L_{las} = 2 * 50 = 100 mm

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{1,h,Ed}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{1,h,Ed} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 4,9 N/mm^2

t.g.v. $F_{2,h,Ed}$:

$\tau_2 = F_{2,h,Ed} / (2*a*L_{las,min})$ = 2,13 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 7,03 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 50)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 42,18 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 47,13 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 95,6 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

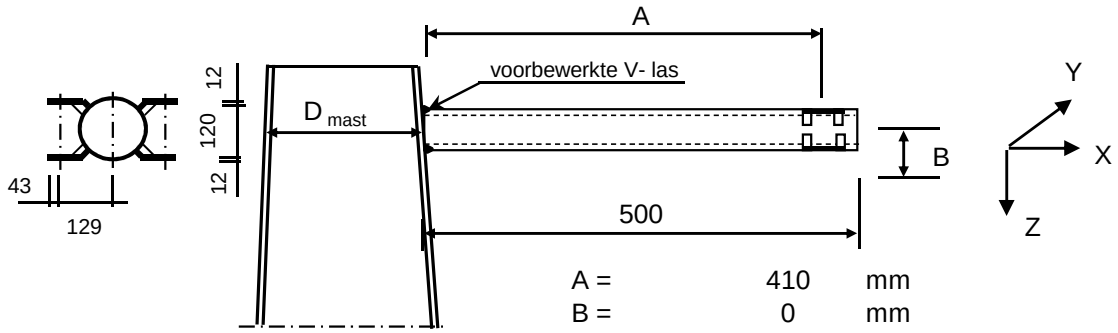
$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$	95,6	/	302,2	=	0,32	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	47,1	/	244,8	=	0,19	< 1,0 -- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	410	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	519	mm
t_{mast} =	18	mm
Hoogte :	56,43	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix L

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	19999	32087	2228	0	0	0
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	32192	57937	9246	0	0	0
BG 1a - (+wind (45 gr))	9067	17908	2226	0	0	0
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	26364	54957	9244	0	0	0
BG 1a - (+wind (-45 gr))	21053	33538	2228	0	0	0
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	32831	58473	9246	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	19,999	32,087	2,228	0,00	0,91	13,16
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	32,192	57,937	9,246	0,00	3,79	23,75
BG 1a - (+wind (45 gr))	9,067	17,908	2,226	0,00	0,91	7,34
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	26,364	54,957	9,244	0,00	3,79	22,53
BG 1a - (+wind (-45 gr))	21,053	33,538	2,228	0,00	0,91	13,75
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	32,831	58,473	9,246	0,00	3,79	23,97

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$
$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$
$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	3,79	/	36	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
		$\sigma_{b,y}$ =			24,6	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	23,97	/	36	=	0,66	< 1,0 -- Voldoet
		$\sigma_{b,y}$ =			155,5	N/mm^2
N_{Ed} / N_{Rd} =	32,83	/	953	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
		σ_N =			8,1	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	9,25	/	275	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
		τ_z =			4,6	N/mm^2
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	58,47	/	275	=	0,21	< 1,0 -- Voldoet
		τ_y =			29,0	N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N$ = 166 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 173 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	519,0	18,0	28331	S355	355	3429797
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,32

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 14,4

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 11,32 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 7,07 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,01 of n_p = -0,005

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 1,00

$M_{ip,1,Rd}$ = 76,9 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 69,7 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 3,79 / 69,7 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 47,2 kNm

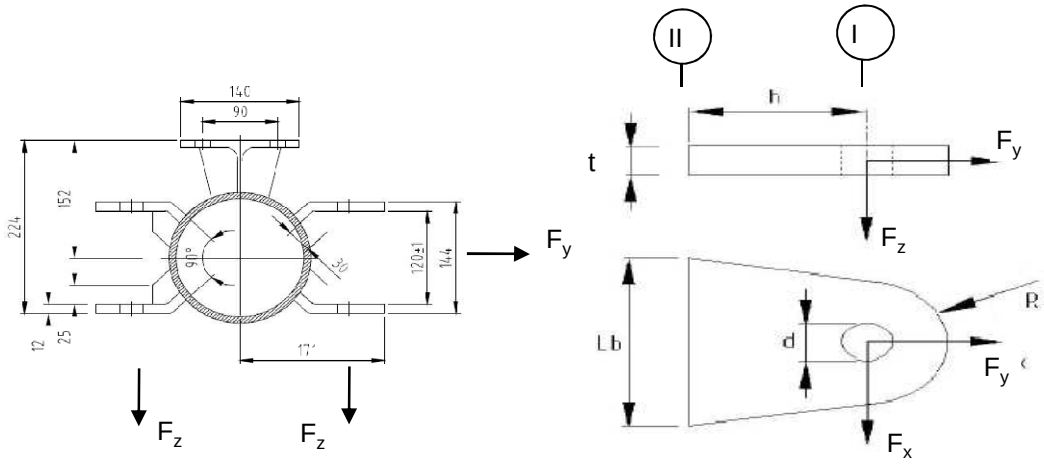
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 69,7 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 23,97 / 47,2 = 0,51 < 1,0 -- Voldoet

9.2,2 - Berekening clip bliksemdraad (clip type 2)



R =	42	mm ;	t =	12	mm
Lb =	120	mm ;	d =	27	mm
h =	65	mm ;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	20,00	32,09	2,23
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	32,19	57,94	9,25
BG 1a - (+wind (45 gr))	9,07	17,91	2,23
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	26,36	54,96	9,24
BG 1a - (+wind (-45 gr))	21,05	33,54	2,23
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	**32,83**	**58,47**	**9,25**

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind -45 gr + ijs)

Per clip :	**16,42**	**29,24**	**9,25**

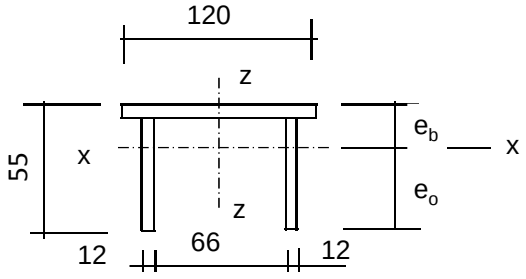
Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 29,3 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 43 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips



e_b =	17,5	mm
e_o =	37,5	mm
A =	2472	mm^2
A_{schot} =	1032	mm^3

I_x =	630925	mm^4	I_z =	3310056	mm^4
$W_{x,min}$ =	16816	mm^3	W_z =	55168	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	585	kN
$M_{x,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	4,0	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	10,5	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	141,0	kN
$V_{x,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	196,8	kN

N_{Ed} =	29,24	kN	$M_{z,Ed} = V_{x,Ed} * h$ =	1,07	kNm
$V_{z,Ed}$ =	9,25	kN	$M_{x,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,60	kNm
$V_{x,Ed}$ =	16,42	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	29,24	/	585	=	0,05	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		11,8	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	1,07	/	10,5	=	0,10	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		24,0	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	0,60	/	4,0	=	0,15	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		35,7	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	9,25	/	141	/	0,07	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		9,0	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	16,42	/	197	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		11,4	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 71,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 76 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

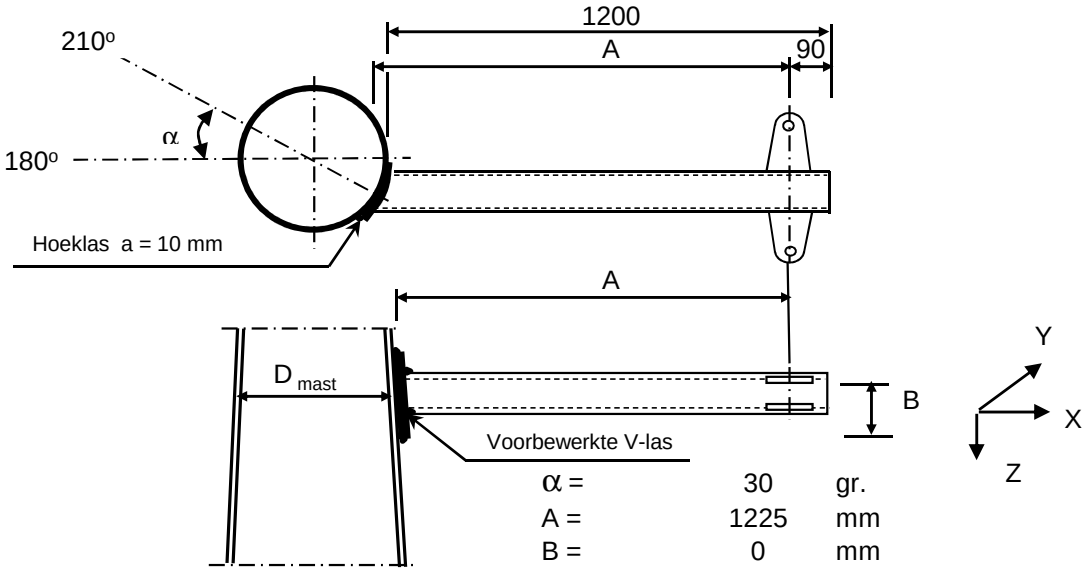
a =	5	mm	t =	12	mm
			t_1 =	12	mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =				60,7	N/mm^2
τ_1 =				60,7	N/mm^2
τ_2 =	0			13,7	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=		123,7	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	123,7	/	302,2 =	0,41	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	60,7	/	244,8 =	0,25	< 1,0 -- Voldoet

9.3 - Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"



α =	30	gr.
A =	1225	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	1717	mm
t_{mast} =	28	mm
Hoogte :	20,5	m

Buisgegevens

Buis Ø406,4 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	10013	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	2370	kN
$W_y = W_z$ =	9,78E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	231,5	kNm
W_x =	1,96E+06	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	231,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	267,3	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	684,1	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix L

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	29627	50223	4619	0	0	0
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	58797	112434	18678	0	0	0
BG 1a - (+wind (45 gr))	17921	36536	4617	0	0	0
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	52601	110859	18676	0	0	0
BG 1a - (+wind (-45 gr))	30889	51929	4619	0	0	0
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	59452	112815	18678	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm	$M_{y,Ed}$ kNm	$M_{z,Ed}$ kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	29,627	50,223	4,619	0,00	5,66	61,52
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	58,797	112,434	18,678	0,00	22,88	137,73
BG 1a - (+wind (45 gr))	17,921	36,536	4,617	0,00	5,66	44,76
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	52,601	110,859	18,676	0,00	22,88	135,80
BG 1a - (+wind (-45 gr))	30,889	51,929	4,619	0,00	5,66	63,61
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	59,452	112,815	18,678	0,00	22,88	138,20

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 22,88 / 231 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 23,4 N/mm^2

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = 138,20 / 231 = 0,60 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 141,3 N/mm^2

N_{Ed} / N_{Rd} = 59,45 / 2370 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,9 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 18,68 / 684 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 3,7 N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 112,82 / 684 = 0,16 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 22,5 N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N$ = 149 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 154 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

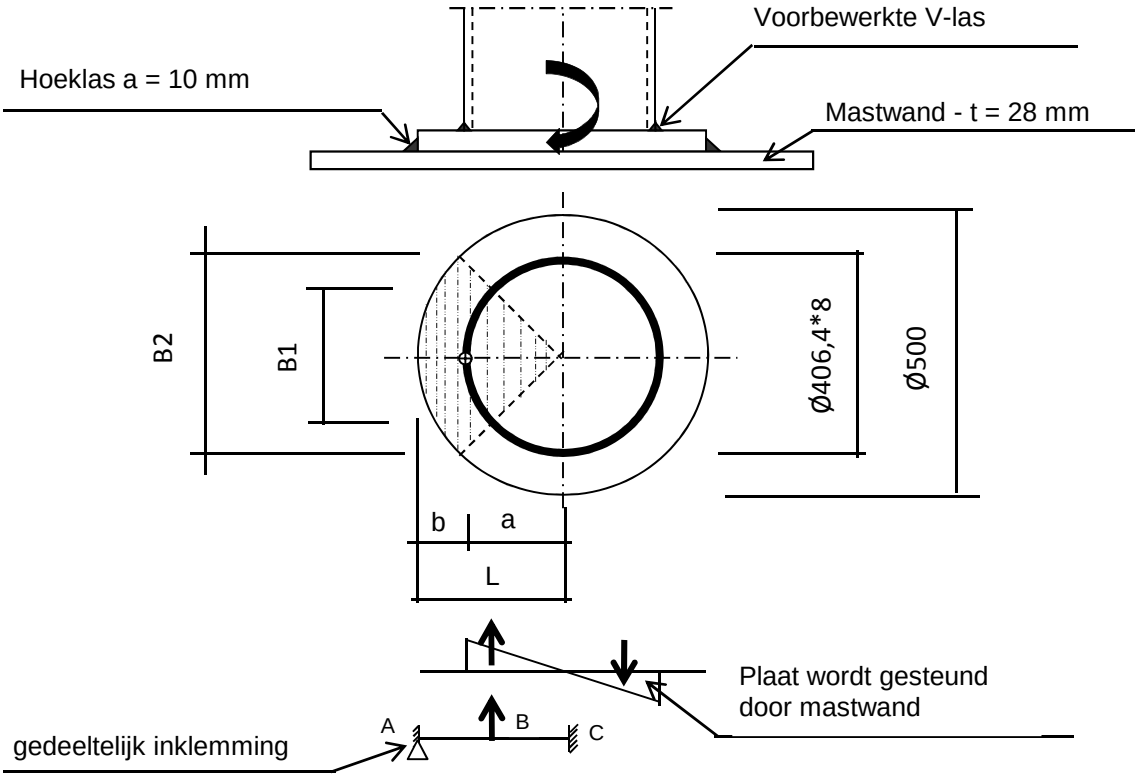
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 406,4*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond 500 * 25 - S355

Buis Ø406,4 * 8 - S355 ; A = 10013 mm^2
W = 978046 mm^3
I = 198738928 mm^4
R = 203 mm

Hoeklas a= 10,0 mm
$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{ed,max} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5}$ = 140,1 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 306,0 kN

a = R_{buis} = 203,2
b = R_{pl} - a = 46,8

B1 = 287,4 mm ; Boog B1 = 319 mm
B2 = 353,6 mm ; Boog B2 = 393 mm

Percentage inklemming= a_{las} / t_{pl} = 40,0%
Percentage vrij oplegging = 60,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 0,00 kNm
$M_{B;Ed} = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3)$ = 10,35 kNm
$R_{A;Ed} = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L)$ = 221,1 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed} = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) =$ 9,46 kNm

$M_{B;Ed} = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) =$ 3,54 kNm

$R_{A;Ed} = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) =$ 277,9 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed} =$ 0,0 * 60,0% + 9,5 * 40,0% = 3,78 kNm

$M_{B;Ed} =$ 10,3 * 60,0% + 3,5 * 40,0% = 7,63 kNm

$R_{A;Ed} =$ 221,1 * 60,0% + 277,9 * 40,0% = 243,8 kN

$M_{A;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B2} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 14,52 kNm

$M_{B;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B1} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 11,80 kNm

$M_{A,Ed} / M_{A,Rd} =$ 3,78 / 14,52 = 0,26 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A} =$ 61,7 N/mm^2

$M_{B,Ed} / M_{B,Rd} =$ 7,63 / 11,80 = 0,65 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B} =$ 152,9 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

$V_{Ed} =$ 243,8 kN

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B2} =$ 24,8 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B1} =$ 30,6 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max} = \{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5} =$ 161,8 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} =$ 245 N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 109,0 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 43,9 N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	109,0	+	43,9	=		152,9	N/mm^2
$\tau_{1,max}$ =	109,0	-	43,9	=		65,1	N/mm^2
$\tau_2 = 0$							
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=		190,0	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	190,0	/	302,2	=	0,63	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	152,9	/	244,8	=	0,62	< 1,0	-- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1716,7	28,0	148543	S355	355	61703971
Plaat	500,0		196350	S355	355	12271846

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,29

$\gamma = d_0 / 2{*}t_0$ = 30,7

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 416,6 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 16180,1 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,75 of n_p = -0,731

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,61

$M_{ip,1,Rd}$ = 441,8 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 956,5 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 22,88 / 441,8 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 199,6 kNm

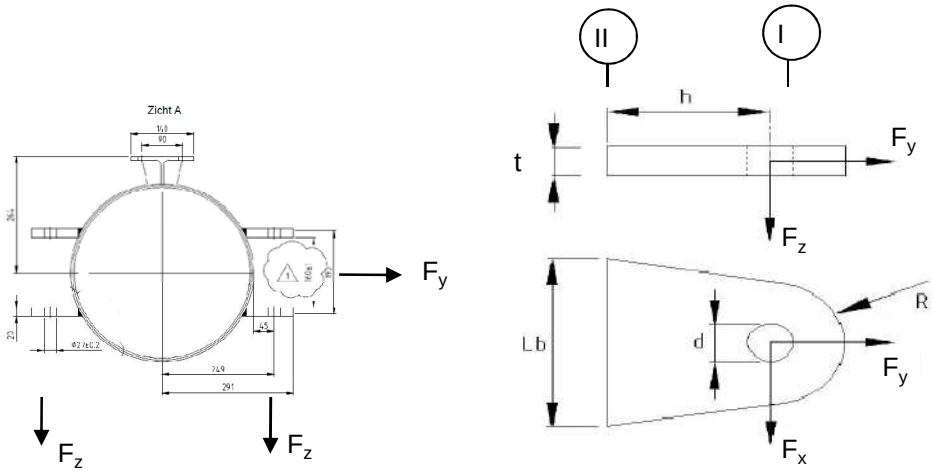
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2{*}t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 956,5 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 138,20 / 199,6 = 0,69 < 1,0 -- Voldoet

9.3,2 - Berekening clip "Retourstroomgeleider" (clip type 2)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	140	mm ;	d =	27	mm
h =	75	mm ;	a las =	voorbewerkte V-las	

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	29,63	50,22	4,62
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	58,80	112,43	18,68
BG 1a - (+wind (45 gr))	17,92	36,54	4,62
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	52,60	110,86	18,68
BG 1a - (+wind (-45 gr))	30,89	51,93	4,62
BG 3 - (+wind (-45) + ijs)	**59,45**	**112,82**	**18,68**

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind -45 gr + ijs)

Per clip :	**29,73**	**56,41**	**18,68**

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 57,2 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ =	137	N/mm^2	
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) =	50	N/mm^2	< 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	663 kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	15,5 kNm
W_x =	9,33E+03	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	2,2 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	382,6 kN

N_{Ed} =	56,41	kN	$M_{z,Ed} = V_{x,Ed} * h$ =	2,23	kNm
$V_{z,Ed}$ =	18,68	kN	$M_{x,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	1,40	kNm
$V_{x,Ed}$ =	29,73	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	56,41	/	663	=	0,09	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		20,1	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	2,23	/	15,5	=	0,14	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		34,1	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	1,40	/	2,2	=	0,63	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		150,1	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	18,68	/	383	/	0,05	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		6,7	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	29,73	/	383	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		10,6	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 204,4 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 206 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

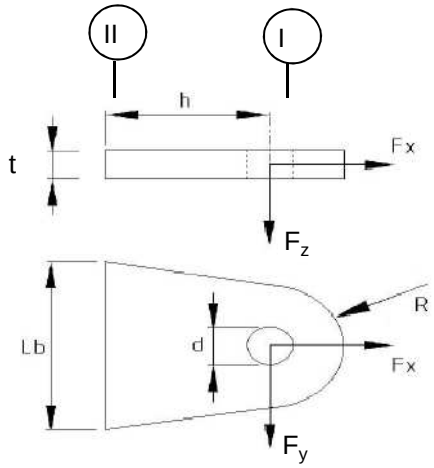
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm ;	t =	20	mm
Lb =	110	mm ;	d =	27	mm
h =	55	mm ;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 200 kN	141,42	141,42	0,00
of	0,00	200,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van de gat (twee clips)

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 100,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 60 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips (twee clips)

A =	2200	mm^2	$N_{Rd} = A * f_y$ =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd} = W_y * f_y$ =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd} = W_z * f_y$ =	1,7	kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	70,71	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	3,889	kNm
$V_{y,Ed}$ =	70,71	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 70,71 / 521 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 32,1 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 3,89 / 10 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 96,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 70,71 / 301 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 32,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 32,1 + 96,4 } = 128,6 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 140 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN
$V_{y,Ed}$ = 100,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 5,500 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 5,50 / 10 = 0,58 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 136,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 100,00 / 301 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 45,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 157 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	2383,3	30,0	221796	S355	355	128868644
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,05 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,05

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 844,9 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 36334,5 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,80 of $n_p =$ -0,783

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,56

$N_{1,Rd} =$ 607,7 kN ---> > N1,Ed ; voldoet

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 70,71 / 607,7 = 0,12 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 66,9 kNm ---> > M1,Ed ; voldoet

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,89 / 66,9 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

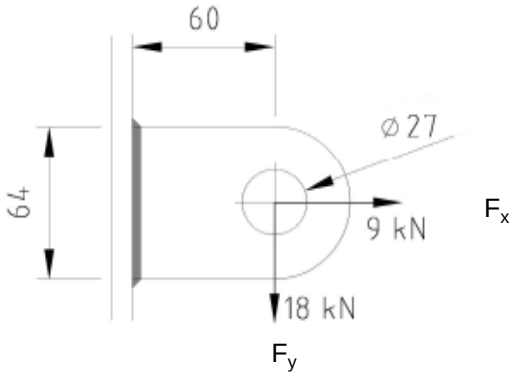
$N_{1,Ed} =$ 70,71 kN ; $M_{1,Ed} =$ 3,889 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 2571 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 8198 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8

Clip hoogte:
56,43 - 54,93 - 47,8 - 45,3 - 37,3 - 35,8 - 27,8 - 25,3 - 51,3 - 48,8 - 41,8 - 38,3 - 31,8 - 29,3 m



R =	32	mm ;	t =	20	mm
Lb =	64	mm ;	d =	27	mm
h =	60	mm ;	a las =	5	mm - hoeklas

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)
Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN
N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 9,00 / 303 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 7,0 N/mm^2

$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ = 1,08 / 3 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 79,1 N/mm^2

$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ = 18,00 / 175 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 14,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_2 =	0		28,1	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		248,4	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	248,4 /	302,2 =	0,82	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	121,8 /	244,8 =	0,50	< 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 25.3 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1557	25,0	120297	S355	355	45335951
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 328,6 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 11784,8 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,74 of $n_p =$ -0,725

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,61

$N_{1,Rd} =$ 458,6 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 458,6 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 29,4 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 29,4 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 6832 N/mm' ---> voldoet

Clip op 41,8 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	450,6	18,0	24463	S355	355	2544380
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,14 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,14

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 28,3 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 352,5 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,39 of $n_p =$ -0,387

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,84

$N_{1,Rd} =$ 331,7 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 331,7 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 21,2 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 21,2 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

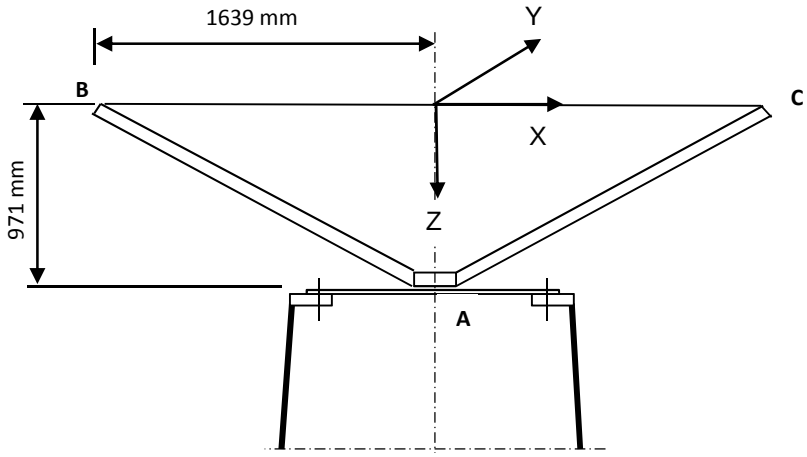
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



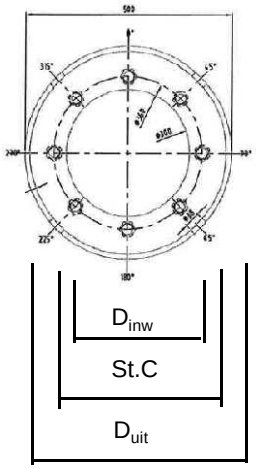
Buis rond 500 * 18

Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed} = F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;



D-uitwendig	500	mm
D-inwendig	300	mm
StC	360	mm
plaat dikte t =	30	mm
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2
Aantal bouten	8	
BoutenM24 - 8,8		

M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03	/ 1,5	=	135,4	kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36	/ 1,5	=	90,2	kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

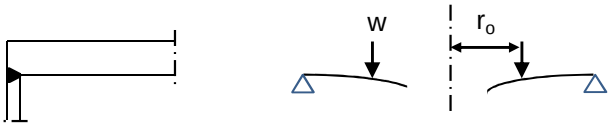
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

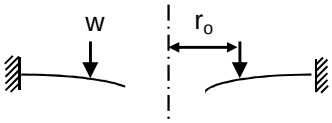
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} = 60,0%

Percentage vrij oplegging = 40,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ = 519230769

$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ = 0,3859

$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ = 0,9733

$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ = 0,4853

$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ = 0,0031

$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ = 0,0316

$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ = 0,2144

$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor $r = r_o$ = 0,1668

$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ = 0,0001

M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ = 922 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 21060 Nmm/mm'

$M_{ra;max,Ed}$ = 21982 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'

Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 21982 / 35500 = 0,62 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 146,5 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 150 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 18 - S355 ;

A = 27256 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 9676 kN

$W_y = W_z$ = 3,17E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 1125,6 kNm

N_{Ed} = 35 kN

$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 9676 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 1,3 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 1126 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 22,7 N/mm^2

σ_{max} = 24,0 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

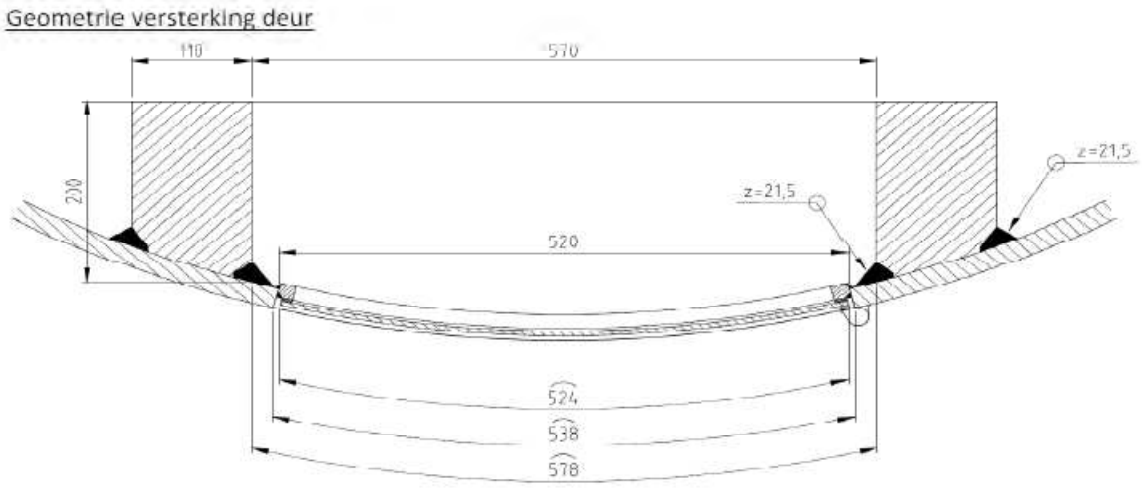
γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

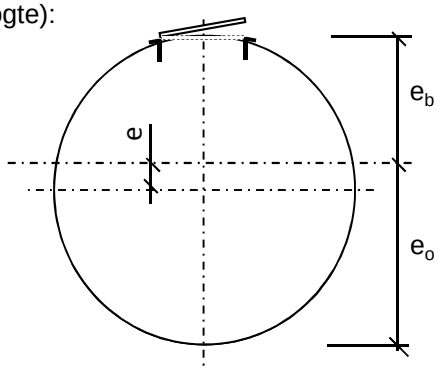
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter : 2359 mm
dikte t ; 30 mm

A_{buis} = 219519 mm^2
$A_{versterking}$ = 40249 mm^2
$A_{verlies}$ = 15529 mm^2

A_{tot} = 244238 mm^2

e = 92,2 mm
e_b = 1087,4 mm ; e_o = 1271,8 mm

I_{tot} = 1,67E+11 mm^4
W_{min} = 1,31E+08 mm^3
W_{max} = 1,53E+08 mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 28 (inclusief 2e orde effect)

M_{Ed} = 36668 kNm ; N_{Ed} = 845 kN

σ_N = N_{Ed} / A_{tot} = 3,5 N/mm^2
σ_b = M_{Ed} / W_{min} = 279,5 N/mm^2

σ_{max} = 3,5 + 279,5 = 282,9 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 V10,0 - 18 -11-2013

bijlage L en L2

W2E400 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix L

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	BACK			AHEAD		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	6511	-147783	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	6505	-147783	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	6498	-147784	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2226	856	-19378	0	0	0
	Comp. gl	4617	1767	-40154	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	7424	-169771	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	7423	-169771	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	7421	-169771	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2225	961	-21970	0	0	0
	Comp. gl	4615	1971	-45077	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	29376	10453	-238677	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29376	10450	-238677	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29376	10446	-238678	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	9244	2664	-60775	0	0	0
	Comp. gl	18676	5363	-122498	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	7508	-171693	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	7507	-171693	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	7505	-171693	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2978	1094	-25008	0	0	0
	Comp. gl	6122	2243	-51307	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	19177	7092	-162441	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19177	7092	-162441	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	19177	7092	-162441	0	0	0
	GW / opgw	2505	932	-21353	0	0	0
	Comp. gl	5195	1931	-44221	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	17050	25061	-192208	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17050	23196	-185441	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17048	20721	-176872	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2227	4187	-28949	0	0	0
	Comp. gl	4618	6189	-50216	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	10840	-171973	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	10508	-171570	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	10068	-171092	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	1567	-22512	0	0	0
	Comp. gl	4615	2788	-45554	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	29378	20093	-246924	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29377	19151	-245449	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29377	17902	-243688	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	9245	5751	-62903	0	0	0
	Comp. gl	18677	9533	-124432	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	10904	-173394	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	10576	-173079	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	10140	-172707	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2978	1692	-25363	0	0	0
	Comp. gl	6122	3053	-51618	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	17058	41910	-258537	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17057	38408	-244420	0	0	0

W2E400 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix L

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	BACK			AHEAD		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17054	33730	-225684	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2228	7175	-41353	0	0	0
	Comp. gl	4620	10232	-66205	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17037	13853	-177198	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17037	13220	-175887	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	12381	-174315	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2225	2109	-23747	0	0	0
	Comp. gl	4615	3506	-46701	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	29382	28679	-265206	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29381	26874	-260748	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29379	24482	-255296	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	9247	8471	-67631	0	0	0
	Comp. gl	18679	13164	-129045	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	13871	-177524	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	13249	-176480	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	12424	-175236	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2978	2217	-26208	0	0	0
	Comp. gl	6122	3755	-52395	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	17049	21892	-180860	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17048	20345	-175619	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17047	18296	-169071	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2227	3618	-26670	0	0	0
	Comp. gl	4618	5433	-47577	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	10277	-171310	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	10001	-171026	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	9634	-170690	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2225	1466	-22351	0	0	0
	Comp. gl	4615	2653	-45410	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	29377	18493	-244493	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29377	17711	-243441	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29377	16672	-242189	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	9245	5242	-62273	0	0	0
0	Comp. gl	18677	8850	-123844	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	10347	-172876	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	10073	-172655	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	9710	-172394	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2978	1593	-25256	0	0	0
	Comp. gl	6122	2921	-51522	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	5160	-116856	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	5155	-116856	0	0	0
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	5148	-116856	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1669	675	-15226	0	0	0
	Comp. gl	3462	1394	-31599	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	6004	-137241	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	6003	-137241	0	0	0
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	6001	-137241	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1668	769	-17575	0	0	0

W2E400 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix L

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	BACK			AHEAD		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
	Comp. gl	3461	1578	-36072	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	25109	9298	-212205	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25109	9295	-212206	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25109	9291	-212206	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	8685	2546	-58078	0	0	0
	Comp. gl	17518	5119	-116923	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	6213	-142035	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	6212	-142035	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	6210	-142035	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2421	926	-21162	0	0	0
	Comp. gl	4966	1897	-43378	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	12781	5102	-116857	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	5102	-116857	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	12781	5102	-116857	0	0	0
	GW / opgw	1669	665	-15226	0	0	0
	Comp. gl	3462	1380	-31600	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12786	24257	-173840	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12785	22336	-165790	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12784	19781	-155368	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1670	4101	-26984	0	0	0
	Comp. gl	3463	5947	-44672	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	9464	-140493	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	9125	-139908	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	8675	-139212	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1668	1386	-18361	0	0	0
	Comp. gl	3461	2404	-36775	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	25110	19016	-222312	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25110	18062	-220528	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25110	16796	-218388	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	8686	5641	-60388	0	0	0
	Comp. gl	17519	9297	-119037	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	9636	-144385	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	9304	-143956	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	8862	-143448	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2421	1529	-21628	0	0	0
	Comp. gl	4966	2711	-43794	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12793	41442	-247868	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12791	37890	-232608	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12790	33132	-212028	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1671	7129	-40302	0	0	0
	Comp. gl	3465	10084	-62830	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12775	12573	-147893	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12775	11917	-146064	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	11050	-143849	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1669	1948	-20057	0	0	0
	Comp. gl	3461	3143	-38405	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	25114	27748	-243938	0	0	0

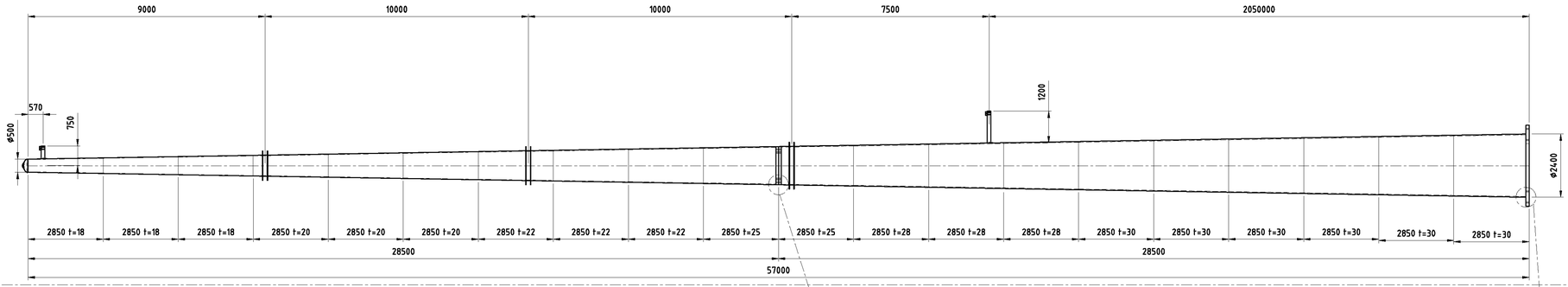
W2E400 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix L

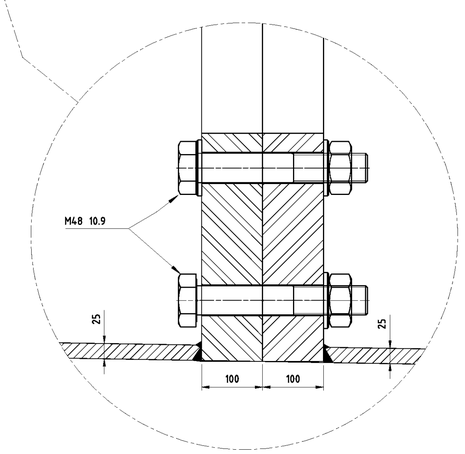
Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

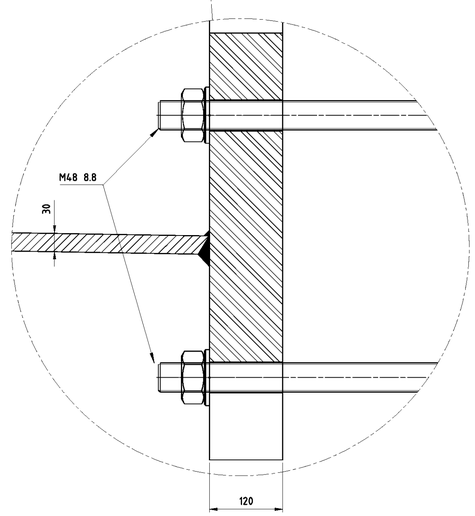
Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	BACK			AHEAD		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25113	25911	-238738	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25112	23476	-232319	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	8688	8375	-65448	0	0	0
	Comp. gl	17521	12944	-124027	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15789	12665	-149921	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15789	12028	-148536	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	11185	-146872	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2421	2064	-22708	0	0	0
	Comp. gl	4966	3424	-44804	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12785	20990	-160254	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12784	19391	-153818	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12783	17269	-145602	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1670	3519	-24397	0	0	0
	Comp. gl	3463	5165	-41448	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	8888	-139529	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	8607	-139114	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	8233	-138621	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1668	1282	-18132	0	0	0
	Comp. gl	3461	2267	-36566	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	25110	17395	-219367	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25110	16603	-218086	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25109	15552	-216557	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	8686	5129	-59708	0	0	0
0	Comp. gl	17518	8612	-118398	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	9071	-143680	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	8795	-143377	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	8427	-143019	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2421	1429	-21489	0	0	0
	Comp. gl	4966	2578	-43667	0	0	0

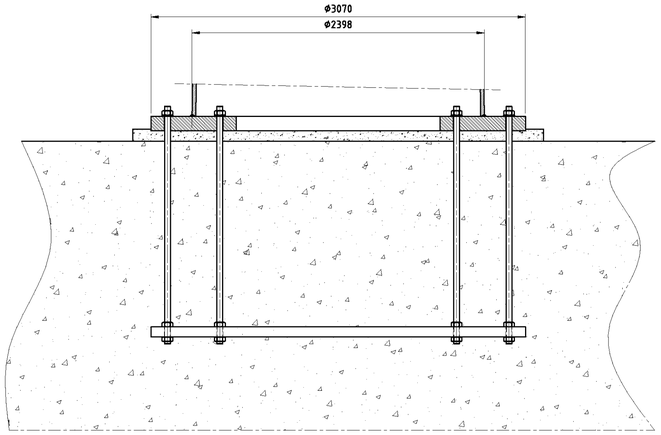
Loadcase according to 50341-3-15		**BACK**			**AHEAD**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	14202	5603	-127432	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14202	5599	-127432	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14202	5594	-127433	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1855	733	-16643	0	0	0
	Comp. gl	3847	1517	-34520	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	6488	-148420	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	6487	-148420	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	6486	-148420	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1854	835	-19082	0	0	0
	Comp. gl	3845	1712	-39161	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	8527	-194794	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	8525	-194794	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	8522	-194794	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	6530	2063	-47087	0	0	0
	Comp. gl	13213	4160	-95055	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	6340	-145038	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	6340	-145038	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	6339	-145038	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2356	905	-20697	0	0	0
	Comp. gl	4850	1860	-42552	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14205	17838	-154110	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14204	16606	-149838	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14204	14974	-144523	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1855	2932	-22543	0	0	0
	Comp. gl	3848	4431	-40476	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	8755	-149656	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	8535	-149428	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	8244	-149158	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1854	1236	-19388	0	0	0
	Comp. gl	3845	2254	-39427	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	14940	-200043	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	14314	-199098	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	13483	-197972	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	6531	4123	-48592	0	0	0
	Comp. gl	13214	6942	-96419	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	8597	-146023	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	8380	-145839	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	8091	-145622	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2356	1302	-20909	0	0	0
	Comp. gl	4850	2399	-42736	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14209	29071	-198460	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14208	26723	-188723	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14207	23597	-176017	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1856	4937	-31126	0	0	0

Loadcase according to 50341-3-15		**BACK**			**AHEAD**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	3849	7117	-50945	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	14195	10742	-152653	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14195	10325	-151895	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14195	9772	-150992	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1854	1593	-20104	0	0	0
	Comp. gl	3846	2728	-40080	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	22421	20650	-211949	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22421	19448	-209016	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22420	17857	-205455	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	6532	5945	-51964	0	0	0
	Comp. gl	13215	9369	-99683	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	16207	10561	-148456	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16207	10150	-147838	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16207	9604	-147103	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2356	1651	-21421	0	0	0
	Comp. gl	4850	2864	-43202	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14204	15746	-146983	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14204	14726	-143754	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14203	13378	-139782	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1855	2555	-21055	0	0	0
	Comp. gl	3848	3933	-38851	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	8382	-149281	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	8200	-149120	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	7956	-148931	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1854	1169	-19296	0	0	0
	Comp. gl	3845	2165	-39346	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	13877	-198486	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	13357	-197814	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	12666	-197017	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	6530	3783	-48146	0	0	0
	Comp. gl	13213	6486	-96005	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	8228	-145721	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	8046	-145592	0	0	0
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	7805	-145440	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2356	1237	-20844	0	0	0
	Comp. gl	4850	2311	-42679	0	0	0

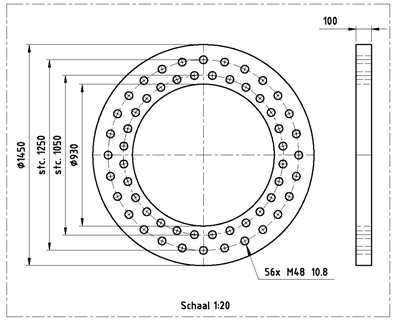




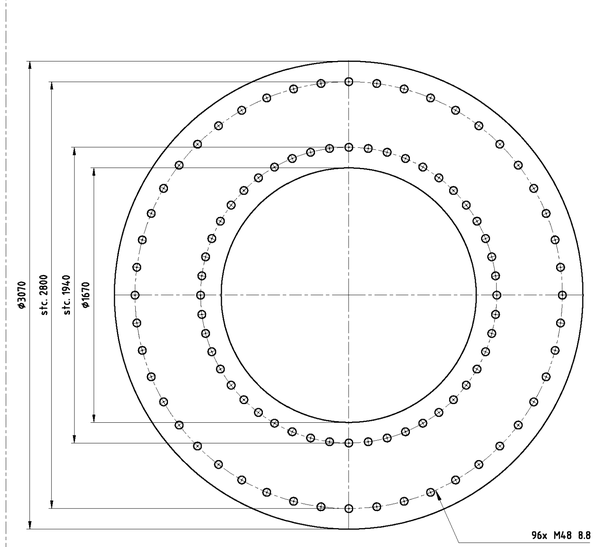




Schaal 1:25



Schaal 1:20



Schaal 1:20

Toleranties volgens C DIN8570
Dit geeft: (maten in mm)

DIN 8570	klasse C
~30	+/-1
30~120	+/-3
120~315	+/-4
315~1000	+/-6
1000~2000	+/-8
2000~4000	+/-11
4000~8000	+/-14
8000~12000	+/-18
12000~16000	+/-21
16000~20000	+/-24
>20000	+/-27

-Onrondheid aan segment einden <0.2%
-Onrondheid bij overige secties
(niet aan de segment einden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Ankers kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor lasdetails tek. 07.81.940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9018
Kleur uithouders, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 2
Gewicht mastdeel 2: kg
Gewicht mastdeel 1: kg
Totaal gewicht W2E350+5: kg

Benaming: Mast type W2E400+0

Uitg	Datum	Get	Gec	Schaal: 1:100	Plaats: NVT
1	14-08-2012	WvL		Maateenheid: mm	Adres: NVT
				Materiaal:	Opstelpunt nr: NVT
				Finish:	

VolkerWessels Telecom

Projectie | Tek.nr.: MS20120025/03 | A1

VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, Kanaal Zuid 286 Lieren
Postbus 676, 7300AR Apeldoorn Tel: +31 (0)88 186 02 00

auteursrechten VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, nadruk verboden

VolkerWessels Telecom | Netwerk Solutions

TenneT

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2H400(+5)"

Tracé Vijfhuizen – Beverwijk

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00	30 - 07 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01 – afmeting voetplaat gewijzigd	6 - 12 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
02-detailberekening toegevoegd	22 - 33 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
03-Mast nummer tracé VHZ-BWK toegevoegd	15 - 05 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
04- Mast nummers verwijderd	07 - 02 - 14	ing. Miko Hakhverdian	7-2-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2H400(+5)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	13
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53
9.0 Detailberekening	55

	blz.
9.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV	55
9.1.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 52m hoogte	56
9.1.2 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 42m hoogte	66
9.1.3 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 32m hoogte	71
9.2 Berekening draagarm bliksemdraad	76
9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	78
9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)	79
9.3 Berekening draagarm " Retourstroomgeleider "	82
9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	87
9.3.2 Berekening clip " Retourstroomgeleider "	88
9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte)	90
9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting	92
9.5 Berekening clip hulprail - clip 8	93
9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting	95
9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast	97
9.7 Berekening versterking deur	100

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 - bijlage N, N1 en N2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2H400(+5) van het project “R380 Wintrack hoogspanningslijn” Noordring , tracé Beverwijk – Vijfhuizen & Vijfhuizen – Bleiswijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2H400(+5) zijn de bijlage N en N1 (berekening maststerkte) en bijlage N2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.
- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 62,0 meter. De basis diameter van de mast is 2,567 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit drie segmenten. De segmenten zijn 19,95 meter, 22,80 meter en 19,25 meter lang. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en retourstroomgeleider) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2H400(+5) zijn de bijlage N en N1 (berekening maststerkte) en bijlage N2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state), tabel 4.2.11/NL.3 voor de SPLS- toestand (Special limit state) en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS-toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype "W2H400(+5)"

Berekening

W2H400+5

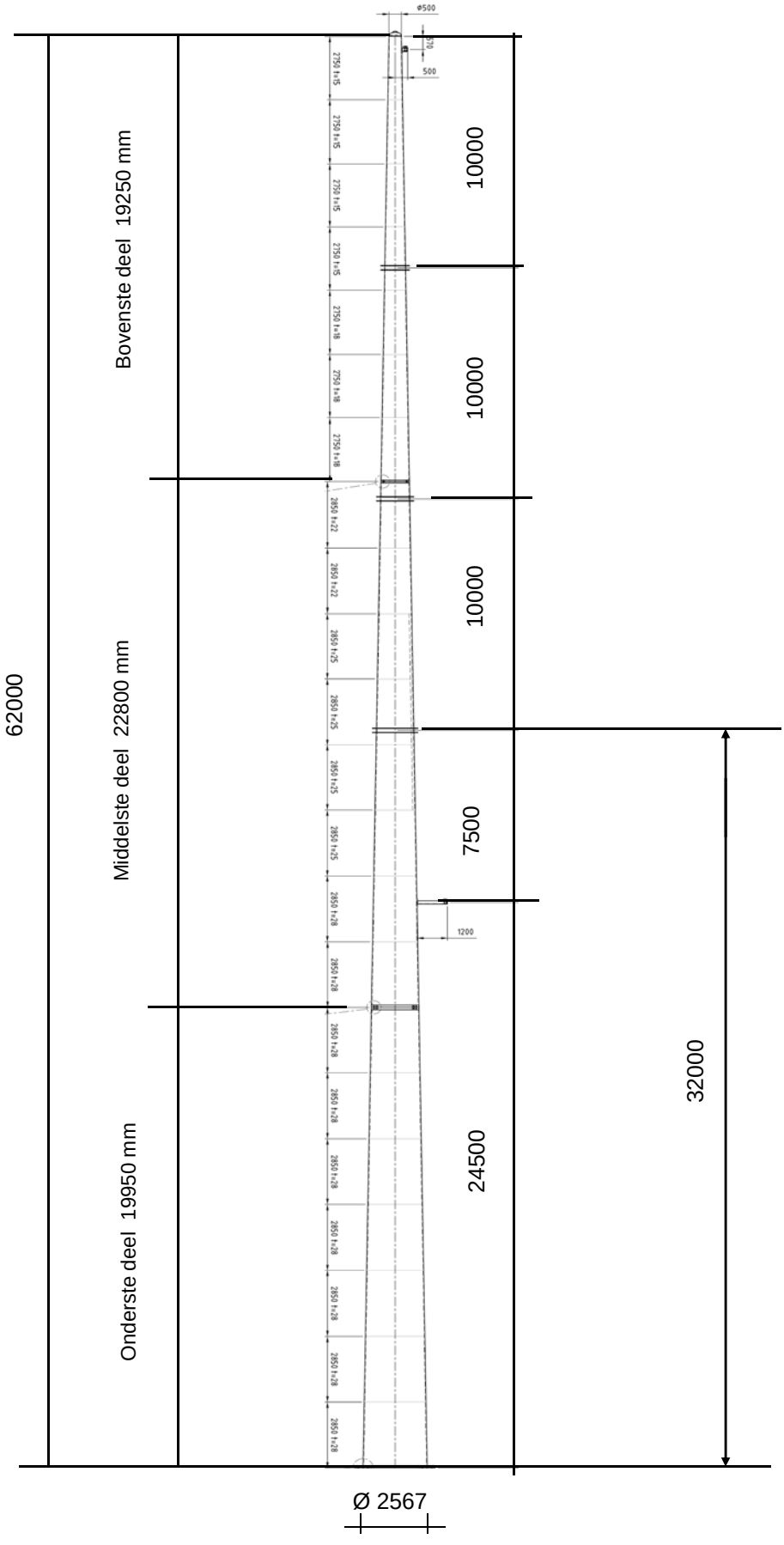
62,0 m - 2567 - 500

Tracé Beverwijk - Vijfhuizen

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2H400(+5)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	27	gem. breedte (m)	1,534

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	570	519	500	n.v.t.	2	1	61,72
2	2180	592	519	n.v.t.	2	1	60,34
3	2750	683	592	n.v.t.	2	1	57,88
4	2750	775	683	n.v.t.	2	1	55,13
5	1750	833	775	n.v.t.	2	1	52,88
6	1000	867	833	n.v.t.	2	1	51,50
7	2750	958	867	n.v.t.	2	1	49,63
8	2750	1050	958	n.v.t.	2	1	46,88
9	2750	1142	1050	n.v.t.	2	1	44,13
10	750	1167	1142	n.v.t.	2	1	42,38
11	2100	1237	1167	n.v.t.	2	1	40,95
12	2850	1332	1237	n.v.t.	2	1	38,48
13	2850	1427	1332	n.v.t.	2	1	35,63
14	2200	1500	1427	n.v.t.	2	1	33,10
15	650	1522	1500	n.v.t.	2	1	31,68
16	2850	1617	1522	n.v.t.	2	1	29,93
17	2850	1712	1617	n.v.t.	2	1	27,08
18	1150	1750	1712	n.v.t.	2	1	25,08
19	1700	1807	1750	n.v.t.	2	1	23,65
20	2850	1902	1807	n.v.t.	2	1	21,38
21	2850	1997	1902	n.v.t.	2	1	18,53
22	2850	2092	1997	n.v.t.	2	1	15,68
23	2850	2187	2092	n.v.t.	2	1	12,83
24	2850	2282	2187	n.v.t.	2	1	9,98
25	2850	2377	2282	n.v.t.	2	1	7,13
26	2850	2472	2377	n.v.t.	2	1	4,28
27	2850	2567	2472	n.v.t.	2	1	1,43
	62000				28	27	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	510	15,0	23303	182,93	7,13E+08	174,91	2,80E+06
2	555	15,0	25463	199,88	9,30E+08	191,11	3,35E+06
3	638	15,0	29336	230,28	1,42E+09	220,16	4,46E+06
4	729	15,0	33656	264,20	2,15E+09	252,56	5,89E+06
5	804	15,0	37191	291,95	2,90E+09	279,08	7,20E+06
6	850	15,0	39351	308,91	3,43E+09	295,28	8,07E+06
7	913	18,0	50587	397,10	5,06E+09	316,34	1,11E+07
8	1004	18,0	55771	437,80	6,78E+09	348,75	1,35E+07
9	1096	18,0	60955	478,50	8,86E+09	381,16	1,62E+07
10	1154	22,0	78257	614,32	1,25E+10	400,39	2,17E+07
11	1202	22,0	81541	640,09	1,42E+10	417,19	2,36E+07
12	1284	22,0	87243	684,86	1,74E+10	446,36	2,71E+07
13	1379	25,0	106367	834,98	2,44E+10	478,90	3,54E+07
14	1463	25,0	112979	886,88	2,92E+10	508,66	3,99E+07
15	1511	25,0	116710	916,17	3,22E+10	525,45	4,27E+07
16	1569	25,0	121292	952,14	3,62E+10	546,08	4,61E+07
17	1664	25,0	128755	1010,72	4,33E+10	579,67	5,20E+07
18	1731	28,0	149807	1175,98	5,43E+10	602,19	6,28E+07
19	1779	28,0	153985	1208,79	5,90E+10	618,99	6,63E+07
20	1854	28,0	160657	1261,16	6,70E+10	645,80	7,23E+07
21	1949	28,0	169015	1326,77	7,80E+10	679,39	8,00E+07
22	2044	28,0	177373	1392,38	9,02E+10	712,98	8,82E+07
23	2139	28,0	185731	1457,99	1,04E+11	746,57	9,68E+07
24	2234	28,0	194089	1523,60	1,18E+11	780,16	1,06E+08
25	2329	28,0	202447	1589,21	1,34E+11	813,75	1,15E+08
26	2424	28,0	210805	1654,82	1,51E+11	847,34	1,25E+08
27	2519	28,0	219163	1720,43	1,70E+11	880,93	1,35E+08

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	62000	1 -- 2	1	570	2,33E+04	7,13E+08
2	61430	2 -- 3	2	2180	2,55E+04	9,30E+08
3	59250	3 -- 4	3	2750	2,93E+04	1,42E+09
4	56500	4 -- 5	4	2750	3,37E+04	2,15E+09
5	53750	5 -- 6	5	1750	3,72E+04	2,90E+09
6	52000	6 -- 7	6	1000	3,94E+04	3,43E+09
7	51000	7 -- 8	7	2750	5,06E+04	5,06E+09
8	48250	8 -- 9	8	2750	5,58E+04	6,78E+09
9	45500	9 -- 10	9	2750	6,10E+04	8,86E+09
10	42750	10 -- 11	10	750	7,83E+04	1,25E+10
11	42000	11 -- 12	11	2100	8,15E+04	1,42E+10
12	39900	12 -- 13	12	2850	8,72E+04	1,74E+10
13	37050	13 -- 14	13	2850	1,06E+05	2,44E+10
14	34200	14 -- 15	14	2200	1,13E+05	2,92E+10
15	32000	15 -- 16	15	650	1,17E+05	3,22E+10
16	31350	16 -- 17	16	2850	1,21E+05	3,62E+10
17	28500	17 -- 18	17	2850	1,29E+05	4,33E+10
18	25650	18 -- 19	18	1150	1,50E+05	5,43E+10
19	24500	19 -- 20	19	1700	1,54E+05	5,90E+10
20	22800	20 -- 21	20	2850	1,61E+05	6,70E+10
21	19950	21 -- 22	21	2850	1,69E+05	7,80E+10
22	17100	22 -- 23	22	2850	1,77E+05	9,02E+10
23	14250	23 -- 24	23	2850	1,86E+05	1,04E+11
24	11400	24 -- 25	24	2850	1,94E+05	1,18E+11
25	8550	25 -- 26	25	2850	2,02E+05	1,34E+11
26	5700	26 -- 27	26	2850	2,11E+05	1,51E+11
27	2850	27 -- 28	27	2850	2,19E+05	1,70E+11
28	0				0,00E+00	0,00E+00

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0

Seizoensfactor C_{season} = 1,0

Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

Veiligheidsklaae 2

Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3

z_0 = 0,200 m

z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$

$c_r(z) = c_r(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7*I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v(z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	61,72	0,21	1,20	32,40	0,17	1457
2	60,34	0,21	1,20	32,27	0,18	1449
3	57,88	0,21	1,19	32,04	0,18	1434
4	55,13	0,21	1,18	31,76	0,18	1416
5	52,88	0,21	1,17	31,53	0,18	1401
6	51,50	0,21	1,16	31,38	0,18	1391
7	49,63	0,21	1,15	31,17	0,18	1378
8	46,88	0,21	1,14	30,85	0,18	1358
9	44,13	0,21	1,13	30,50	0,19	1336
10	42,38	0,21	1,12	30,28	0,19	1322
11	40,95	0,21	1,11	30,08	0,19	1310
12	38,48	0,21	1,10	29,73	0,19	1288
13	35,63	0,21	1,09	29,30	0,19	1261
14	33,10	0,21	1,07	28,88	0,20	1236
15	31,68	0,21	1,06	28,63	0,20	1220
16	29,93	0,21	1,05	28,31	0,20	1201
17	27,08	0,21	1,03	27,74	0,20	1167
18	25,08	0,21	1,01	27,31	0,21	1142
19	23,65	0,21	1,00	26,98	0,21	1122
20	21,38	0,21	0,98	26,41	0,21	1089
21	18,53	0,21	0,95	25,60	0,22	1043
22	15,68	0,21	0,91	24,65	0,23	990
23	12,83	0,21	0,87	23,52	0,24	927
24	9,98	0,21	0,82	22,10	0,26	852
25	7,13	0,21	0,75	20,20	0,28	754
26	4,28	0,21	0,64	17,31	0,33	615
27	1,43	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1128	400	0,40	0,00	2,28E-02	816,69
2	2 -- 3	4684	3710	5,24	0,55	2,28E-02	803,68
3	3 -- 4	6745		9,92	17,07	2,27E-02	754,01
4	4 -- 5	7678		16,67	53,64	2,24E-02	691,86
5	5 -- 6	5372		24,35	110,03	2,19E-02	630,82
6	6 -- 7	3239	29694	59,41	157,34	2,15E-02	592,76
7	7 -- 8	11333		62,65	218,37	2,13E-02	571,34
8	8 -- 9	12452		73,98	406,24	2,05E-02	513,80
9	9 -- 10	13571		86,44	626,81	1,95E-02	458,74
10	10 -- 11	4720	4425	104,43	883,17	1,84E-02	406,58
11	11 -- 12	13757	30138	139,29	963,26	1,81E-02	392,89
12	12 -- 13	19946		153,05	1270,22	1,73E-02	355,64
13	13 -- 14	24224		172,99	1734,82	1,62E-02	307,82
14	14 -- 15	19841		197,22	2262,36	1,51E-02	263,27
15	15 -- 16	6053	30582	247,64	2718,06	1,42E-02	231,11
16	16 -- 17	27564		253,69	2881,00	1,39E-02	221,99
17	17 -- 18	29233		281,26	3643,30	1,27E-02	184,07
18	18 -- 19	13696		310,49	4486,53	1,14E-02	149,71
19	19 -- 20	20804	7694	331,88	4851,47	1,09E-02	136,87
20	20 -- 21	36371		352,68	5433,35	1,02E-02	118,88
21	21 -- 22	38240	20997	410,05	6490,32	9,02E-03	91,41
22	22 -- 23	40110		448,29	7713,46	7,78E-03	67,42
23	23 -- 24	41980		488,40	9048,24	6,52E-03	46,99
24	24 -- 25	43850		530,38	10500,00	5,24E-03	30,18
25	25 -- 26	45720		574,23	12074,08	3,95E-03	17,04
26	26 -- 27	47590		619,95	13775,79	2,64E-03	7,61
27	27 -- 28	49460		667,54	15610,46	1,32E-03	1,92
28			40090	757,09	17583,43	0,00E+00	0,00

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_t : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	112,8	40,0	0,817	1217,14	100,733
2	2 -- 3	468,4	371,0	0,804	6504,17	523,791
3	3 -- 4	674,5		0,754	4783,79	352,536
4	4 -- 5	767,8		0,692	4981,29	335,813
5	5 -- 6	537,2		0,631	3223,84	201,051
6	6 -- 7	323,9	2969,4	0,593	19116,23	1153,060
7	7 -- 8	1133,3		0,571	6032,04	333,619
8	8 -- 9	1245,2		0,514	5940,01	294,439
9	9 -- 10	1357,1		0,459	5760,19	254,047
10	10 -- 11	472,0	442,5	0,407	3615,64	148,561
11	11 -- 12	1375,7	3013,8	0,393	16666,87	657,924
12	12 -- 13	1994,6		0,356	6491,01	219,497
13	13 -- 14	2422,4		0,308	6785,87	197,523
14	14 -- 15	1984,1		0,263	4811,45	121,239
15	15 -- 16	605,3	3058,2	0,231	8278,56	194,405
16	16 -- 17	2756,4		0,222	5489,90	113,620
17	17 -- 18	2923,3		0,184	4785,97	81,419
18	18 -- 19	1369,6		0,150	1925,21	28,120
19	19 -- 20	2080,4	769,4	0,137	3642,79	48,430
20	20 -- 21	3637,1		0,119	3751,48	40,208
21	21 -- 22	3824,0	2099,7	0,091	4862,01	41,662
22	22 -- 23	4011,0		0,067	2250,87	13,125
23	23 -- 24	4198,0		0,047	1588,90	6,249
24	24 -- 25	4385,0		0,030	1015,50	2,444
25	25 -- 26	4572,0		0,017	552,74	0,694
26	26 -- 27	4759,0		0,008	222,53	0,108
27	27 -- 28	4946,0		0,002	46,66	0,005
28			4009,0	0,000	0,00	0,000
				Som	134343	5464

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	0,79	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	$\phi_i^2 * (s)$	$\phi_i^2 *(s)*m$	$\phi_i * (s)$
1 -- 2	919	0,992	0,570	0,56	515,51	0,57
2 -- 3	215	0,954	2,180	1,98	426,04	2,08
3 -- 4	245	0,885	2,750	2,15	528,56	2,43
4 -- 5	279	0,810	2,750	1,80	503,48	2,23
5 -- 6	2004	0,749	1,750	0,98	1967,74	1,31
6 -- 7	324	0,713	1,000	0,51	164,52	0,71
7 -- 8	412	0,664	2,750	1,21	500,20	1,83
8 -- 9	453	0,595	2,750	0,97	441,45	1,64
9 -- 10	654	0,530	2,750	0,77	505,08	1,46
10 -- 11	4648	0,489	0,750	0,18	835,10	0,37
11 -- 12	655	0,458	2,100	0,44	288,92	0,96
12 -- 13	700	0,406	2,850	0,47	329,09	1,16
13 -- 14	850	0,350	2,850	0,35	296,15	1,00
14 -- 15	2292	0,303	2,200	0,20	461,94	0,67
15 -- 16	931	0,277	0,650	0,05	46,58	0,18
16 -- 17	967	0,249	2,850	0,18	170,35	0,71
17 -- 18	1026	0,204	2,850	0,12	122,07	0,58
18 -- 19	1860	0,175	1,150	0,04	65,84	0,20
19 -- 20	1224	0,157	1,700	0,04	51,00	0,27
20 -- 21	2013	0,129	2,850	0,05	95,09	0,37
21 -- 22	1342	0,097	2,850	0,03	36,16	0,28
22 -- 23	1407	0,070	2,850	0,01	19,68	0,20
23 -- 24	1473	0,047	2,850	0,01	9,37	0,13
24 -- 25	1539	0,029	2,850	0,00	3,66	0,08
25 -- 26	1604	0,015	2,850	0,00	1,04	0,04
26 -- 27	1670	0,006	2,850	0,00	0,16	0,02
27 -- 28	3142	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	62,00	13,11	8384,80	21,46

m_e = 8384,8 / 13,1 = 639,4 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor $c_s c_d$

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$c_s c_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$

$n = n_{1,x}$ =	0,79	Hz
b =	1,53	m
h =	62,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	37,20	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	111,30	

$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$

B^2 = 0,54

δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s) / (2*n_1*m_e)$ =	0,067	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,079	
$v_m(z_s)$ =	29,54	m/s
$v_m(z)$ =	32,43	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,19	

$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3}$ = 0,07

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	2,71	
$c_y = c_z$ =	11,5	
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,47	
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	19,05	
G_y =	0,5	
G_z =	0,28	

$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$

$K_s(n)$ =	0,16	
R^2 =	0,67	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,59	Hz

$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\}$ = 3,60

$c_s c_d$ = 1,08

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_f

$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_f
1	48,3	1,64E+06	0,80	0,81	0,65
2	48,2	1,78E+06	0,80	0,81	0,65
3	47,9	2,04E+06	0,80	0,81	0,65
4	47,6	2,31E+06	0,80	0,81	0,65
5	47,3	2,54E+06	0,80	0,81	0,65
6	47,2	2,67E+06	0,80	0,81	0,65
7	47,0	2,86E+06	0,80	0,81	0,65
8	46,6	3,12E+06	0,79	0,81	0,65
9	46,2	3,38E+06	0,79	0,81	0,64
10	46,0	3,54E+06	0,79	0,81	0,64
11	45,8	3,67E+06	0,79	0,81	0,64
12	45,4	3,89E+06	0,79	0,81	0,64
13	44,9	4,13E+06	0,79	0,81	0,64
14	44,5	4,34E+06	0,79	0,81	0,64
15	44,2	4,45E+06	0,79	0,81	0,64
16	43,8	4,59E+06	0,79	0,81	0,64
17	43,2	4,80E+06	0,79	0,81	0,64
18	42,7	4,93E+06	0,79	0,81	0,64
19	42,4	5,02E+06	0,79	0,81	0,64
20	41,7	5,16E+06	0,78	0,81	0,64
21	40,8	5,31E+06	0,78	0,81	0,64
22	39,8	5,42E+06	0,78	0,81	0,63
23	38,5	5,49E+06	0,78	0,81	0,63
24	36,9	5,50E+06	0,78	0,81	0,63
25	34,7	5,40E+06	0,77	0,81	0,63
26	31,4	5,07E+06	0,77	0,81	0,62
27	30,9	5,20E+06	0,77	0,81	0,62

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	61,43	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 V10.0 (18 - 11 - 2013) Appendix - N, N1 en N2		
1e traverse - 380C1F1	52,00	1			
2e traverse - 380C1F2	42,00	1			
3e traverse - 380C1F3	32,00	1			
Retourstroomgeleider	24,50	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	61,43	0,760
1e traverse - 380C1F1	52,00	0,000
2e traverse - 380C1F2	42,00	0,000
3e traverse - 380C1F3	32,00	0,000
Retourstroomgeleider	24,50	2,075

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	61,43	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	52,00	1			
2e traverse - 380C1F2	42,00	1			
3e traverse - 380C1F3	32,00	1			
Retourstroomgeleider	24,50	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1043	86	1128	0,189	0,068	404	0,709
2	4357	327	4684	0,787	0,262	1637	0,751
3	6333	413	6745	1,138	0,330	2267	0,824
4	7266	413	7678	1,299	0,330	2485	0,904
5	5109	263	5372	0,911	0,210	1691	0,966
6	3089	150	3239	0,550	0,120	1004	1,004
7	10920	413	11333	1,621	0,330	2896	1,053
8	12040	413	12452	1,781	0,330	3088	1,123
9	13159	413	13571	1,941	0,330	3269	1,189
10	4607	113	4720	0,557	0,090	921	1,229
11	13442	315	13757	1,623	0,252	2646	1,260
12	19519	428	19946	2,352	0,342	3737	1,311
13	23797	428	24224	2,523	0,342	3891	1,365
14	19511	330	19841	2,064	0,264	3098	1,408
15	5955	98	6053	0,629	0,078	930	1,430
16	27136	428	27564	2,863	0,342	4146	1,455
17	28806	428	29233	3,032	0,342	4242	1,488
18	13524	173	13696	1,271	0,138	1733	1,507
19	20549	255	20804	1,929	0,204	2578	1,517
20	35943	428	36371	3,367	0,342	4351	1,527
21	37813	428	38240	3,533	0,342	4353	1,527
22	39683	428	40110	3,698	0,342	4306	1,511
23	41553	428	41980	3,859	0,342	4197	1,473
24	43423	428	43850	4,018	0,342	4000	1,404
25	45292	428	45720	4,169	0,342	3666	1,286
26	47162	428	47590	4,305	0,342	3081	1,081
27	49032	428	49460	4,469	0,342	3099	1,087
	580063	9300	589363	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	77717

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	2375	480	480	480	480
2	2 -- 3	2579	4452	4450	18488	5956
3	3 -- 4	2943				
4	4 -- 5	3350				
5	5 -- 6	3683				
6	6 -- 7	3887	35640	35620	60300	41654
7	7 -- 8	4945				
8	8 -- 9	5434				
9	9 -- 10	5922				
10	10 -- 11	7552	5309	5309	5309	5309
11	11 -- 12	7861	36172	36152	60832	42186
12	12 -- 13	8398				
13	13 -- 14	10200				
14	14 -- 15	10823				
15	15 -- 16	11174	36703	36685	61365	42719
16	16 -- 17	11606				
17	17 -- 18	12309				
18	18 -- 19	14292				
19	19 -- 20	14685	9234	9230	37352	12244
20	20 -- 21	15314				
21	21 -- 22	16101	25196	25196	25196	25196
22	22 -- 23	16889				
23	23 -- 24	17676				
24	24 -- 25	18463				
25	25 -- 26	19251				
26	26 -- 27	20038				
27	27 -- 28	20825				
28			48108	48108	48108	48108

KEMA rapport - bijlage N - windhoek 90 graden

eg flenzen + ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : rond 3180 / 1900 , t = 100 mm ; G = 4009 kg
Flenzen op 19,95m : 2 * rond 1903 / 1385 , t = 100 mm ; G = 2100 kg
Flenzen op 42,75m : 2 * rond 1142 / 840 , t = 60 mm ; G = 442 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg
Bevestigingsringen op 52m : 2 * rond 1103 / 833 , t = 20 mm ; G = 129 kg
Bevestigingsringen op 42m : 2 * rond 1437 / 1167 , t = 20 mm ; G = 173 kg
Bevestigingsringen op 27m : 2 * rond 1770 / 1500 , t = 20 mm ; G = 218 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

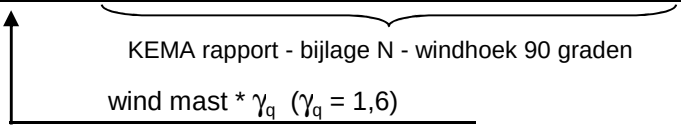
knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	709				
2	2 -- 3	751	30124	17972	49018	19140
3	3 -- 4	824				
4	4 -- 5	904				
5	5 -- 6	966				
6	6 -- 7	1004	188346	134720	193882	131344
7	7 -- 8	1053				
8	8 -- 9	1123				
9	9 -- 10	1189				
10	10 -- 11	1229				
11	11 -- 12	1260	180120	133816	190890	130514
12	12 -- 13	1311				
13	13 -- 14	1365				
14	14 -- 15	1408				
15	15 -- 16	1430	169778	132702	187214	129488
16	16 -- 17	1455				
17	17 -- 18	1488				
18	18 -- 19	1507				
19	19 -- 20	1517	48330	35300	91506	37994
20	20 -- 21	1527				
21	21 -- 22	1527				
22	22 -- 23	1511				
23	23 -- 24	1473				
24	24 -- 25	1404				
25	25 -- 26	1286				
26	26 -- 27	1081				
27	27 -- 28	1087				
28						

KEMA rapport - bijlage N2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1134				
2	2 -- 3	1201	40858	21496	64900	23680
3	3 -- 4	1319				
4	4 -- 5	1446				
5	5 -- 6	1546				
6	6 -- 7	1606	249960	158060	246154	158668
7	7 -- 8	1685				
8	8 -- 9	1796				
9	9 -- 10	1902				
10	10 -- 11	1966				
11	11 -- 12	2016	237744	156606	241614	157360
12	12 -- 13	2098				
13	13 -- 14	2184				
14	14 -- 15	2253				
15	15 -- 16	2288	222234	154820	236024	155744
16	16 -- 17	2328				
17	17 -- 18	2382				
18	18 -- 19	2411				
19	19 -- 20	2427	63902	41552	120024	46474
20	20 -- 21	2443				
21	21 -- 22	2444				
22	22 -- 23	2418				
23	23 -- 24	2356				
24	24 -- 25	2246				
25	25 -- 26	2058				
26	26 -- 27	1729				
27	27 -- 28	1740				
28						



4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	404		0	0,00E+00	3,69E-03	123
2	2 -- 3	1637		404	1,26E+05	3,69E-03	120
3	3 -- 4	2267		2041	2,87E+06	3,68E-03	112
4	4 -- 5	2485		4308	1,18E+07	3,61E-03	102
5	5 -- 6	1691		6793	2,73E+07	3,50E-03	93
6	6 -- 7	1004		8484	4,10E+07	3,40E-03	87
7	7 -- 8	2896		9488	5,02E+07	3,34E-03	83
8	8 -- 9	3088		12384	8,09E+07	3,17E-03	74
9	9 -- 10	3269		15472	1,20E+08	2,98E-03	66
10	10 -- 11	921		18741	1,68E+08	2,77E-03	58
11	11 -- 12	2646		19662	1,82E+08	2,72E-03	56
12	12 -- 13	3737		22308	2,27E+08	2,58E-03	50
13	13 -- 14	3891		26045	2,97E+08	2,37E-03	43
14	14 -- 15	3098		29936	3,79E+08	2,19E-03	37
15	15 -- 16	930		33034	4,49E+08	2,04E-03	32
16	16 -- 17	4146		33964	4,71E+08	1,99E-03	31
17	17 -- 18	4242		38110	5,75E+08	1,80E-03	25
18	18 -- 19	1733		42352	6,91E+08	1,60E-03	20
19	19 -- 20	2578		44085	7,42E+08	1,53E-03	19
20	20 -- 21	4351		46663	8,20E+08	1,42E-03	16
21	21 -- 22	4353		51014	9,60E+08	1,24E-03	12
22	22 -- 23	4306		55367	1,11E+09	1,06E-03	9
23	23 -- 24	4197		59673	1,28E+09	8,80E-04	6
24	24 -- 25	4000		63871	1,46E+09	7,01E-04	4
25	25 -- 26	3666		67871	1,64E+09	5,24E-04	2
26	26 -- 27	3081		71537	1,84E+09	3,47E-04	1
27	27 -- 28	3099		74618	2,05E+09	1,72E-04	0
28				77717	2,27E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	5,03E-02	1662
2	2 -- 3		30124	30124	1,48E+05	5,03E-02	1634
3	3 -- 4			30124	6,69E+07	4,99E-02	1524
4	4 -- 5			30124	1,52E+08	4,89E-02	1388
5	5 -- 6			30124	2,38E+08	4,78E-02	1255
6	6 -- 7		188346	218470	2,96E+08	4,70E-02	1172
7	7 -- 8			218470	5,17E+08	4,64E-02	1125
8	8 -- 9			218470	1,13E+09	4,43E-02	1000
9	9 -- 10			218470	1,74E+09	4,16E-02	882
10	10 -- 11			218470	2,35E+09	3,86E-02	771
11	11 -- 12		180120	398590	2,52E+09	3,79E-02	743
12	12 -- 13			398590	3,37E+09	3,58E-02	665
13	13 -- 14			398590	4,52E+09	3,27E-02	567
14	14 -- 15			398590	5,67E+09	2,99E-02	478
15	15 -- 16		169778	568368	6,56E+09	2,77E-02	414
16	16 -- 17			568368	6,94E+09	2,71E-02	397
17	17 -- 18			568368	8,58E+09	2,42E-02	323
18	18 -- 19			568368	1,02E+10	2,12E-02	259
19	19 -- 20		48330	616698	1,09E+10	2,01E-02	235
20	20 -- 21			616698	1,19E+10	1,86E-02	202
21	21 -- 22			616698	1,37E+10	1,60E-02	153
22	22 -- 23			616698	1,55E+10	1,34E-02	111
23	23 -- 24			616698	1,73E+10	1,10E-02	76
24	24 -- 25			616698	1,90E+10	8,60E-03	48
25	25 -- 26			616698	2,08E+10	6,31E-03	27
26	26 -- 27			616698	2,26E+10	4,12E-03	12
27	27 -- 28			616698	2,43E+10	2,01E-03	3
28	28 -- 29			616698	2,61E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,53E-02	1188
2	2 -- 3		17972	17972	1,04E+05	3,53E-02	1168
3	3 -- 4			17972	4,00E+07	3,51E-02	1091
4	4 -- 5			17972	9,10E+07	3,45E-02	995
5	5 -- 6			17972	1,43E+08	3,37E-02	901
6	6 -- 7		134720	152692	1,78E+08	3,33E-02	843
7	7 -- 8			152692	3,32E+08	3,29E-02	809
8	8 -- 9			152692	7,59E+08	3,15E-02	721
9	9 -- 10			152692	1,19E+09	2,97E-02	636
10	10 -- 11			152692	1,61E+09	2,76E-02	557
11	11 -- 12		133816	286508	1,73E+09	2,71E-02	537
12	12 -- 13			286508	2,34E+09	2,57E-02	481
13	13 -- 14			286508	3,17E+09	2,36E-02	411
14	14 -- 15			286508	4,00E+09	2,16E-02	347
15	15 -- 16		132702	419210	4,64E+09	2,00E-02	301
16	16 -- 17			419210	4,92E+09	1,96E-02	288
17	17 -- 18			419210	6,13E+09	1,75E-02	235
18	18 -- 19			419210	7,33E+09	1,54E-02	188
19	19 -- 20		35300	454510	7,82E+09	1,46E-02	171
20	20 -- 21			454510	8,60E+09	1,35E-02	147
21	21 -- 22			454510	9,91E+09	1,16E-02	111
22	22 -- 23			454510	1,12E+10	9,78E-03	81
23	23 -- 24			454510	1,25E+10	7,99E-03	55
24	24 -- 25			454510	1,38E+10	6,26E-03	35
25	25 -- 26			454510	1,51E+10	4,60E-03	19
26	26 -- 27			454510	1,64E+10	3,00E-03	9
27	27 -- 28			454510	1,77E+10	1,47E-03	2
28				454510	1,90E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	5,93E-02	1896
2	2 -- 3		49018	49018	1,75E+05	5,93E-02	1862
3	3 -- 4			49018	1,08E+08	5,87E-02	1733
4	4 -- 5			49018	2,46E+08	5,71E-02	1574
5	5 -- 6			49018	3,84E+08	5,52E-02	1419
6	6 -- 7		193882	242900	4,76E+08	5,40E-02	1324
7	7 -- 8			242900	7,22E+08	5,31E-02	1270
8	8 -- 9			242900	1,40E+09	5,04E-02	1127
9	9 -- 10			242900	2,08E+09	4,70E-02	993
10	10 -- 11			242900	2,76E+09	4,35E-02	868
11	11 -- 12		190890	433790	2,95E+09	4,27E-02	836
12	12 -- 13			433790	3,87E+09	4,03E-02	749
13	13 -- 14			433790	5,13E+09	3,68E-02	639
14	14 -- 15			433790	6,38E+09	3,36E-02	538
15	15 -- 16		187214	621004	7,35E+09	3,11E-02	467
16	16 -- 17			621004	7,76E+09	3,04E-02	447
17	17 -- 18			621004	9,56E+09	2,71E-02	365
18	18 -- 19			621004	1,13E+10	2,39E-02	292
19	19 -- 20		91506	712510	1,21E+10	2,27E-02	266
20	20 -- 21			712510	1,33E+10	2,09E-02	228
21	21 -- 22			712510	1,53E+10	1,80E-02	173
22	22 -- 23			712510	1,74E+10	1,52E-02	125
23	23 -- 24			712510	1,94E+10	1,24E-02	86
24	24 -- 25			712510	2,15E+10	9,74E-03	54
25	25 -- 26			712510	2,35E+10	7,16E-03	30
26	26 -- 27			712510	2,56E+10	4,67E-03	13
27	27 -- 28			712510	2,76E+10	2,28E-03	3
28				712510	2,97E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,50E-02	1172
2	2 -- 3		19140	19140	1,03E+05	3,50E-02	1152
3	3 -- 4			19140	4,26E+07	3,48E-02	1076
4	4 -- 5			19140	9,68E+07	3,41E-02	981
5	5 -- 6			19140	1,52E+08	3,34E-02	888
6	6 -- 7		131344	150484	1,89E+08	3,29E-02	830
7	7 -- 8			150484	3,41E+08	3,25E-02	798
8	8 -- 9			150484	7,61E+08	3,11E-02	710
9	9 -- 10			150484	1,18E+09	2,93E-02	627
10	10 -- 11			150484	1,60E+09	2,72E-02	549
11	11 -- 12		130514	280998	1,72E+09	2,67E-02	529
12	12 -- 13			280998	2,32E+09	2,53E-02	474
13	13 -- 14			280998	3,13E+09	2,32E-02	405
14	14 -- 15			280998	3,94E+09	2,12E-02	341
15	15 -- 16		129488	410486	4,57E+09	1,97E-02	296
16	16 -- 17			410486	4,84E+09	1,92E-02	283
17	17 -- 18			410486	6,03E+09	1,72E-02	231
18	18 -- 19			410486	7,21E+09	1,51E-02	185
19	19 -- 20		37994	448480	7,69E+09	1,44E-02	168
20	20 -- 21			448480	8,46E+09	1,33E-02	145
21	21 -- 22			448480	9,75E+09	1,14E-02	109
22	22 -- 23			448480	1,10E+10	9,63E-03	79
23	23 -- 24			448480	1,23E+10	7,87E-03	54
24	24 -- 25			448480	1,36E+10	6,17E-03	34
25	25 -- 26			448480	1,49E+10	4,53E-03	19
26	26 -- 27			448480	1,62E+10	2,95E-03	8
27	27 -- 28			448480	1,75E+10	1,45E-03	2
28				448480	1,88E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	1,36E-04	2
2	2 -- 3				2,82E+06	1,36E-04	2
3	3 -- 4				2,82E+06	1,04E-04	2
4	4 -- 5				2,82E+06	7,83E-05	1
5	5 -- 6				2,82E+06	6,12E-05	1
6	6 -- 7				2,82E+06	5,30E-05	1
7	7 -- 8				2,82E+06	4,91E-05	1
8	8 -- 9				2,82E+06	4,18E-05	1
9	9 -- 10				2,82E+06	3,64E-05	1
10	10 -- 11				2,82E+06	3,22E-05	1
11	11 -- 12				2,82E+06	3,14E-05	1
12	12 -- 13				2,82E+06	2,95E-05	1
13	13 -- 14				2,82E+06	2,73E-05	1
14	14 -- 15				2,82E+06	2,57E-05	0
15	15 -- 16				2,82E+06	2,47E-05	0
16	16 -- 17				2,82E+06	2,44E-05	0
17	17 -- 18				2,82E+06	2,33E-05	0
18	18 -- 19				2,82E+06	2,25E-05	0
19	19 -- 20				1,88E+07	2,22E-05	0
20	20 -- 21				1,88E+07	1,96E-05	0
21	21 -- 22				1,88E+07	1,58E-05	0
22	22 -- 23				1,88E+07	1,25E-05	0
23	23 -- 24				1,88E+07	9,71E-06	0
24	24 -- 25				1,88E+07	7,24E-06	0
25	25 -- 26				1,88E+07	5,08E-06	0
26	26 -- 27				1,88E+07	3,18E-06	0
27	27 -- 28				1,88E+07	1,50E-06	0
28					1,88E+07	0,00E+00	0

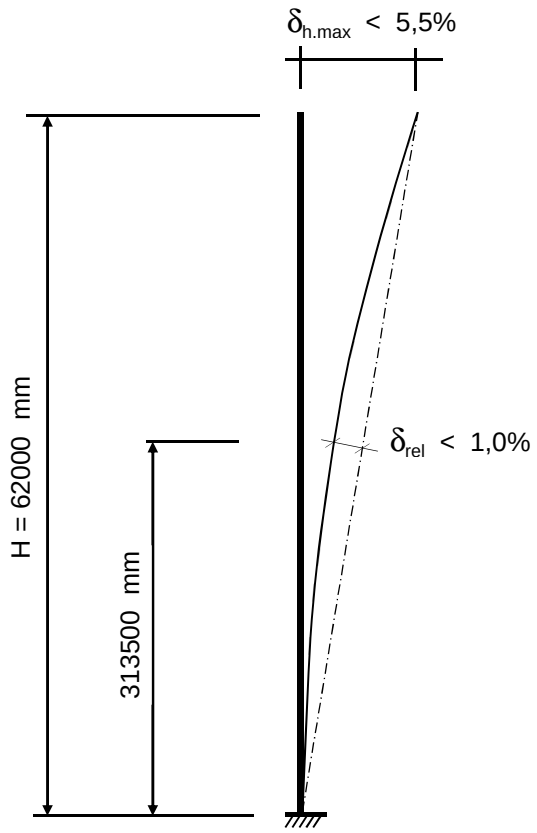
4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:

Eigengewicht conductors, insulators	Q_k =	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	0,30
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	1,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	6,1E-02	1935
2	2 -- 3	6,1E-02	1900
3	3 -- 4	6,0E-02	1768
4	4 -- 5	5,8E-02	1606
5	5 -- 6	5,6E-02	1448
6	6 -- 7	5,5E-02	1351
7	7 -- 8	5,4E-02	1296
8	8 -- 9	5,1E-02	1150
9	9 -- 10	4,8E-02	1013
10	10 -- 11	4,4E-02	886
11	11 -- 12	4,4E-02	853
12	12 -- 13	4,1E-02	764
13	13 -- 14	3,7E-02	652
14	14 -- 15	3,4E-02	550
15	15 -- 16	3,2E-02	477
16	16 -- 17	3,1E-02	457
17	17 -- 18	2,8E-02	373
18	18 -- 19	2,4E-02	299
19	19 -- 20	2,3E-02	271
20	20 -- 21	2,1E-02	233
21	21 -- 22	1,8E-02	177
22	22 -- 23	1,6E-02	128
23	23 -- 24	1,3E-02	88
24	24 -- 25	1,0E-02	56
25	25 -- 26	7,3E-03	31
26	26 -- 27	4,8E-03	14
27	27 -- 28	2,3E-03	3
28	28 -- 29	0,0E+00	0

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h = 1935 mm ----> δ_h *100 / 62000

Percentage uitbuig. = 3,12 % voldoet , max verpl. < 5,5 %

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop 16 ; Hoogte = 31350 mm
$\delta_{knoop\ x}$ = 457 mm
α = 1,79 graden

δ_{rel} = 521 mm ----> δ_h *100 / 62000

Percentage uitbuig. = 0,84 % voldoet , max verpl. < 1 %

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	606	480	0	0,00E+00	5,82E-03	193
2	2 -- 3	2455	6286	647	1,84E+05	5,82E-03	190
3	3 -- 4	3401	11907	3266	4,45E+06	5,80E-03	177
4	4 -- 5	3728	20002	6893	1,84E+07	5,70E-03	162
5	5 -- 6	2537	29215	10869	4,28E+07	5,52E-03	146
6	6 -- 7	1505	71301	13575	6,42E+07	5,36E-03	137
7	7 -- 8	4344	75188	15181	7,86E+07	5,27E-03	131
8	8 -- 9	4632	88787	19814	1,27E+08	5,00E-03	117
9	9 -- 10	4904	103729	24755	1,88E+08	4,70E-03	104
10	10 -- 11	1382	125324	29985	2,63E+08	4,37E-03	91
11	11 -- 12	3969	167161	31460	2,86E+08	4,29E-03	88
12	12 -- 13	5605	183669	35693	3,57E+08	4,06E-03	79
13	13 -- 14	5837	207604	41672	4,67E+08	3,74E-03	68
14	14 -- 15	4647	236674	47897	5,95E+08	3,45E-03	58
15	15 -- 16	1394	297186	52854	7,06E+08	3,22E-03	51
16	16 -- 17	6219	304450	54342	7,40E+08	3,15E-03	48
17	17 -- 18	6363	337526	60976	9,05E+08	2,84E-03	40
18	18 -- 19	2599	372606	67763	1,09E+09	2,53E-03	32
19	19 -- 20	3868	398275	70535	1,17E+09	2,41E-03	29
20	20 -- 21	6527	423240	74661	1,29E+09	2,24E-03	25
21	21 -- 22	6529	492081	81623	1,51E+09	1,96E-03	19
22	22 -- 23	6460	537969	88587	1,76E+09	1,68E-03	14
23	23 -- 24	6296	586102	95477	2,02E+09	1,39E-03	10
24	24 -- 25	6000	636478	102193	2,30E+09	1,11E-03	6
25	25 -- 26	5499	689098	108594	2,60E+09	8,29E-04	4
26	26 -- 27	4621	743962	114460	2,92E+09	5,50E-04	2
27	27 -- 28	4649	801070	119389	3,25E+09	2,73E-04	0
28			908529	124347	3,60E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	6,60E-02	2175
2	2 -- 3		40858	40858	0,00E+00	6,60E-02	2138
3	3 -- 4			40858	8,91E+07	6,55E-02	1994
4	4 -- 5			40858	2,01E+08	6,41E-02	1816
5	5 -- 6			40858	3,14E+08	6,25E-02	1642
6	6 -- 7		249960	290818	3,85E+08	6,15E-02	1533
7	7 -- 8			290818	6,76E+08	6,08E-02	1472
8	8 -- 9			290818	1,48E+09	5,80E-02	1308
9	9 -- 10			290818	2,28E+09	5,44E-02	1153
10	10 -- 11			290818	3,08E+09	5,04E-02	1009
11	11 -- 12		237744	528562	3,29E+09	4,95E-02	971
12	12 -- 13			528562	4,40E+09	4,68E-02	870
13	13 -- 14			528562	5,91E+09	4,28E-02	742
14	14 -- 15			528562	7,42E+09	3,91E-02	625
15	15 -- 16		222234	750796	8,58E+09	3,62E-02	542
16	16 -- 17			750796	9,07E+09	3,54E-02	519
17	17 -- 18			750796	1,12E+10	3,16E-02	423
18	18 -- 19			750796	1,33E+10	2,77E-02	338
19	19 -- 20		63902	814698	1,42E+10	2,63E-02	307
20	20 -- 21			814698	1,56E+10	2,43E-02	264
21	21 -- 22			814698	1,79E+10	2,09E-02	200
22	22 -- 23			814698	2,02E+10	1,76E-02	145
23	23 -- 24			814698	2,26E+10	1,44E-02	99
24	24 -- 25			814698	2,49E+10	1,12E-02	63
25	25 -- 26			814698	2,72E+10	8,26E-03	35
26	26 -- 27			814698	2,95E+10	5,39E-03	15
27	27 -- 28			814698	3,18E+10	2,63E-03	4
28				814698	3,42E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,09E-02	1375
2	2 -- 3		21496	21496	0,00E+00	4,09E-02	1352
3	3 -- 4			21496	4,69E+07	4,06E-02	1263
4	4 -- 5			21496	1,06E+08	3,99E-02	1152
5	5 -- 6			21496	1,65E+08	3,91E-02	1044
6	6 -- 7		158060	179556	2,03E+08	3,85E-02	976
7	7 -- 8			179556	3,82E+08	3,81E-02	937
8	8 -- 9			179556	8,76E+08	3,65E-02	834
9	9 -- 10			179556	1,37E+09	3,43E-02	737
10	10 -- 11			179556	1,86E+09	3,20E-02	645
11	11 -- 12		156606	336162	2,00E+09	3,14E-02	622
12	12 -- 13			336162	2,70E+09	2,97E-02	557
13	13 -- 14			336162	3,66E+09	2,73E-02	476
14	14 -- 15			336162	4,62E+09	2,50E-02	401
15	15 -- 16		154820	490982	5,36E+09	2,32E-02	348
16	16 -- 17			490982	5,68E+09	2,26E-02	334
17	17 -- 18			490982	7,08E+09	2,02E-02	272
18	18 -- 19			490982	8,48E+09	1,78E-02	218
19	19 -- 20		41552	532534	9,04E+09	1,69E-02	198
20	20 -- 21			532534	9,95E+09	1,56E-02	170
21	21 -- 22			532534	1,15E+10	1,35E-02	129
22	22 -- 23			532534	1,30E+10	1,13E-02	93
23	23 -- 24			532534	1,45E+10	9,26E-03	64
24	24 -- 25			532534	1,60E+10	7,26E-03	40
25	25 -- 26			532534	1,75E+10	5,33E-03	22
26	26 -- 27			532534	1,91E+10	3,48E-03	10
27	27 -- 28			532534	2,06E+10	1,70E-03	2
28				532534	2,21E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	7,51E-02	2392
2	2 -- 3		64900	64900	0,00E+00	7,51E-02	2349
3	3 -- 4			64900	1,41E+08	7,43E-02	2186
4	4 -- 5			64900	3,20E+08	7,22E-02	1984
5	5 -- 6			64900	4,98E+08	6,97E-02	1789
6	6 -- 7		246154	311054	6,12E+08	6,81E-02	1668
7	7 -- 8			311054	9,23E+08	6,71E-02	1600
8	8 -- 9			311054	1,78E+09	6,36E-02	1420
9	9 -- 10			311054	2,63E+09	5,93E-02	1251
10	10 -- 11			311054	3,49E+09	5,48E-02	1094
11	11 -- 12		241614	552668	3,72E+09	5,38E-02	1053
12	12 -- 13			552668	4,88E+09	5,07E-02	943
13	13 -- 14			552668	6,46E+09	4,63E-02	805
14	14 -- 15			552668	8,03E+09	4,23E-02	678
15	15 -- 16		236024	788692	9,25E+09	3,92E-02	589
16	16 -- 17			788692	9,76E+09	3,83E-02	564
17	17 -- 18			788692	1,20E+10	3,42E-02	460
18	18 -- 19			788692	1,43E+10	3,01E-02	368
19	19 -- 20		120024	908716	1,52E+10	2,86E-02	335
20	20 -- 21			908716	1,67E+10	2,64E-02	288
21	21 -- 22			908716	1,93E+10	2,27E-02	218
22	22 -- 23			908716	2,19E+10	1,92E-02	158
23	23 -- 24			908716	2,45E+10	1,57E-02	108
24	24 -- 25			908716	2,71E+10	1,23E-02	68
25	25 -- 26			908716	2,97E+10	9,02E-03	38
26	26 -- 27			908716	3,22E+10	5,89E-03	17
27	27 -- 28			908716	3,48E+10	2,88E-03	4
28				908716	3,74E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,18E-02	1399
2	2 -- 3		23680	23680	0,00E+00	4,18E-02	1376
3	3 -- 4			23680	5,16E+07	4,16E-02	1285
4	4 -- 5			23680	1,17E+08	4,08E-02	1171
5	5 -- 6			23680	1,82E+08	3,99E-02	1060
6	6 -- 7		158668	182348	2,23E+08	3,93E-02	991
7	7 -- 8			182348	4,06E+08	3,88E-02	952
8	8 -- 9			182348	9,07E+08	3,71E-02	847
9	9 -- 10			182348	1,41E+09	3,49E-02	748
10	10 -- 11			182348	1,91E+09	3,25E-02	655
11	11 -- 12		157360	339708	2,05E+09	3,19E-02	631
12	12 -- 13			339708	2,76E+09	3,02E-02	566
13	13 -- 14			339708	3,73E+09	2,77E-02	483
14	14 -- 15			339708	4,70E+09	2,53E-02	407
15	15 -- 16		155744	495452	5,44E+09	2,35E-02	354
16	16 -- 17			495452	5,77E+09	2,30E-02	338
17	17 -- 18			495452	7,18E+09	2,05E-02	276
18	18 -- 19			495452	8,59E+09	1,81E-02	221
19	19 -- 20		46474	541926	9,16E+09	1,72E-02	201
20	20 -- 21			541926	1,01E+10	1,59E-02	173
21	21 -- 22			541926	1,16E+10	1,37E-02	131
22	22 -- 23			541926	1,32E+10	1,15E-02	95
23	23 -- 24			541926	1,47E+10	9,40E-03	65
24	24 -- 25			541926	1,63E+10	7,37E-03	41
25	25 -- 26			541926	1,78E+10	5,41E-03	23
26	26 -- 27			541926	1,93E+10	3,53E-03	10
27	27 -- 28			541926	2,09E+10	1,73E-03	2
28				541926	2,24E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	1,63E-04	2
2	2 -- 3				3,38E+06	1,63E-04	2
3	3 -- 4				3,38E+06	1,25E-04	2
4	4 -- 5				3,38E+06	9,40E-05	2
5	5 -- 6				3,38E+06	7,34E-05	1
6	6 -- 7				3,38E+06	6,37E-05	1
7	7 -- 8				3,38E+06	5,90E-05	1
8	8 -- 9				3,38E+06	5,02E-05	1
9	9 -- 10				3,38E+06	4,37E-05	1
10	10 -- 11				3,38E+06	3,87E-05	1
11	11 -- 12				3,38E+06	3,77E-05	1
12	12 -- 13				3,38E+06	3,53E-05	1
13	13 -- 14				3,38E+06	3,27E-05	1
14	14 -- 15				3,38E+06	3,08E-05	1
15	15 -- 16				3,38E+06	2,96E-05	0
16	16 -- 17				3,38E+06	2,93E-05	0
17	17 -- 18				3,38E+06	2,80E-05	0
18	18 -- 19				3,38E+06	2,70E-05	0
19	19 -- 20				2,25E+07	2,66E-05	0
20	20 -- 21				2,25E+07	2,35E-05	0
21	21 -- 22				2,25E+07	1,90E-05	0
22	22 -- 23				2,25E+07	1,50E-05	0
23	23 -- 24				2,25E+07	1,16E-05	0
24	24 -- 25				2,25E+07	8,69E-06	0
25	25 -- 26				2,25E+07	6,10E-06	0
26	26 -- 27				2,25E+07	3,82E-06	0
27	27 -- 28				2,25E+07	1,80E-06	0
28					2,25E+07	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

			)**
Eigengewicht conductors, insulators	Q_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	Q_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	20,32	65,08	14,09
3	3 -- 4	25,94	65,82	156,77
4	4 -- 5	34,04	66,84	339,18
5	5 -- 6	43,25	67,96	524,52
6	6 -- 7	110,00	314,87	644,11
7	7 -- 8	113,88	315,32	959,21
8	8 -- 9	127,48	316,63	1828,14
9	9 -- 10	142,43	318,02	2700,78
10	10 -- 11	164,02	320,80	3577,34
11	11 -- 12	230,52	561,52	3817,11
12	12 -- 13	247,02	564,25	4997,55
13	13 -- 14	270,96	570,23	6603,66
14	14 -- 15	300,03	576,46	8214,66
15	15 -- 16	385,20	803,65	9461,70
16	16 -- 17	392,47	805,14	9984,15
17	17 -- 18	425,54	811,77	12278,14
18	18 -- 19	460,62	818,56	14577,51
19	19 -- 20	514,41	928,55	15584,38
20	20 -- 21	539,38	929,71	17163,90
21	21 -- 22	608,22	931,67	19816,38
22	22 -- 23	654,11	933,63	22474,44
23	23 -- 24	702,24	935,57	25138,05
24	24 -- 25	752,61	937,46	27807,11
25	25 -- 26	805,23	939,26	30481,43
26	26 -- 27	860,10	940,91	33160,67
27	27 -- 28	917,21	942,29	35844,23
28		1024,67	943,69	38531,76

)** - Maatgevende belastingcombinatie voor alle staven

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel $D_{voet} - D_{top}$ mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 867	14,09	20,32	35	14,8	1032,6	0,02
2	500 / 867	156,77	25,94	132	160,9	1356,5	0,12
3	500 / 867	339,18	34,04	163	348,8	1828,2	0,19
4	500 / 867	524,52	43,25	158	541,0	2370,1	0,23
5	500 / 867	644,11	110,00	97	671,3	2751,6	0,25
6	500 / 867	959,21	113,88	55	992,6	2982,4	0,34
7	867 / 1142	1828,14	127,48	146	1880,1	4356,6	0,44
8	867 / 1142	2700,78	142,43	137	2772,2	5255,9	0,53
9	867 / 1142	3577,34	164,02	127	3669,7	6239,6	0,60
10	1142 / 1332	3817,11	230,52	33	3917,0	7889,9	0,50
11	1142 / 1332	4997,55	247,02	89	5119,4	8893,8	0,58
12	1142 / 1332	6603,66	270,96	112	6755,9	10352,4	0,66
13	1332/ 1712	8214,66	300,03	102	8397,7	13461,7	0,63
14	1332/ 1712	9461,70	385,20	73	9672,7	14919,8	0,66
15	1332/ 1712	9984,15	392,47	20	10203,1	15365,0	0,67
16	1332/ 1712	12278,14	425,54	84	12532,8	17394,0	0,73
17	1332/ 1712	14577,51	460,62	74	14866,4	19549,0	0,77
18	1750/ 2567	15584,38	514,41	27	15887,3	22790,6	0,71
19	1750/ 2567	17163,90	539,38	38	17487,3	24327,3	0,73
20	1750/ 2567	19816,38	608,22	57	20174,3	27016,0	0,76
21	1750/ 2567	22474,44	654,11	48	22864,1	29845,7	0,78
22	1750/ 2567	25138,05	702,24	40	25556,0	32816,4	0,79
23	1750/ 2567	27807,11	752,61	32	28249,4	35928,0	0,80
24	1750/ 2567	30481,43	805,23	25	30943,6	39180,6	0,80
25	1750/ 2567	33160,67	860,10	17	33637,7	42574,2	0,80
26	1750/ 2567	35844,23	917,21	10	36330,6	46108,7	0,80
27	1750/ 2567	38531,76	1024,67	3	39021,6	49784,2	0,80

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235$ N/mm^2

Indien $90 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a_y^2 < d / t < 315\ a_y^2$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
519	15,0	34,60	0,81	355	355
592	15,0	39,45	0,81	355	355
683	15,0	45,56	0,81	355	355
775	15,0	51,67	0,81	355	355
833	15,0	55,56	0,81	355	355
867	15,0	57,78	0,81	355	355
958	18,0	53,24	0,81	355	355
1050	18,0	58,34	0,81	355	355
1142	18,0	63,43	0,81	340	355
1167	22,0	53,04	0,81	355	355
1237	22,0	56,22	0,81	355	355
1332	22,0	60,54	0,81	351	355
1427	25,0	57,07	0,81	355	355
1500	25,0	60,01	0,81	353	355
1522	25,0	60,87	0,81	350	355
1617	25,0	64,67	0,81	335	355
1712	25,0	68,47	0,81	323	355
1750	28,0	62,51	0,81	343	355
1807	28,0	64,53	0,81	336	355
1902	28,0	67,92	0,81	324	355
1997	28,0	71,32	0,81	314	355
2092	28,0	74,71	0,81	305	355
2187	28,0	78,10	0,81	296	355
2282	28,0	81,50	0,81	288	355
2377	28,0	84,89	0,81	281	355
2472	28,0	88,29	0,81	274	355
2567	28,0	91,68	0,81	268	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 867	5,29	0,87	355	355	0,02
2	500 / 867	48,04	1,02	355	355	0,14
3	500 / 867	78,20	1,16	355	355	0,22
4	500 / 867	91,88	1,29	355	355	0,26
5	500 / 867	93,19	2,96	355	355	0,27
6	500 / 867	122,96	2,89	355	355	0,35
7	867 / 1142	169,46	2,52	355	355	0,48
8	867 / 1142	205,21	2,55	355	355	0,59
9	867 / 1142	227,07	2,69	355	340	0,65
10	1142 / 1332	180,19	2,95	355	355	0,52
11	1142 / 1332	216,76	3,03	355	355	0,62
12	1142 / 1332	249,59	3,11	355	351	0,71
13	1332/ 1712	237,40	2,82	355	355	0,68
14	1332/ 1712	242,13	3,41	355	353	0,69
15	1332/ 1712	239,22	3,36	355	350	0,68
16	1332/ 1712	271,89	3,51	355	335	0,78
17	1332/ 1712	285,96	3,58	355	323	0,82
18	1750/ 2567	253,12	3,43	355	343	0,72
19	1750/ 2567	263,58	3,50	355	336	0,75
20	1750/ 2567	279,17	3,79	355	324	0,80
21	1750/ 2567	285,67	3,87	355	314	0,82
22	1750/ 2567	289,73	3,96	355	305	0,83
23	1750/ 2567	291,91	4,05	355	296	0,84
24	1750/ 2567	292,65	4,15	355	288	0,84
25	1750/ 2567	292,25	4,25	355	281	0,84
26	1750/ 2567	290,98	4,35	355	274	0,84
27	1750/ 2567	289,03	4,68	355	268	0,83

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a \ / \ I_p \ - \ N_{Ed} \ / \ n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

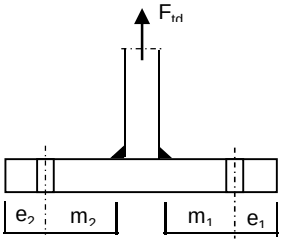
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc}./ 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1}./ 2)^2 + (d_{stc2}./ 2)^2]$

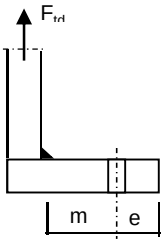
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld}./ 2)^2$$

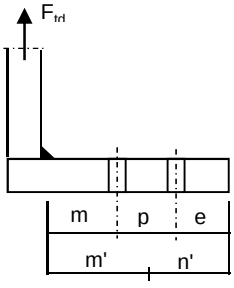
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat : $m = \max.(m_1;m_2)$
$e = \max.(e_1;e_2)$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :
m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :
$m' = m + p / 2$
$n' = n + p / 3$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1{,}25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		2927,00					
st.c binnenkant		2151,00					
2539	96	621,66	9,83	28	M 48 - 8,8	848,4	0,73
flenzen op 19,95 m hoogte.							
st.c buitenkant		1698,00					
st.c binnenkant		1500,00					
	80	647,90	11,65	22	M 48 - 10,9	1060,6	0,61
flenzen op 42,75 m hoogte.							
st.c buitenkant		955,00					
955,00	24	617,48	13,37	10	M 48 - 10,9	1060,6	0,58

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN - EN 1993-1-8,

Stc1	Stc2	m	e	n	m'	n'	l_{ef}
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
voetplaat							
2927,00	2151,00	173,2	125,0	125,0			140,8
2927,00	2151,00	173,2	126,5	126,5			191,6
flenzen op 19,95 m hoogte.							
1698,00	1500,0	67,2	57,5	57,5	116,7	107	117,8
1698,00	1500,0	67,2	57,5	57,5	116,7	107	117,8
flenzen op 42,75 m hoogte.							
955,00	955,0	64,6	57,5	57,5			125,0
955,00	955,0	68,6	57,5	57,5			125,0

flens dikte	$M_{pl;d}$	bezwijk-	bezwijk-	bezwijk-	maatgev.	$F_{t,Ed}$	toetsing-
mm	Nmm	vorm 1	vorm 2	vorm 3	$F_{t,Rd}$	kN	regel
voetplaat							
100	1,18E+08	2722,80	1502,03	1696,90	1502,03	1243,32	0,83
100	1,60E+08	3705,09	1786,85	1696,90	1696,90	1243,32	0,73
flenzen op 19,95 m hoogte.							
100	9,87E+07	2419,63	1455,91	2121,12	1455,91	1295,80	0,89
100	9,87E+07	2419,63	1455,91	2121,12	1455,91	1295,80	0,89
flenzen op 42,75 m hoogte.							
60	3,77E+07	1166,94	808,15	1060,56	808,15	617,48	0,76
60	3,77E+07	1098,89	782,51	1060,56	782,51	617,48	0,79
	Krachten in kN						

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 2567	0,79	1,534	0,18	6,72

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht traverse kg	massa m kg/m
1	817	1,000		1,000			
2	804	0,984	1 -- 2	0,992	113	411	919,0
3	754	0,923	2 -- 3	0,954	468		214,9
4	692	0,847	3 -- 4	0,885	675		245,3
5	631	0,772	4 -- 5	0,810	768		279,2
6	593	0,726	5 -- 6	0,749	537	2969	2003,7
7	571	0,700	6 -- 7	0,713	324		323,9
8	514	0,629	7 -- 8	0,664	1133		412,1
9	459	0,562	8 -- 9	0,595	1245		452,8
10	407	0,498	9 -- 10	0,530	1357	442	654,4
11	393	0,481	10 -- 11	0,489	472	3014	4647,7
12	356	0,435	11 -- 12	0,458	1376		655,1
13	308	0,377	12 -- 13	0,406	1995		699,9
14	263	0,322	13 -- 14	0,350	2422		850,0
15	231	0,283	14 -- 15	0,303	1984	3058	2292,0
16	222	0,272	15 -- 16	0,277	605		931,2
17	184	0,225	16 -- 17	0,249	2756		967,1
18	150	0,183	17 -- 18	0,204	2923		1025,7
19	137	0,168	18 -- 19	0,175	1370	769	1860,0
20	119	0,146	19 -- 20	0,157	2080		1223,8
21	91	0,112	20 -- 21	0,129	3637	2100	2012,9
22	67	0,083	21 -- 22	0,097	3824		1341,8
23	47	0,058	22 -- 23	0,070	4011		1407,4
24	30	0,037	23 -- 24	0,047	4198		1473,0
25	17	0,021	24 -- 25	0,029	4385		1538,6
26	8	0,009	25 -- 26	0,015	4572		1604,2
27	2	0,002	26 -- 27	0,006	4759		1669,8
28	0	0,000	27 -- 28	0,001	4946	4009	3142,1

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	919	0,992	0,570	0,56	515,51	0,57
2 -- 3	215	0,954	2,180	1,98	426,04	2,08
3 -- 4	245	0,885	2,750	2,15	528,56	2,43
4 -- 5	279	0,810	2,750	1,80	503,48	2,23
5 -- 6	2004	0,749	1,750	0,98	1967,74	1,31
6 -- 7	324	0,713	1,000	0,51	164,52	0,71
7 -- 8	412	0,664	2,750	1,21	500,20	1,83
8 -- 9	453	0,595	2,750	0,97	441,45	1,64
9 -- 10	654	0,530	2,750	0,77	505,08	1,46
10 -- 11	4648	0,489	0,750	0,18	835,10	0,37
11 -- 12	655	0,458	2,100	0,44	288,92	0,96
12 -- 13	700	0,406	2,850	0,47	329,09	1,16
13 -- 14	850	0,350	2,850	0,35	296,15	1,00
14 -- 15	2292	0,303	2,200	0,20	461,94	0,67
15 -- 16	931	0,277	0,650	0,05	46,58	0,18
16 -- 17	967	0,249	2,850	0,18	170,35	0,71
17 -- 18	1026	0,204	2,850	0,12	122,07	0,58
18 -- 19	1860	0,175	1,150	0,04	65,84	0,20
19 -- 20	1224	0,157	1,700	0,04	51,00	0,27
20 -- 21	2013	0,129	2,850	0,05	95,09	0,37
21 -- 22	1342	0,097	2,850	0,03	36,16	0,28
22 -- 23	1407	0,070	2,850	0,01	19,68	0,20
23 -- 24	1473	0,047	2,850	0,01	9,37	0,13
24 -- 25	1539	0,029	2,850	0,00	3,66	0,08
25 -- 26	1604	0,015	2,850	0,00	1,04	0,04
26 -- 27	1670	0,006	2,850	0,00	0,16	0,02
27 -- 28	3142	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	62,00	13,11	8384,80	21,46

m_e = 8384,8 / 13,1 = 639,4 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 2567	639,4	0,030	1,25	1,534	13,1

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 13,1

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} \phi^2_i(s) \, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 21,46 / (4 * π * 13,11) = 0,130 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;
ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,534 * 6,72 / $15*10^{-6}$ = 6,9E+05

C_{lat} = 0,20

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)| \, ds}{\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)| \, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6
Lj = 9,20 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 8,02 / 21,46 = 0,37

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,077 * 0,130 * 0,37 * 0,2 = 0,023

$y_{F;max}$ = 1,534 * 0,023 = 0,035 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		134278	134278	0,00E+00	5,1E-02	1000
2	2 -- 3			134278	7,65E+07	5,1E-02	971
3	3 -- 4			134278	3,69E+08	4,8E-02	863
4	4 -- 5			134278	7,39E+08	4,3E-02	737
5	5 -- 6			134278	1,11E+09	3,7E-02	626
6	6 -- 7			134278	1,34E+09	3,4E-02	564
7	7 -- 8			134278	1,48E+09	3,2E-02	531
8	8 -- 9			134278	1,85E+09	2,8E-02	449
9	9 -- 10			134278	2,22E+09	2,4E-02	379
10	10 -- 11			134278	2,58E+09	2,0E-02	319
11	11 -- 12			134278	2,69E+09	1,9E-02	304
12	12 -- 13			134278	2,97E+09	1,7E-02	265
13	13 -- 14			134278	3,35E+09	1,5E-02	219
14	14 -- 15			134278	3,73E+09	1,3E-02	180
15	15 -- 16			134278	4,03E+09	1,1E-02	153
16	16 -- 17			134278	4,12E+09	1,1E-02	146
17	17 -- 18			134278	4,50E+09	9,5E-03	116
18	18 -- 19			134278	4,88E+09	8,0E-03	91
19	19 -- 20			134278	5,04E+09	7,5E-03	82
20	20 -- 21			134278	5,26E+09	6,8E-03	70
21	21 -- 22			134278	5,65E+09	5,7E-03	52
22	22 -- 23			134278	6,03E+09	4,7E-03	37
23	23 -- 24			134278	6,41E+09	3,8E-03	25
24	24 -- 25			134278	6,79E+09	2,9E-03	16
25	25 -- 26			134278	7,18E+09	2,1E-03	9
26	26 -- 27			134278	7,56E+09	1,3E-03	4
27	27 -- 28			134278	7,94E+09	6,5E-04	1
28	28 -- 29			134278	8,33E+09	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf nummer	profiel		$W_{y;el}$	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd})	$y_{F;max}$	$\Delta\sigma_{dyn}$
	D (mm)	t (mm)	mm^3	N/mm^2	m	MPa
1	519	15,0	2908675	26	0,0353	1,9
2	592	15,0	3821157	97	0,0353	6,8
3	683	15,0	5149742	143	0,0353	10,1
4	775	15,0	6676372	166	0,0353	11,7
5	833	15,0	7750979	173	0,0353	12,2
6	867	15,0	8401049	176	0,0353	12,4
7	958	18,0	12272111	150	0,0353	10,6
8	1050	18,0	14805380	150	0,0353	10,6
9	1142	18,0	17576306	147	0,0353	10,4
10	1167	22,0	22225196	121	0,0353	8,5
11	1237	22,0	25052979	118	0,0353	8,4
12	1332	22,0	29161614	115	0,0353	8,1
13	1427	25,0	37920420	98	0,0353	6,9
14	1500	25,0	42027656	96	0,0353	6,8
15	1522	25,0	43281586	95	0,0353	6,7
16	1617	25,0	48997274	92	0,0353	6,5
17	1712	25,0	55067484	89	0,0353	6,3
18	1750	28,0	64198753	78	0,0353	5,5
19	1807	28,0	68527498	77	0,0353	5,4
20	1902	28,0	76101468	74	0,0353	5,2
21	1997	28,0	84072503	72	0,0353	5,1
22	2092	28,0	92440605	69	0,0353	4,9
23	2187	28,0	101205773	67	0,0353	4,7
24	2282	28,0	110368007	65	0,0353	4,6
25	2377	28,0	119927309	63	0,0353	4,4
26	2472	28,0	129883677	61	0,0353	4,3
27	2567	28,0	140237112	59	0,0353	4,2

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y}$ = 0,79 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1}$ = 6,72 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvind

z_s = 57,3995 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0
Seizoensfactor C_{season} = 1,0
Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

z_0 = 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \le z \le z_{max}$
$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \le z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07}$ = 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\}$ = 1,18

$V_m(z)$ = 32,0 m/s

V_o = 32,0 * 20 / 100 = 6,40 m/s

$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 0,79 * [6,72 / 6,40]^2 * \exp[-(6,72 / 6,40)^2]$ = 2,77E+08

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

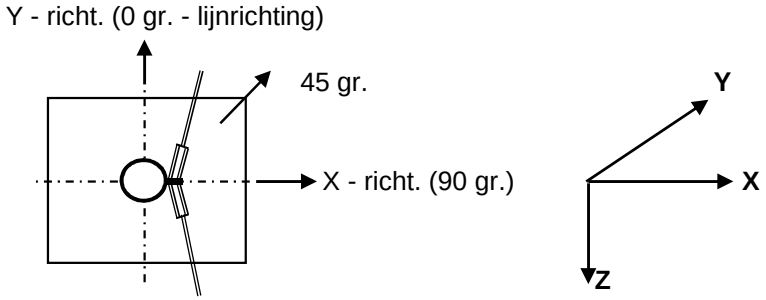
$\gamma * \Delta\sigma =$ 1,2 * $\Delta\sigma$

$\Delta\sigma k =$	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma k =$	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling		$\gamma * \Delta\sigma =$	$\Delta\sigma_k$	$0{,}55\,\Delta\sigma_k$	N - wissel.	N	D
		in	in	in	$\Delta\sigma_i$-N lijn	span.wissl.	beschadiging
Knoop		MPa	MPa	MPa			< 1
3	Lasnaad	8,18	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
4	Lasnaad	12,15	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
5	Lasnaad	14,05	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
7	Lasnaad	14,89	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
8	Lasnaad	12,74	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
9	Lasnaad	12,67	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
10	flenzen	12,46	35	19,25	1,000E+10	2,77E+08	0,03
12	Lasnaad	10,03	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
13	Lasnaad	9,73	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
14	Lasnaad	8,34	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
16	Lasnaad	8,05	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
17	Lasnaad	7,78	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
18	Lasnaad	7,51	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
20	Lasnaad	6,51	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
21	flenzen	6,28	35	19,25	1,000E+10	2,77E+08	0,03
22	Lasnaad	6,07	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
23	Lasnaad	5,87	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
24	Lasnaad	5,69	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
25	Lasnaad	5,51	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
26	Lasnaad	5,34	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
27	Lasnaad	5,18	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
28	voetplaat	5,03	35	19,25	1,000E+10	2,77E+08	0,03

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			793			
2 - Windbelasting mast	124				3599	
3 - Belasting geval 1a	815		116		34193	
4 - Belasting geval 1b	533		116		22112	
5 - Belasting geval 3	909		232		37520	
6 - Belasting geval 4	542		139		22467	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	939		909		37792	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	556		908		22787	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	944		**1025**		**38532**	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	565		931		23142	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	31611	kNm	38532	kNm	38532	kNm
Dwarskracht	790	kN	944	kN	944	kN
Verticale kracht	757	kN	1025	kN	681	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		2927,00					
st.c binnenkant		2151,00					
2539	96	621,66	9,83	28	M 48 - 8,8	848,45	0,73
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		2927,00					
st.c binnenkant		2151,00					
2539	96	510,88	8,23	28	M 48 - 8,8	848,45	0,60

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 621,7 kN

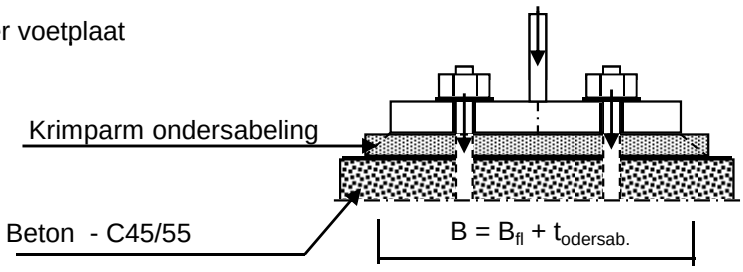
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 510,9 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 643,0 + 1,00 * 510,9 = 1153,9 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

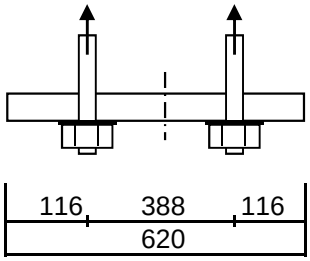
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	640,0	mm	D =	2539	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	96	
B =	680,0	mm			

A_{voetpl} = 680 * 2*π*D / n = 113000 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A =$ 20,4 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring

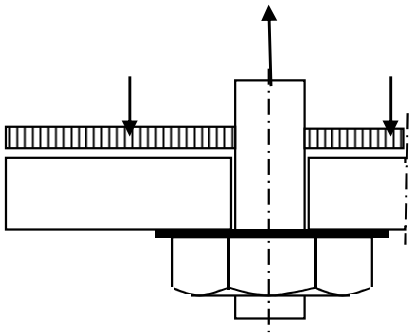


D = 2539 mm
n = 96

$A_{stortring}$ = 620 * 2*π*D / n = 103030 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 12,1 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring



$L_{uitkr.}$ = 116 mm
L_{veld} = 388 mm

t = 45 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 81190 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 2341 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 145896 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 145896 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 2341 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 179719 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 9223 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 145896 / 179718,8 = 0,81 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 288,2 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 2341 / 9223 = 0,25 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 52,0 N/mm^2

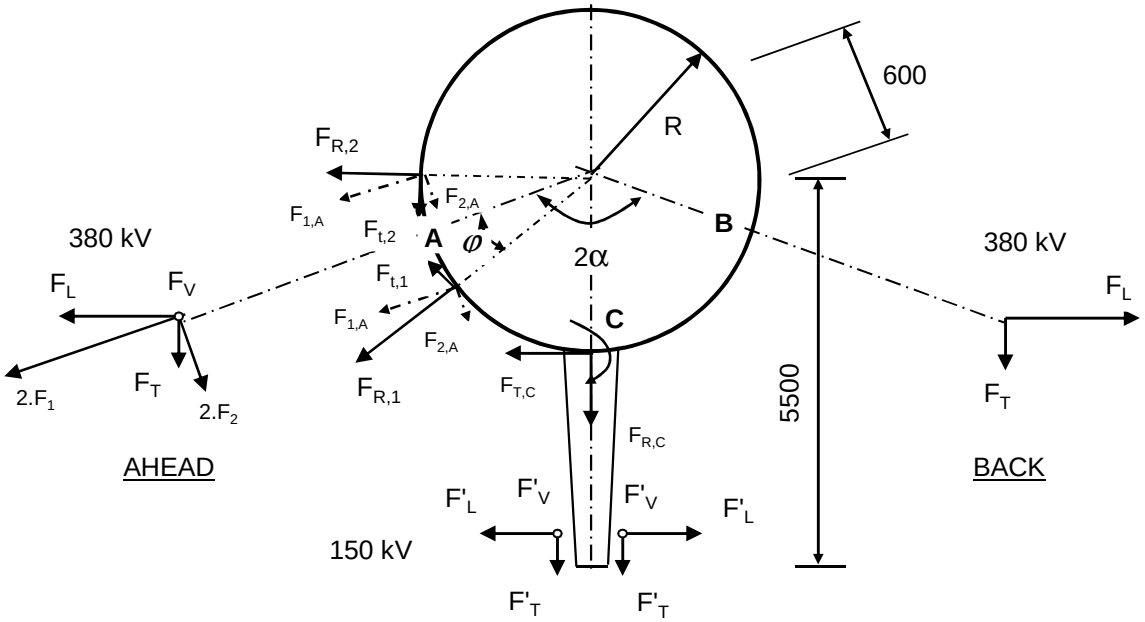
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (288,2^2 + 3*52,0^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 302 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV

Schema



F_V en F'_V : Verticale kracht resp. 380kV en 150kV
F_T en F'_T : Transverse kracht resp. 380kV en 150kV
F_L en F'_L : Longitudinale kracht resp. 380kV en 150kV

2α is hoek tussen lijnen en α is bissectrice van hoek tussen de lijnen

380 kV: Per bevevestigingsring

$F_{1;A} = (F_{L,Ah}.\text{Sin}\alpha + F_{T,Ah}.\text{Cos}\alpha) / 4$; $F_{1;B} = (F_{L,Ba}.\text{Sin}\alpha + F_{T,Ba}.\text{Cos}\alpha) / 4$

$F_{2;A} = (F_{L,Ah}.\text{Cos}\alpha - F_{T,Ah}.\text{Sin}\alpha) / 4$; $F_{2;B} = (F_{L,Ba}.\text{Cos}\alpha - F_{T,Ba}.\text{Sin}\alpha) / 4$

$F_{3;A} = F_{V,ah} / 4$; $F_{3;B} = F_{V,bh} / 4$;

$F_{R;1;A} = F_{1,A}.\text{Cos}\varphi + F_{2;A}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;1;A} = F_{1,A}.\text{Sin}\varphi - F_{2;A}.\text{Cos}\varphi$

$F_{R;2;A} = F_{1,A}.\text{Cos}\varphi - F_{2;A}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;2;A} = F_{1,A}.\text{Sin}\varphi + F_{2;A}.\text{Cos}\varphi$

; $M_w = \text{I}\, F_{T;1;A} + F_{T;2;A}\, \text{I} * R$

$F_{R;1;B} = F_{1,B}.\text{Cos}\varphi + F_{2;B}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;1;B} = F_{1,B}.\text{Sin}\varphi - F_{2;B}.\text{Cos}\varphi$

$F_{R;2;B} = F_{1,B}.\text{Cos}\varphi - F_{2;B}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;2;B} = F_{1,B}.\text{Sin}\varphi + F_{2;B}.\text{Cos}\varphi$

; $M_w = \text{I}\, F_{T;1;B} + F_{T;2;B}\, \text{I} * R$

150 kV: Per bevevestigingsring

$F_{T;C} = \Sigma F'_L / 2$ $M_{T;C} = F_{T;C} * (5500 - R)$

$F_{R;C} = \Sigma F'_T / 2$

$F_{V;C} = \Sigma F'_V / 2$ $M_{V;C} = 2 * F_{V;C} * (5500 - R)$

$F'_{R;C} = \pm M_{C;L} / (2 * z)$

$z = 2*(d^3_{uit} - d^3_{inw}) / 3*\pi*(d^2_{uit} - d^2_{inw})$

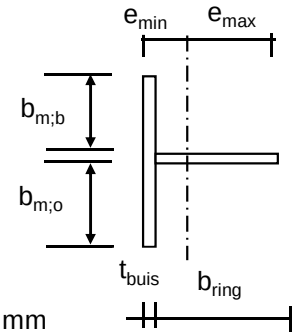
$F_{R;C;max} = F_{R;C} + F'_{R;C}$

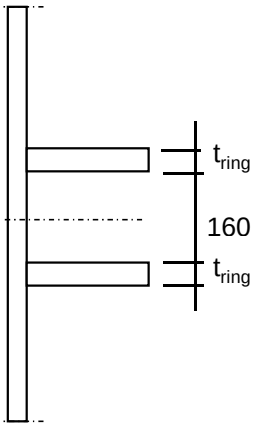
Opmerking:
In mast W2H400+5 zijn de geleiders van de 150 kV niet aanwezig.

9.1.1 - Afspanpunt trekisolatoren op 52,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	15	mm
$t_{buis;reken}$ =	15	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	135	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm





Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	158,2	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	6573	mm^2
e_{min} =	38,3	mm
e_{max} =	111,7	mm
I =	13121674	mm^4
W_{min} =	117483	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	1555	kN
$M_{y;Rd}$ =	28	kNm
$M_{w;Rd}$ =	3669	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	369	kN

Belastingen op 52,0 meter

Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix N en N1
Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	17056	124980	205651	17056	124980	-205651
BG 3 - (wind (90) + ijs)	29380	123077	229108	29380	123077	-229108
BG 1a - (wind (45 gr))	17045	67119	135061	17057	130900	-213662
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	29376	103058	216048	29381	125336	-231339
1a- Bundelbr.-(90 gr)	17049	88694	157786	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	19805	94794	175433	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	17045	64613	133947	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	19802	76696	160509	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 833 mm

R = 416,7 mm

Mast 8 :	Lijnhoek = 2. α =	130,1	graden
Mast 7 :	Lijnhoek = 2. α =	161,1	graden
Mast 15 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 176 :	Lijnhoek = 2. α =	139,3	graden
Mast 149 :	Lijnhoek = 2. α =	169,2	graden
Mast 148 :	Lijnhoek = 2. α =	173,4	graden
Mast 132 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 106 :	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden
Mast 105 :	Lijnhoek = 2. α =	155,2	graden
	Lijnhoek = 2. α =	180	graden maatgevend
	hoek φ = boogsin(300 / (417+80)) =	37,2	graden

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	59,8	22,1	59,8	22,1		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,2	27,1	64,2	27,1		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,0	16,8	62,3	22,8		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	58,6	27,5	65,0	27,2		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	44,8	18,0	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	49,3	20,6	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	36,4	16,9	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	43,6	20,4	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

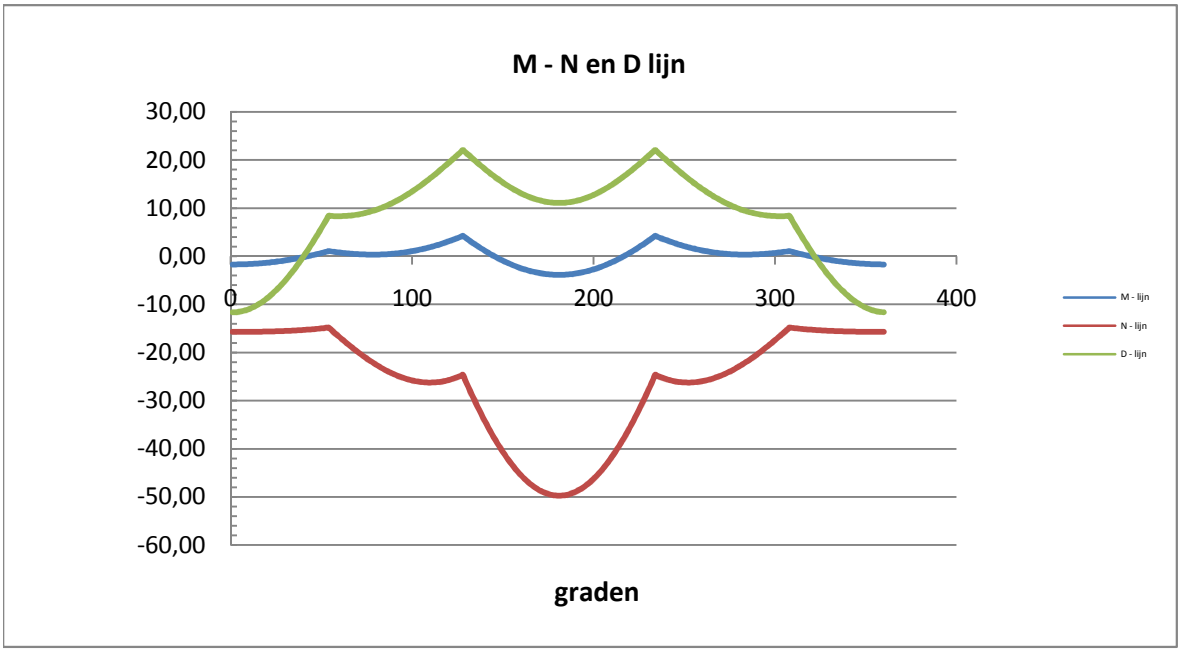
Belastinggeval : BG 1a - wind 90 gr.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,69	-15,68	-11,64	0,22	3,11
15,0	-1,47	-15,64	-9,83	0,67	9,31
30,0	-0,80	-15,47	-4,62	1,11	15,44
45,0	0,31	-15,10	3,34	0,42	5,83
60,0	0,73	-17,09	8,32	0,38	5,22
75,0	0,36	-21,48	9,16	0,24	3,27
90,0	0,59	-24,66	11,42	0,94	12,99
105,0	1,53	-26,16	15,04	1,68	23,30
120,0	3,21	-25,62	19,68	1,07	14,82
135,0	2,14	-31,17	19,40	3,22	44,76
150,0	-1,08	-41,21	15,05	2,05	28,53
165,0	-3,14	-47,58	12,11	0,71	9,80
180,0	-3,84	-49,77	11,08	0,71	9,80
195,0	-3,14	-47,58	12,11	2,05	28,53
210,0	-1,08	-41,21	15,05	3,22	44,76
225,0	2,14	-31,17	19,40	1,07	14,82
240,0	3,21	-25,62	19,68	1,68	23,30
255,0	1,53	-26,16	15,04	0,94	12,99
270,0	0,59	-24,66	11,42	0,24	3,27
285,0	0,36	-21,48	9,16	0,38	5,22
300,0	0,73	-17,09	8,32	0,42	5,83
315,0	0,31	-15,10	3,34	1,11	15,44
330,0	-0,80	-15,47	-4,62	0,67	9,31
345,0	-1,47	-15,64	-9,83	0,22	3,10
360,0	-1,69	-15,68	-11,63	0,00	0,01

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

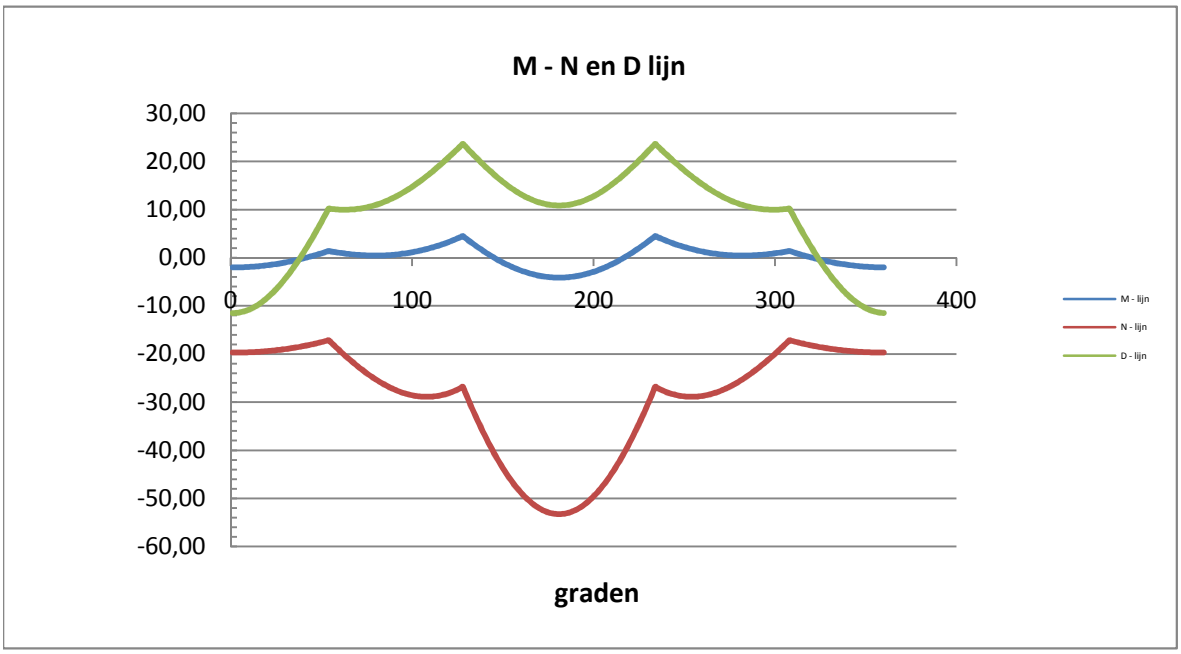
$S = 182250\ mm^3$

$I = 13121674\ mm^4$



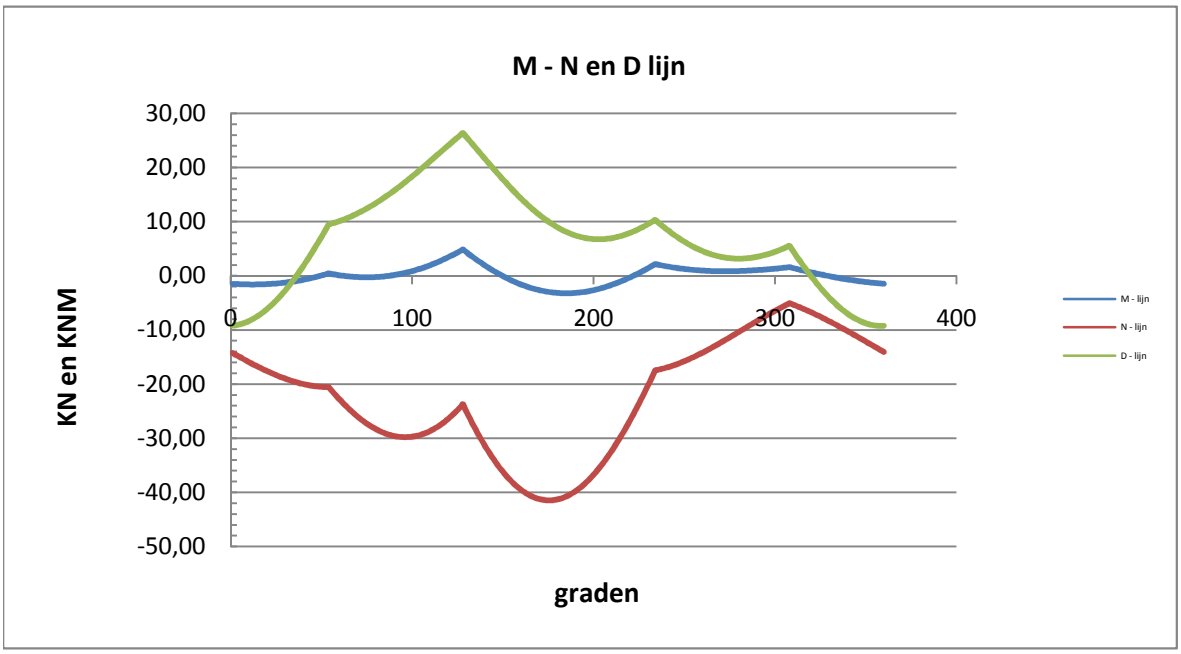
Belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr + ijs.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-2,02	-19,67	-11,49	0,28	3,90
15,0	-1,74	-19,49	-9,53	0,84	11,61
30,0	-0,91	-18,90	-3,88	1,37	19,10
45,0	0,47	-17,87	4,76	0,51	7,08
60,0	0,98	-19,59	10,01	0,50	6,98
75,0	0,48	-24,23	10,58	0,19	2,59
90,0	0,66	-27,47	12,72	0,97	13,42
105,0	1,63	-28,84	16,37	1,78	24,79
120,0	3,41	-27,99	21,19	1,15	15,93
135,0	2,27	-33,69	20,58	3,45	47,97
150,0	-1,19	-44,24	15,49	2,20	30,54
165,0	-3,39	-50,94	12,08	0,75	10,48
180,0	-4,14	-53,24	10,87	0,75	10,48
195,0	-3,39	-50,94	12,08	2,20	30,54
210,0	-1,19	-44,24	15,49	3,45	47,97
225,0	2,27	-33,69	20,58	1,15	15,93
240,0	3,41	-27,99	21,19	1,78	24,79
255,0	1,63	-28,84	16,37	0,97	13,42
270,0	0,66	-27,47	12,72	0,19	2,59
285,0	0,48	-24,23	10,58	0,50	6,98
300,0	0,98	-19,59	10,01	0,51	7,08
315,0	0,47	-17,87	4,76	1,37	19,10
330,0	-0,91	-18,90	-3,88	0,84	11,61
345,0	-1,74	-19,49	-9,53	0,28	3,88
360,0	-2,02	-19,67	-11,49	0,00	0,02



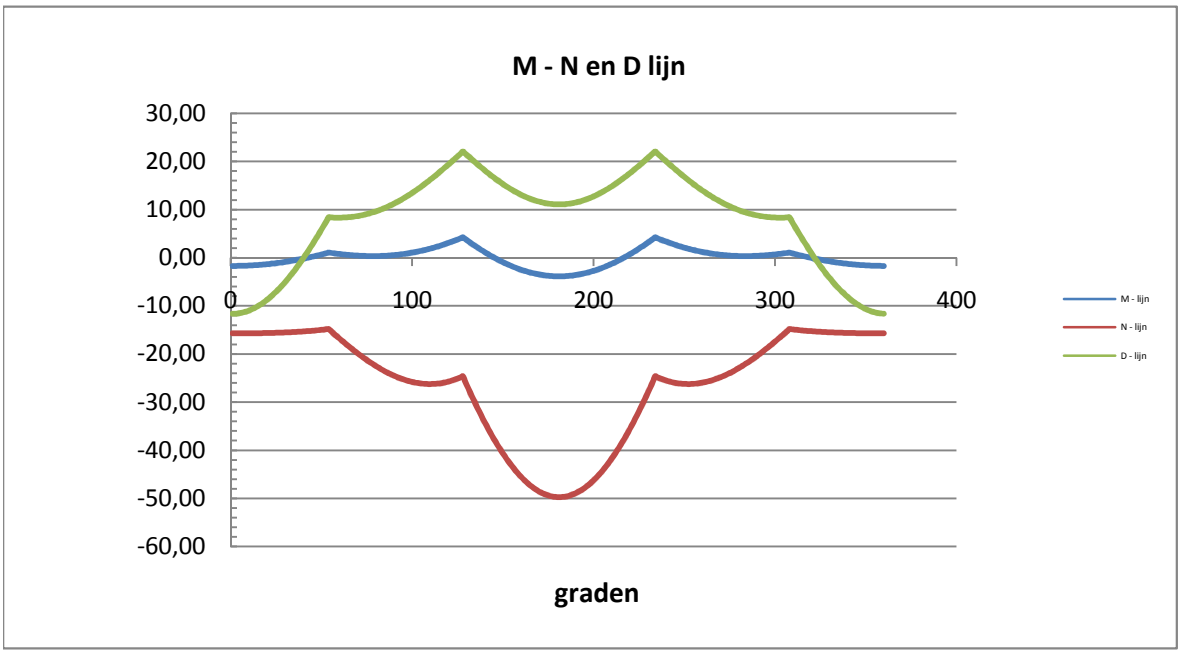
Belastinggeval : BG 1a - wind 45 gr.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,49	-14,25	-9,23	0,11	1,46
15,0	-1,60	-16,95	-7,22	0,38	5,24
30,0	-1,22	-19,11	-2,33	0,92	12,79
45,0	-0,30	-20,37	4,91	0,34	4,75
60,0	0,04	-23,18	10,21	0,32	4,48
75,0	-0,28	-27,52	12,59	0,46	6,36
90,0	0,18	-29,65	15,94	1,30	18,04
105,0	1,48	-29,23	20,00	2,13	29,54
120,0	3,60	-26,09	24,36	0,75	10,40
135,0	2,85	-29,00	23,22	3,09	42,96
150,0	-0,24	-36,59	17,43	2,06	28,56
165,0	-2,30	-40,75	12,39	0,90	12,52
180,0	-3,20	-41,25	8,76	0,27	3,72
195,0	-2,93	-38,15	6,93	1,35	18,75
210,0	-1,58	-31,85	7,00	2,25	31,30
225,0	0,67	-22,97	8,79	1,02	14,22
240,0	1,70	-16,87	8,38	0,65	8,96
255,0	1,05	-14,86	5,17	0,22	3,09
270,0	0,83	-12,16	3,43	0,12	1,73
285,0	0,96	-9,17	3,26	0,39	5,37
300,0	1,34	-6,27	4,53	0,41	5,64
315,0	0,94	-6,14	1,65	1,08	15,02
330,0	-0,15	-8,56	-4,41	0,84	11,61
345,0	-0,98	-11,35	-8,23	0,49	6,80
360,0	-1,47	-14,05	-9,26	0,02	0,31



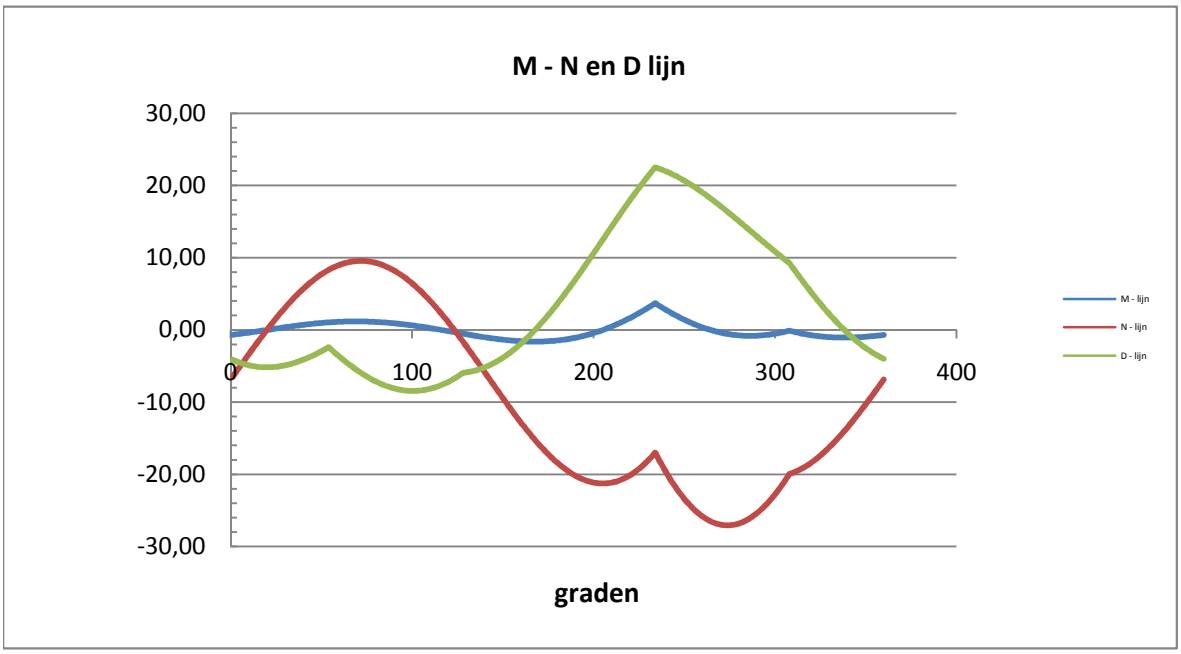
Belastinggeval : BG 3 - wind 45 gr + ijs.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,69	-15,68	-11,64	0,22	3,11
15,0	-1,47	-15,64	-9,83	0,67	9,31
30,0	-0,80	-15,47	-4,62	1,11	15,44
45,0	0,31	-15,10	3,34	0,42	5,83
60,0	0,73	-17,09	8,32	0,38	5,22
75,0	0,36	-21,48	9,16	0,24	3,27
90,0	0,59	-24,66	11,42	0,94	12,99
105,0	1,53	-26,16	15,04	1,68	23,30
120,0	3,21	-25,62	19,68	1,07	14,82
135,0	2,14	-31,17	19,40	3,22	44,76
150,0	-1,08	-41,21	15,05	2,05	28,53
165,0	-3,14	-47,58	12,11	0,71	9,80
180,0	-3,84	-49,77	11,08	0,71	9,80
195,0	-3,14	-47,58	12,11	2,05	28,53
210,0	-1,08	-41,21	15,05	3,22	44,76
225,0	2,14	-31,17	19,40	1,07	14,82
240,0	3,21	-25,62	19,68	1,68	23,30
255,0	1,53	-26,16	15,04	0,94	12,99
270,0	0,59	-24,66	11,42	0,24	3,27
285,0	0,36	-21,48	9,16	0,38	5,22
300,0	0,73	-17,09	8,32	0,42	5,83
315,0	0,31	-15,10	3,34	1,11	15,44
330,0	-0,80	-15,47	-4,62	0,67	9,31
345,0	-1,47	-15,64	-9,83	0,22	3,10
360,0	-1,69	-15,68	-11,63	0,00	0,01



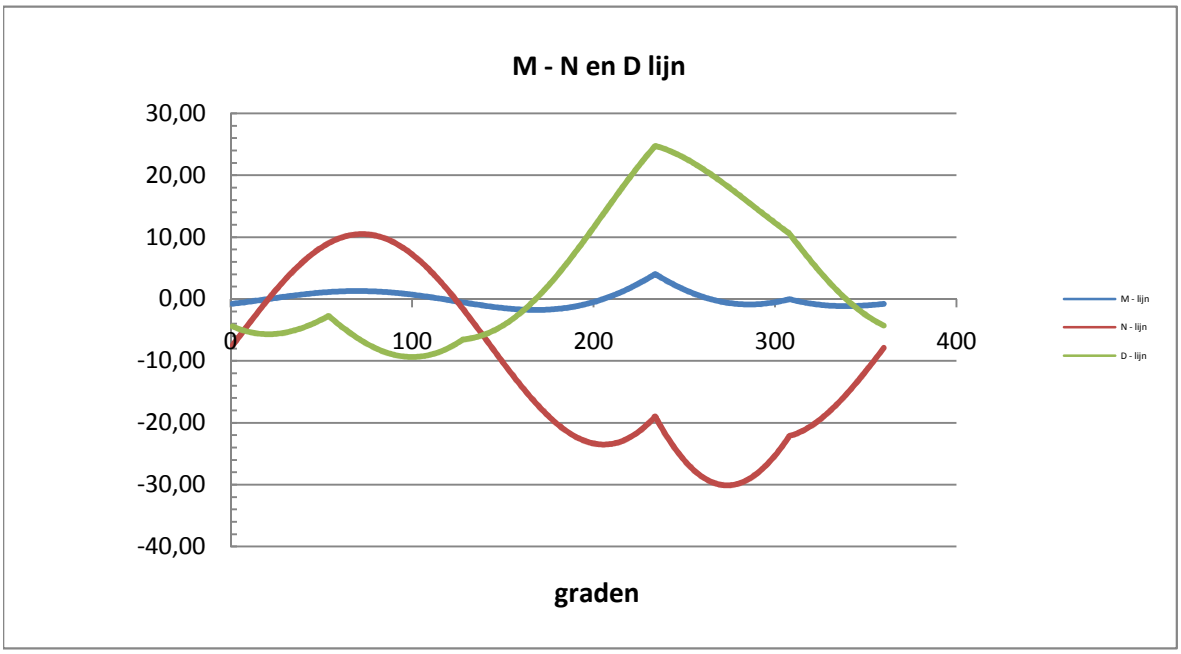
Belastinggeval : BG 1a - Bundelbreuk 90 gr

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-0,68	-6,51	-4,14	0,52	7,21
15,0	-0,16	-1,30	-5,15	0,56	7,74
30,0	0,40	3,38	-4,86	0,46	6,44
45,0	0,86	6,99	-3,48	0,27	3,72
60,0	1,13	9,11	-3,93	0,01	0,16
75,0	1,14	9,50	-6,61	0,26	3,55
90,0	0,88	8,10	-8,17	0,48	6,71
105,0	0,40	5,07	-8,36	0,62	8,67
120,0	-0,22	0,73	-7,07	0,64	8,94
135,0	-0,87	-4,41	-5,55	0,52	7,18
150,0	-1,38	-9,78	-3,69	0,24	3,31
165,0	-1,62	-14,72	-0,47	0,18	2,49
180,0	-1,44	-18,60	3,92	0,71	9,81
195,0	-0,74	-20,87	9,13	1,30	18,02
210,0	0,56	-21,10	14,67	1,89	26,32
225,0	2,46	-19,04	19,98	0,16	2,17
240,0	2,61	-20,15	21,84	1,87	26,03
255,0	0,74	-25,00	19,73	1,17	16,21
270,0	-0,43	-27,02	16,94	0,40	5,58
285,0	-0,83	-26,11	13,81	0,34	4,68
300,0	-0,49	-22,47	10,65	0,07	1,02
315,0	-0,57	-19,04	6,50	0,45	6,25
330,0	-1,02	-16,00	1,88	0,00	0,05
345,0	-1,01	-11,62	-1,75	0,30	4,22
360,0	-0,71	-6,86	-4,02	0,03	0,41



Belastinggeval : BG 3 - Bundelbreuk 90 gr + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-0,77	-7,50	-4,43	0,56	7,81
15,0	-0,21	-1,73	-5,63	0,61	8,51
30,0	0,40	3,48	-5,38	0,52	7,17
45,0	0,92	7,53	-3,91	0,31	4,24
60,0	1,23	9,95	-4,44	0,03	0,36
75,0	1,25	10,46	-7,39	0,27	3,72
90,0	0,98	9,00	-9,09	0,52	7,23
105,0	0,46	5,73	-9,26	0,68	9,46
120,0	-0,22	1,00	-7,79	0,71	9,82
135,0	-0,93	-4,66	-6,13	0,57	7,97
150,0	-1,50	-10,59	-4,13	0,27	3,78
165,0	-1,77	-16,08	-0,62	0,18	2,56
180,0	-1,59	-20,42	4,19	0,76	10,60
195,0	-0,82	-23,00	9,92	1,41	19,65
210,0	0,59	-23,35	16,04	2,08	28,83
225,0	2,67	-21,17	21,92	0,17	2,39
240,0	2,84	-22,45	24,04	2,05	28,48
255,0	0,79	-27,82	21,80	1,26	17,55
270,0	-0,48	-30,04	18,83	0,41	5,74
285,0	-0,89	-29,01	15,48	0,41	5,67
300,0	-0,48	-24,93	12,08	0,08	1,16
315,0	-0,56	-21,17	7,52	0,53	7,38
330,0	-1,10	-17,89	2,37	0,02	0,34
345,0	-1,12	-13,12	-1,72	0,32	4,40
360,0	-0,80	-7,88	-4,29	0,03	0,44



Maatgevende belastinggeval : BG 1a - wind 45 gr.

Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	41,5	kN	N_{Rd} =	1555	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	4,86	kNm	M_{Rd} =	28	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	20,8	kNm	M_{Rd} =	3669	kNm
$V_{Ed;max}$ =	26,3	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 41,49 / 1555 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 6,3 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 4,86 / 27,8 = 0,17 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 41,3 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 26,34 / 369 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 9,8 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 23,71

V_{Ed} = 26,34

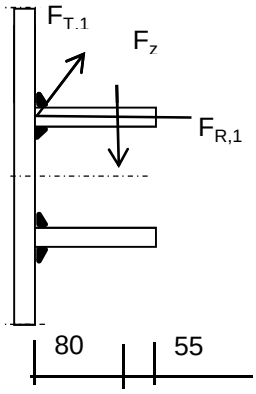
$\sigma_b + \sigma_N$ = 41,3 + 3,6 = 44,9 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 9,8 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 48 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{R,1,h}$ =	64,23	kN
$F_{T,1,h}$ =	59,12	kN
F_z =	14,69	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	47,97	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} =160 mm - maatgevend

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,4 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 36,95 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 29,98 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 44,52 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 72,90 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 186,3 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$	186,3	/	302,2	=	0,62	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	72,9	/	244,8	=	0,30	< 1,0 -- Voldoet

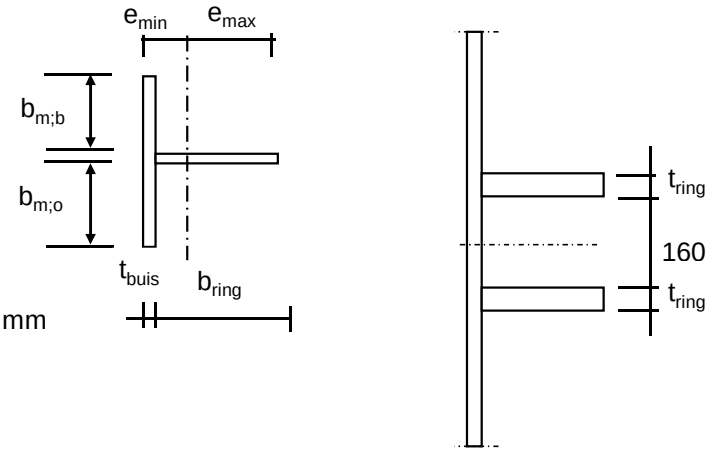
9.1.2 - Afspanpunt trekisolatoren op 42,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 22 mm
$t_{buis;reken}$ = 22 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²
E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 232,0 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 10004 mm²
e_{min} = 32,2 mm
e_{max} = 124,8 mm

I = 16542576 mm⁴
W_{min} = 132539 mm³

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 2367 kN
$M_{y;Rd}$ = 31 kNm
$M_{w;Rd}$ = 10520 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 42,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 52 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	17056	124980	205651	17056	124980	-205651
BG 3 - (wind (90) + ijs)	29380	123077	229108	29380	123077	-229108
BG 1a - (wind (45 gr))	17045	67119	135061	17057	130900	-213662
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	29376	103058	216048	29381	125336	-231339
1a- Bundelbr.-(90 gr)	17049	88694	157786	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	19805	94794	175433	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	17045	64613	133947	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	19802	76696	160509	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1167 mm

R = 583,4 mm

Mast 8 :	Lijnhoek = 2. α =	130,1	graden
Mast 7 :	Lijnhoek = 2. α =	161,1	graden
Mast 15 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 176 :	Lijnhoek = 2. α =	139,3	graden
Mast 149 :	Lijnhoek = 2. α =	169,2	graden
Mast 148 :	Lijnhoek = 2. α =	173,4	graden
Mast 132 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 106 :	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden
Mast 105 :	Lijnhoek = 2. α =	155,2	graden
	Lijnhoek = 2. α =	169,2	graden maatgevend
	hoek φ = boogsin(300 / (583+80)) =	26,9	graden

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	60,2	36,4	60,2	36,4		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,9	42,0	64,9	42,0		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,5	25,3	62,6	37,7		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	59,4	40,8	65,6	42,3		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	45,2	28,6	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	49,7	32,1	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	36,9	25,2	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	44,2	30,3	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

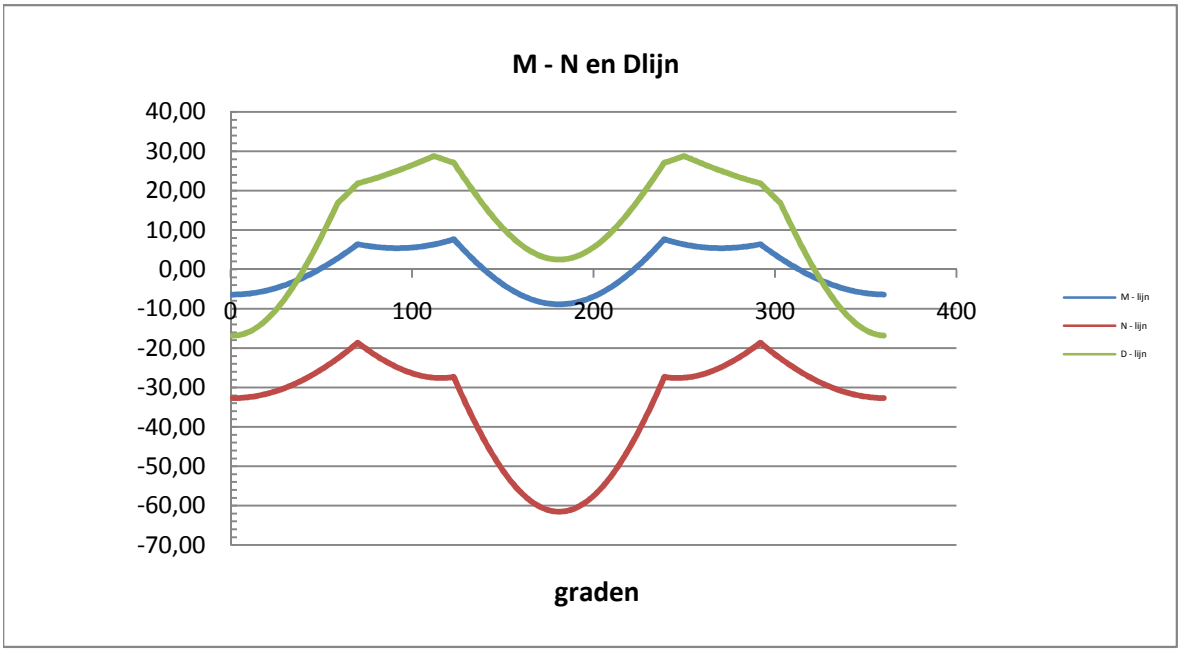
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr. + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-6,40	-32,70	-16,79	0,65	7,18
15,0	-5,75	-32,00	-14,18	1,93	21,22
30,0	-3,82	-29,93	-6,68	3,12	34,36
45,0	-0,70	-26,53	4,79	4,18	46,00
60,0	3,47	-21,92	17,73	2,49	27,38
75,0	5,96	-20,63	22,61	0,53	5,83
90,0	5,43	-24,71	24,90	0,45	5,00
105,0	5,88	-27,12	27,61	1,53	16,87
120,0	7,41	-27,46	27,38	5,89	64,89
135,0	1,52	-40,10	18,44	5,62	61,90
150,0	-4,09	-51,68	10,04	3,57	39,28
165,0	-7,66	-59,02	4,47	1,22	13,46
180,0	-8,88	-61,54	2,52	1,22	13,46
195,0	-7,66	-59,02	4,47	3,57	39,28
210,0	-4,09	-51,68	10,04	5,62	61,90
225,0	1,52	-40,10	18,44	5,89	64,89
240,0	7,41	-27,46	27,38	1,53	16,87
255,0	5,88	-27,12	27,61	0,45	5,00
270,0	5,43	-24,71	24,90	0,53	5,83
285,0	5,96	-20,63	22,61	2,49	27,38
300,0	3,47	-21,92	17,73	4,18	46,00
315,0	-0,70	-26,53	4,79	3,12	34,36
330,0	-3,82	-29,93	-6,68	1,93	21,22
345,0	-5,75	-32,00	-14,18	0,65	7,14
360,0	-6,40	-32,70	-16,77	0,00	0,03

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S = 182250 \ mm^3$

$I = 16542576 \ mm^4$



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	61,5	kN	N_{Rd} =	2367	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	8,88	kNm	M_{Rd} =	31	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	26,3	kNm	M_{Rd} =	10520	kNm
$V_{Ed;max}$ =	28,8	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 61,54 / 2367 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 6,2 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 8,88 / 31,4 = 0,28 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 67,0 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 28,77 / 369 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 10,7 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 61,54

V_{Ed} = 2,52

$\sigma_b + \sigma_N$ = 67,0 + 6,2 = 73,2 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

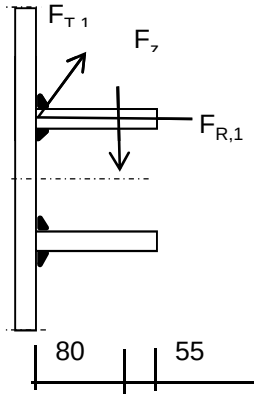
τ_z = 0,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 73 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)



$F_{R,1,h}$ =	64,86	kN
$F_{T,1,h}$ =	49,61	kN
F_z =	14,69	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	64,89	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} =160 mm - maatgevend

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,7 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 31,01 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 40,56 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 44,52 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 73,18 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 191,8 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{w;u;d} = f_{t;d} / (\beta * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

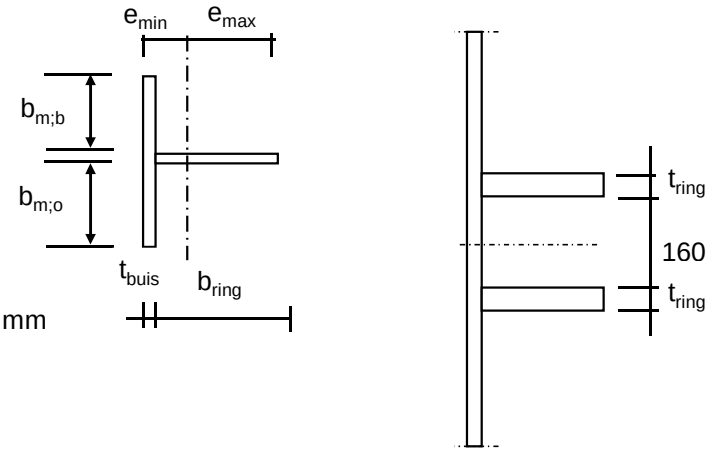
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 191,8 / 302,2 = 0,63 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 73,2 / 244,8 = 0,30 < 1,0 -- Voldoet

9.1.3 - Afspanpunt trekisolatoren op 32,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ =	25	mm
$t_{buis;reken}$ =	25	mm
$t_{ring;nom}$ =	20	mm
$t_{ring;reken}$ =	20	mm
b_{ring} =	135	mm
Afstand tussen ringen =	160	mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²

E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ =	263,6	mm
$b_{m;o}$ =	80	mm
A =	11790	mm^2
e_{min} =	30,8	mm
e_{max} =	129,2	mm
I =	17896923	mm^4
W_{min} =	138543	mm^3
$\gamma_{m;extra}$ =	1,5	(extra materiaalfactor)
N_{Rd} =	2790	kN
$M_{y;Rd}$ =	33	kNm
$M_{w;Rd}$ =	19893	kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} =	369	kN

Belastingen op 32,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 52 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	17056	124980	205651	17056	124980	-205651
BG 3 - (wind (90) + ijs)	29380	123077	229108	29380	123077	-229108
BG 1a - (wind (45 gr))	17045	67119	135061	17057	130900	-213662
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	29376	103058	216048	29381	125336	-231339
1a- Bundelbr.-(90 gr)	17049	88694	157786	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	19805	94794	175433	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	17045	64613	133947	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	19802	76696	160509	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1500 mm

R = 750,1 mm

Mast 8 :	Lijnhoek = 2. α =	130,1	graden
Mast 7 :	Lijnhoek = 2. α =	161,1	graden
Mast 15 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 176 :	Lijnhoek = 2. α =	139,3	graden
Mast 149 :	Lijnhoek = 2. α =	169,2	graden
Mast 148 :	Lijnhoek = 2. α =	173,4	graden
Mast 132 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 106 :	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden
Mast 105 :	Lijnhoek = 2. α =	155,2	graden

hoek tussen lijnen 2. α = 180 graden maatgevend

hoek φ = boogsin(300 / (750+80)) = 21,2 graden

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	59,2	36,6	59,2	36,6		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,5	42,3	64,5	42,3		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,5	25,4	61,6	38,0		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	59,7	41,0	65,2	42,6		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	44,8	28,8	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	49,5	32,3	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	37,1	25,4	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	44,3	30,5	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

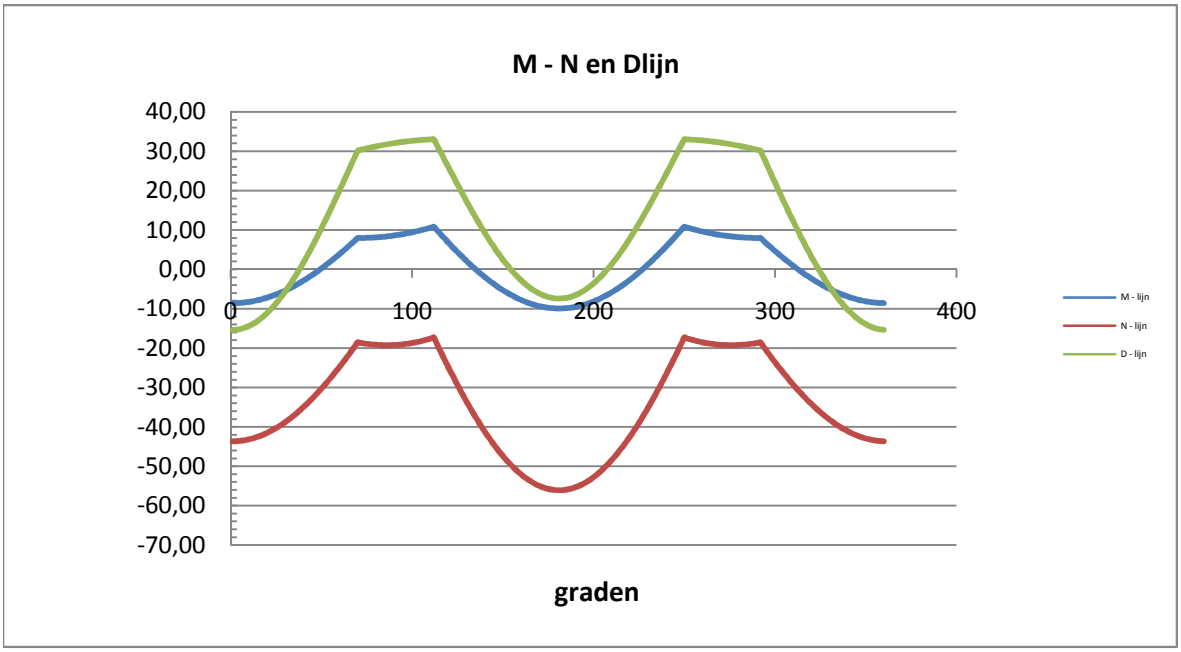
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr. + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-8,58	-43,63	-15,39	0,87	8,84
15,0	-7,71	-42,32	-12,71	2,55	25,98
30,0	-5,16	-38,45	-5,02	4,08	41,56
45,0	-1,08	-32,26	6,75	5,36	54,63
60,0	4,29	-24,12	21,09	3,75	38,14
75,0	8,03	-18,92	30,83	0,64	6,50
90,0	8,67	-19,14	32,13	1,40	14,25
105,0	10,07	-18,05	32,89	3,77	38,41
120,0	6,30	-25,74	25,08	6,68	68,06
135,0	-0,39	-38,25	12,38	5,16	52,59
150,0	-5,55	-47,91	1,88	3,26	33,20
165,0	-8,81	-54,00	-5,02	1,11	11,35
180,0	-9,93	-56,09	-7,42	1,11	11,35
195,0	-8,81	-54,00	-5,02	3,26	33,20
210,0	-5,55	-47,91	1,88	5,16	52,59
225,0	-0,39	-38,25	12,38	6,68	68,06
240,0	6,30	-25,74	25,08	3,77	38,41
255,0	10,07	-18,05	32,89	1,40	14,25
270,0	8,67	-19,14	32,13	0,64	6,50
285,0	8,03	-18,92	30,83	3,75	38,14
300,0	4,29	-24,12	21,09	5,36	54,63
315,0	-1,08	-32,26	6,75	4,08	41,56
330,0	-5,16	-38,45	-5,02	2,55	25,98
345,0	-7,71	-42,32	-12,71	0,86	8,80
360,0	-8,58	-43,62	-15,38	0,00	0,04

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

$S =$ 182250 mm^3

$I =$ 17896923 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	56,1	kN		N_{Rd} =	2790	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	10,83	kNm		M_{Rd} =	33	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	43,0	kNm		M_{Rd} =	19893	kNm
$V_{Ed;max}$ =	33,0	kN		V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 56,09 / 2790 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 4,8 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 10,83 / 32,8 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 78,2 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 33,03 / 369 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 12,2 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 56,09

V_{Ed} = 7,42

$\sigma_b + \sigma_N$ = 78,2 + 4,8 = 83,0 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 2,7 N/mm^2

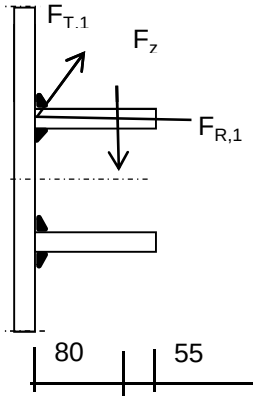
$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 83 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{R,1,h}$ =	64,53	kN
$F_{T,1,h}$ =	49,39	kN
F_z =	14,69	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	68,06	kN



$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} =160 mm - maatgevend

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,5 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 30,87 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 42,54 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 44,52 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 73,03 N/mm^2

σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 193,7 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{w;u;d} = f_{t;d} / (\beta * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

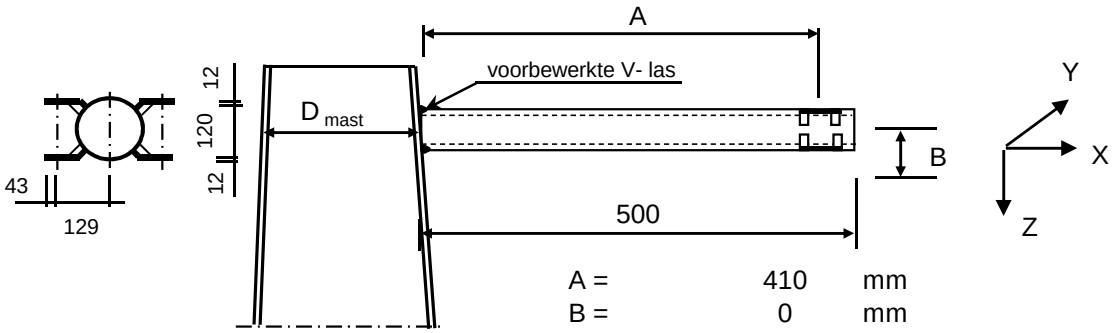
$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	193,7	/	302,2	=	0,64	< 1,0 -- Voldoet
$\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	73,0	/	244,8	=	0,30	< 1,0 -- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	410	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	519,0	mm
t_{mast} =	15	mm
Hoogte :	61,43	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix N en N1

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (wind (90 gr))	20429	32679	2228	20429	-32679	2228
BG 3 - (wind (90) + ijs)	32450	58151	9246	32450	-58151	9246
BG 1a - (wind (45 gr))	9102	17936	2226	21514	-34170	2228
BG 3 - (wind (45) + ijs)	26385	54955	9244	33116	-58719	9247
BG 1a - bundelbr. (90gr).	13529	23228	2227	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	20828	35526	3797	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (45gr).	8595	17608	2226	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	13832	28363	3796	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	14071	23957	2227	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	21594	36481	3798	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm	$M_{y,Ed}$ kNm	$M_{z,Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	40,858	0	4,456	0,00	1,83	0,00
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,9	0	18,492	0,00	7,58	0,00
BG 1a - (wind (45 gr))	30,616	16,234	4,454	0,00	1,83	6,66
BG 3 - (wind (45) + ijs)	59,501	3,764	18,491	0,00	7,58	1,54
BG 1a - bundelbr. (90gr).	13,529	23,228	2,227	0,00	0,91	9,52
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	20,828	35,526	3,797	0,00	1,56	14,57
BG 1a - bundelbr. (45gr).	8,595	17,608	2,226	0,00	0,91	7,22
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	13,832	28,363	3,796	0,00	1,56	11,63
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	14,071	23,957	2,227	0,00	0,91	9,82
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	**21,594**	**36,481**	**3,798**	**0,00**	**1,56**	**14,96**

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - bundelbreuk (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,56	/	36	=	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		10,1	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	14,96	/	36	=	0,41	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		97,0	N/mm^2
N_{Ed} / N_{Rd} =	21,59	/	953	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		5,4	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	3,80	/	275	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		1,9	N/mm^2
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	36,48	/	275	=	0,13	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		18,1	N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N$ = 103 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 108 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	519,0	15,0	23751	S355	355	2908675
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4{,}85 * (f_{y0} * t_0^2 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,32

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 17,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 20,32 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 14,09 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,02 of n_p = -0,011

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 1,00

$M_{ip,1,Rd}$ = 58,3 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 58,1 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 7,58 / 58,1 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0^2 * d_1 / \sin\theta_1) * (2{,}7 / (1 - 0{,}81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 32,7 kNm

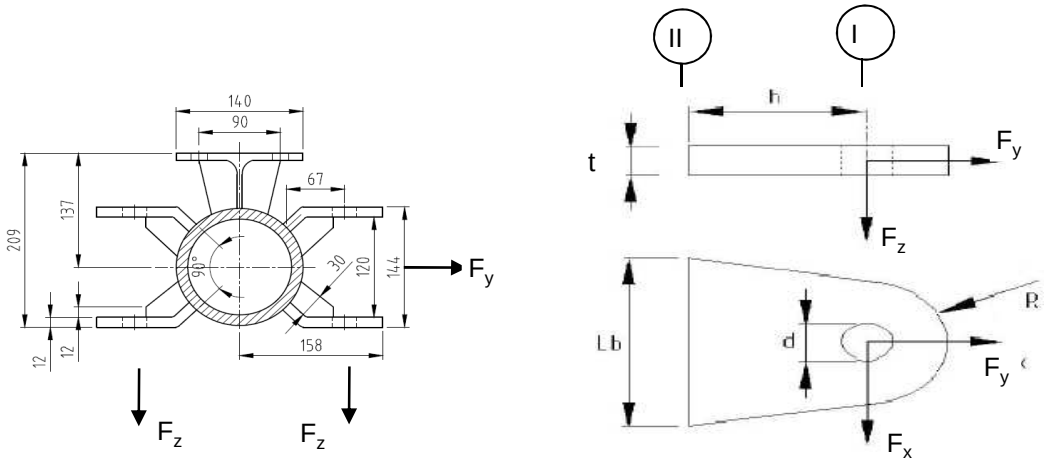
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 58,1 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 14,96 / 32,7 = 0,46 < 1,0 -- Voldoet

9.2,2 - Berekening clip bliksemdraad (clip type 2)



R =	42	mm ;	t =	12	mm
Lb =	120	mm ;	d =	27	mm
h =	65	mm ;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (wind (90 gr))	20,43	32,68	2,23
BG 3 - (wind (90) + ijs)	**32,45**	**58,15**	**9,25**
BG 1a - (wind (45 gr))	9,10	17,94	2,23
BG 3 - (wind (45) + ijs)	26,39	54,96	9,24

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

Per clip :	**16,23**	**29,08**	**9,25**

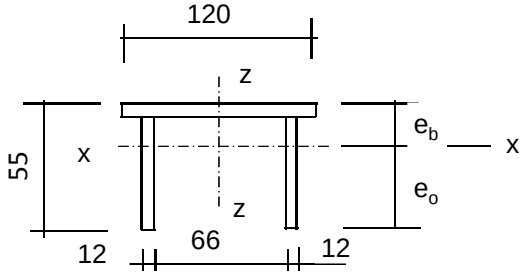
Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 29,4 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 43 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips



e_b =	17,5	mm
e_o =	37,5	mm
A =	2472	mm^2
A_{schot} =	1032	mm^3

I_x =	630925	mm^4	I_z =	3310056	mm^4
$W_{x,min}$ =	16816	mm^3	W_z =	55168	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	585	kN
$M_{x,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	4,0	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	10,5	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	141,0	kN
$V_{x,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	196,8	kN

N_{Ed} =	29,08	kN	$M_{z,Ed} = V_{x,Ed} * h$ =	1,05	kNm
$V_{z,Ed}$ =	9,25	kN	$M_{x,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,60	kNm
$V_{x,Ed}$ =	16,23	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	29,08	/	585	=	0,05	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		11,8	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	1,05	/	10,5	=	0,10	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		23,7	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	0,60	/	4,0	=	0,15	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		35,7	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	9,25	/	141	/	0,07	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		9,0	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	16,23	/	197	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		11,3	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 71,2 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 75 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a =	5	mm	t =	12	mm
			t_1 =	12	mm

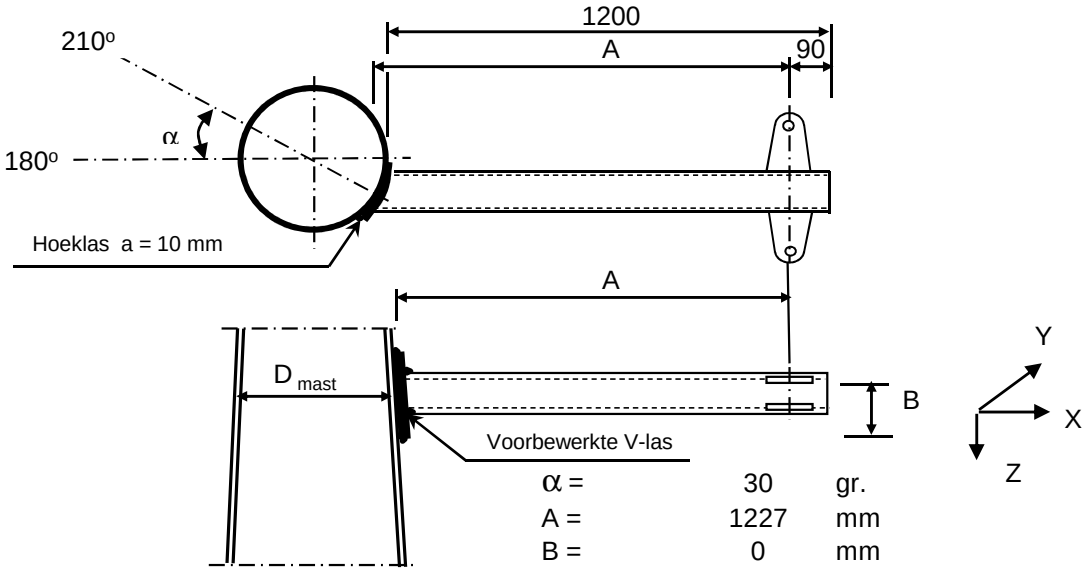
Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =			60,4	N/mm^2
τ_1 =			60,4	N/mm^2
τ_2 =	0		13,5	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=	123,1	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	123,1	/	302,2	=	0,41	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	60,4	/	244,8	=	0,25	< 1,0 -- Voldoet

9.3 - Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"



α =	30	gr.
A =	1227	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	1750	mm
t_{mast} =	28	mm
Hoogte :	24,5	m

Buisgegevens

Buis Ø273 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	6660	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	1576	kN
$W_y = W_z$ =	4,29E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	101,5	kNm
W_x =	8,57E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	101,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	117,2	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	455,0	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10,0 - Appendix N en N1

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (wind (90 gr))	31951	53373	4620	31951	-53373	4620
BG 3 - (wind (90) + ijs)	60012	113159	18678	60012	-113159	18678
BG 1a - (wind (45 gr))	18081	36619	4617	33409	-55362	4620
BG 3 - (wind (45) + ijs)	52715	110835	18676	60793	-113667	18679
BG 1a - bundelbr. (90gr).	23161	41797	4618	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	35850	64466	7763	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (45gr).	17489	36384	4617	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	27716	57669	7762	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	23814	42605	4618	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	36772	65513	7764	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm	$M_{y,Ed}$ kNm	$M_{z,Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	63,902	0	9,24	0,00	11,34	0,00
BG 3 - (wind (90) + ijs)	120,024	0	37,356	0,00	45,84	0,00
BG 1a - (wind (45 gr))	51,49	18,743	9,237	0,00	11,34	23,00
BG 3 - (wind (45) + ijs)	113,508	2,832	37,355	0,00	45,84	3,48
BG 1a - bundelbr. (90gr).	23,161	41,797	4,618	0,00	5,67	51,30
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	35,85	64,466	7,763	0,00	9,53	79,12
BG 1a - bundelbr. (45gr).	17,489	36,384	4,617	0,00	5,67	44,65
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	27,716	57,669	7,762	0,00	9,53	70,77
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	23,814	42,605	4,618	0,00	5,67	52,29
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	**36,772**	**65,513**	**7,764**	**0,00**	**9,53**	**80,40**

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - bundelbreuk (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 9,53 / 101 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 22,2 N/mm^2

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = 80,40 / 101 = 0,79 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 187,5 N/mm^2

N_{Ed} / N_{Rd} = 36,77 / 1576 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,5 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 7,76 / 455 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 2,3 N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 65,51 / 455 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 19,7 N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N$ = 194 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 197 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \le f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \le 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

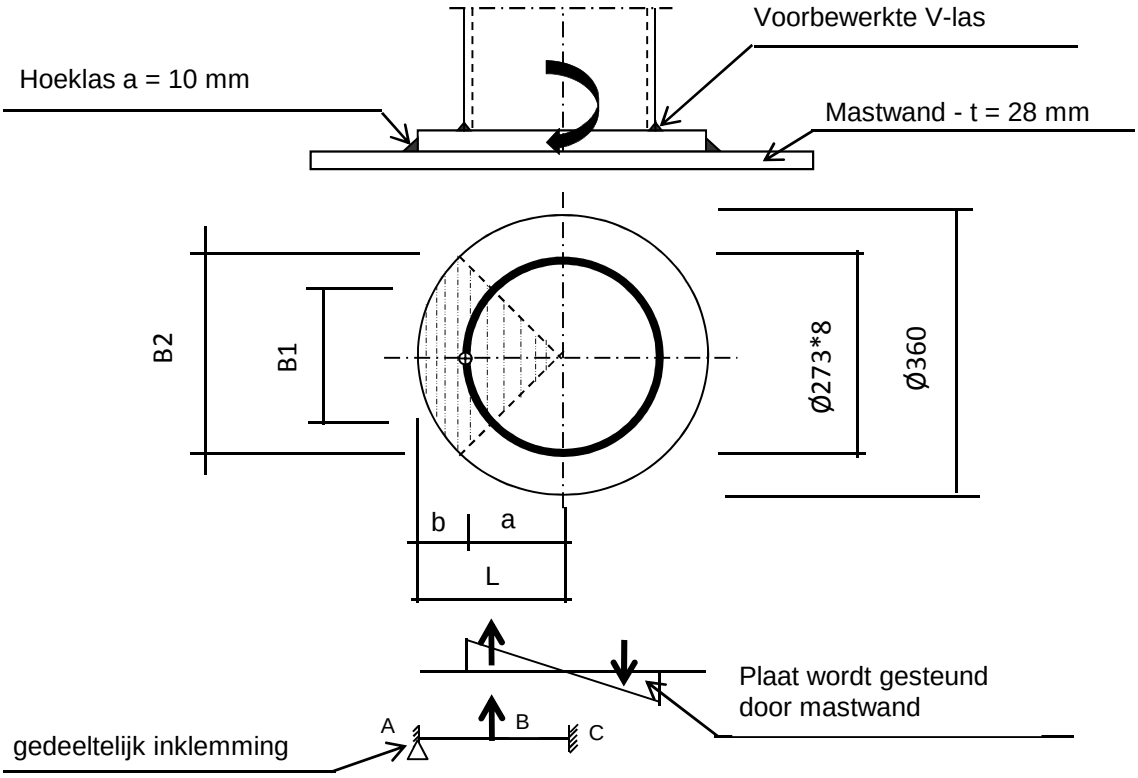
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 273*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond 360 * 25 - S355

Buis Ø273 * 8 - S355 ;

A =	6660	mm^2
W =	428697	mm^3
I =	58517143	mm^4
R =	137	mm

Hoeklas a= 10,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{ed,max} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 81,0 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

$F_{Ed} =$ 268,4 kN

$a = R_{buis} =$ 136,5

$b = R_{pl} - a =$ 43,5

B1 =	193,0	mm ;	Boog B1 =	214	mm
B2 =	254,6	mm ;	Boog B2 =	283	mm

Percentage inklemming= $a_{las} / t_{pl} =$ 40,0%

Percentage vrij oplegging = 60,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed} = 0$ 0,00 kNm

$M_{B;Ed} = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) =$ 7,53 kNm

$R_{A;Ed} = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) =$ 173,0 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed} = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) =$ 6,71 kNm

$M_{B;Ed} = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) =$ 3,25 kNm

$R_{A;Ed} = F_{Ed} * (a / L)^2 * (1 + 2* b / L) =$ 229,0 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed} =$ 0,0 * 60,0% + 6,7 * 40,0% = 2,69 kNm

$M_{B;Ed} =$ 7,5 * 60,0% + 3,2 * 40,0% = 5,81 kNm

$R_{A;Ed} =$ 173,0 * 60,0% + 229,0 * 40,0% = 195,4 kN

$M_{A;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B2} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 10,46 kNm

$M_{B;Rd} = ((1/4) * t_{pl}^2 * \text{Boog B1} * 355 / 1,5) / 10^{-6} =$ 7,93 kNm

$M_{A,Ed} / M_{A,Rd} =$ 2,69 / 10,46 = 0,26 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A} =$ 60,8 N/mm^2

$M_{B,Ed} / M_{B,Rd} =$ 5,81 / 7,93 = 0,73 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B} =$ 173,5 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

$V_{Ed} =$ 195,4 kN

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B2} =$ 27,6 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

$\tau = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * \text{Boog B1} =$ 36,4 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max} = \{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5} =$ 184,7 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 107,5 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 48,9 N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	107,5	+	48,9	=		156,3	N/mm^2
$\tau_{1,max}$ =	107,5	-	48,9	=		58,6	N/mm^2
τ_2 = 0							
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=		186,4	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ =	186,4	/	302,2	=	0,62	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	156,3	/	244,8	=	0,64	< 1,0	-- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1750,2	28,0	151493	S355	355	64198753
Plaat	360,0		101788	S355	355	4580442

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,21

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 31,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 514,4 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 15584,4 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,69 of n_p = -0,674

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,65

$M_{ip,1,Rd}$ = 241,3 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 495,8 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 45,84 / 241,3 = 0,19 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 140,2 kNm

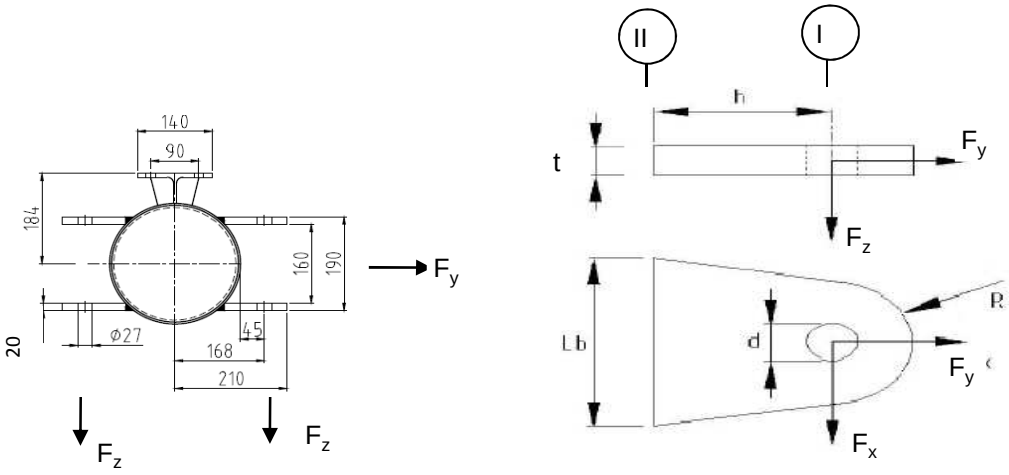
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 495,8 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 80,40 / 140,2 = 0,57 < 1,0 -- Voldoet

9.3,2 - Berekening clip "Retourstroomgeleider" (clip type 2)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	140	mm ;	d =	27	mm
h =	75	mm ;	a las =	voorbewerkte V-las	

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (wind (90 gr))	31,95	53,37	4,62
BG 3 - (wind (90) + ijs)	**60,01**	**113,16**	**18,68**
BG 1a - (wind (45 gr))	18,08	36,62	4,62
BG 3 - (wind (45) + ijs)	52,72	110,84	18,68

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

Per clip :	**30,01**	**56,58**	**18,68**

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 57,3 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 50 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	663 kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	15,5 kNm
W_x =	9,33E+03	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	2,2 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	382,6 kN

N_{Ed} =	56,58	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{x,Ed}$ * h =	2,25	kNm
$V_{z,Ed}$ =	18,68	kN	$M_{x,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h =	1,40	kNm
$V_{x,Ed}$ =	30,01	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	56,58	/	663	=	0,09	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		20,2	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	2,25	/	15,5	=	0,15	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		34,4	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	1,40	/	2,2	=	0,63	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		150,1	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	18,68	/	383	/	0,05	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		6,7	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	30,01	/	383	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		10,7	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 204,7 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 206 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

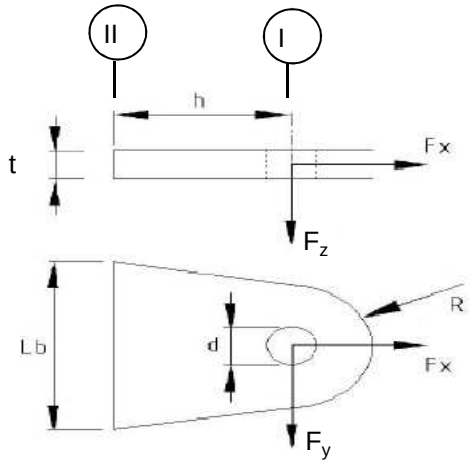
γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm ;	t =	20	mm
Lb =	110	mm ;	d =	27	mm
h =	55	mm ;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 200 kN	141,42	141,42	0,00
of	0,00	200,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van de gat (twee clips)

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 100,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 60 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips (twee clips)

A =	2200	mm^2	$N_{Rd} = A * f_y$ =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd} = W_y * f_y$ =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd} = W_z * f_y$ =	1,7	kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	70,71	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	3,889	kNm
$V_{y,Ed}$ =	70,71	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	70,71	/	521	=	0,14	< 1,0 -- Voldoet	
			σ_N =		32,1	N/mm^2	
$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ =	3,89	/	10	=	0,41	< 1,0 -- Voldoet	
			$\sigma_{b,y}$ =		96,4	N/mm^2	
$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ =	70,71	/	301	=	0,24	< 1,0 -- Voldoet	
			τ_y =		32,1	N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 32,1 + 96,4 } = 128,6 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 140 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN $M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 5,500 kNm

$V_{y,Ed}$ = 100,00 kN

$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ =	5,50	/	10	=	0,58	< 1,0 -- Voldoet	
			$\sigma_{b,y}$ =		136,4	N/mm^2	
$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ =	100,00	/	301	=	0,33	< 1,0 -- Voldoet	
			τ_y =		45,5	N/mm^2	

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 157 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	2550,3	28,0	221876	S355	355	138392000
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 1024,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 38531,8 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,80 of $n_p =$ -0,771

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,57

$N_{1,Rd} =$ 534,6 kN ---> > N1,Ed ; voldoet

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 70,71 / 534,6 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 58,8 kNm ---> > M1,Ed ; voldoet

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,89 / 58,8 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

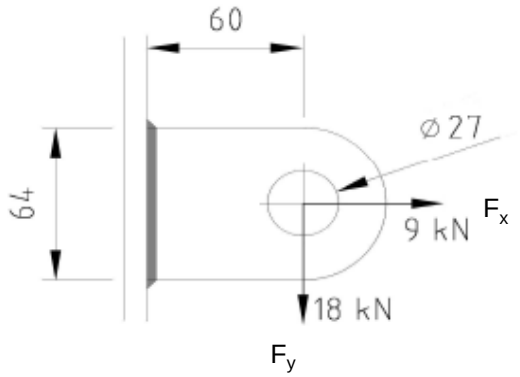
$N_{1,Ed} =$ 70,71 kN ; $M_{1,Ed} =$ 3,889 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 2571 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 7652 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8

Clip hoogte:
61,43 - 59,93 - 51,8 - 49,3 - 41,8 - 39,3 - 31,8 - 29,3 m



R =	32	mm ;	t =	20	mm
Lb =	64	mm ;	d =	27	mm
h =	60	mm ;	a las =	5	mm - hoeklas

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)
Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN
N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 9,00 / 303 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 7,0 N/mm^2

$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ = 1,08 / 3 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 79,1 N/mm^2

$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ = 18,00 / 175 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 14,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_1 =			121,8	N/mm^2
τ_2 = 0			28,1	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =		248,4	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	248,4 /	302,2 =	0,82	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	121,8 /	244,8 =	0,50	< 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 29.3 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1590,2	25,0	122929	S355	355	47357080
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0{,}25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 425,5 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 12278,1 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,74 of $n_p =$ -0,721

$k_p = 1{,}0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1{,}0 - 0{,}3 * n_p - 0{,}3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,61

$N_{1,Rd} =$ 458,4 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 458,4 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 29,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 29,3 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'

$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 6832 N/mm' ---> voldoet

Clip op 51,8 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	840,1	15,0	38880	S355	355	7878898
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,08 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,08

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 113,9 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 959,2 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,35 of $n_p =$ -0,335

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,86

$N_{1,Rd} =$ 232,7 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 232,7 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 14,9 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 14,9 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

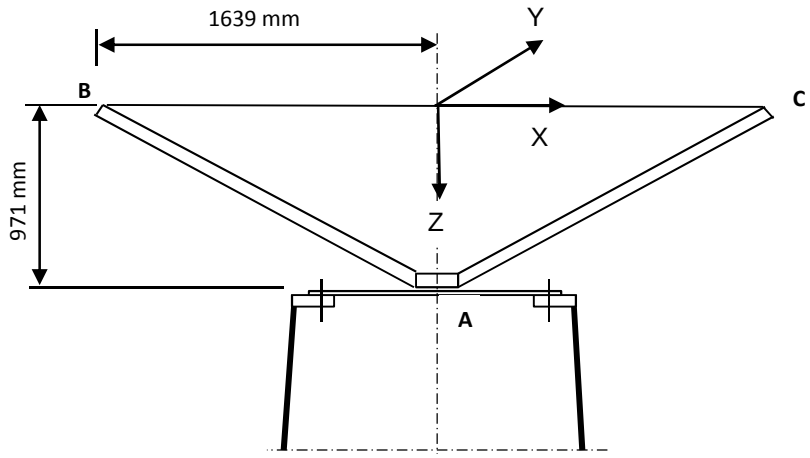
Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4099 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



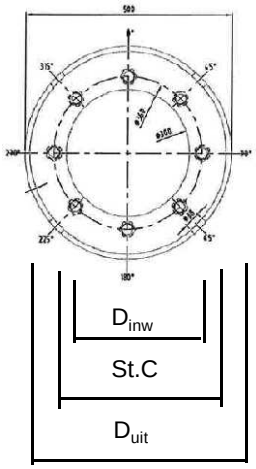
Buis rond 500 * 15

Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed}$ = $F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;



D-uitwendig	500	mm	
D-inwendig	300	mm	
StC	360	mm	
plaat dikte t =	30	mm	
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2	
Aantal bouten	8		
BoutenM24 - 8,8			

M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03	/ 1,5	=	135,4	kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36	/ 1,5	=	90,2	kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

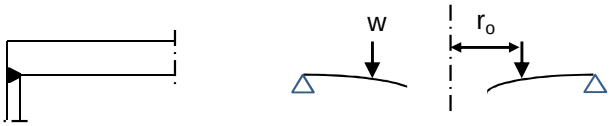
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

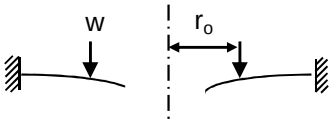
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} =	50,0%
Percentage vrij oplegging =	50,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ =	519230769
$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ =	0,3859
$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ =	0,9733
$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ =	0,4853
$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ =	0,0031
$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ =	0,0316
$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ =	0,2144
$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor $r = r_o$ =	0,1668
$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ =	0,0001
M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ =	769 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 17550 Nmm/mm'

$M_{ra;max,Ed}$ = 18318 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'

Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 18318 / 35500 = 0,52 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 122,1 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 126 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 15 - S355 ;

A = 22855 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 8114 kN

$W_y = W_z$ = 2,69E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 955,2 kNm

N_{Ed} = 35 kN

$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 8114 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 1,5 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 955 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 26,7 N/mm^2

σ_{max} = 28,3 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel(3)})$

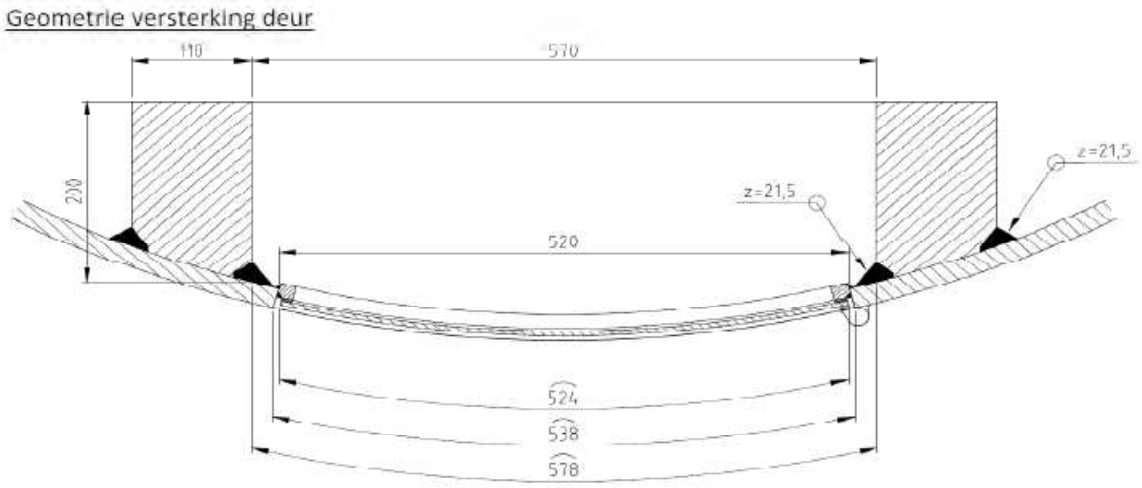
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

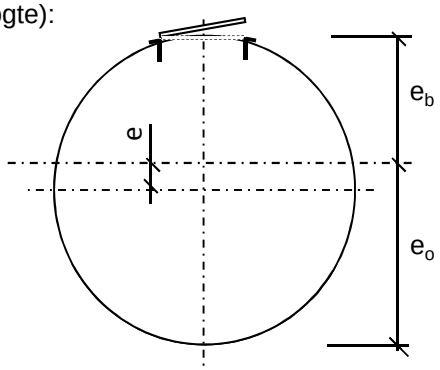
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter : 2526 mm
dikte t ; 28 mm

A_{buis} = 219750 mm^2
$A_{versterking}$ = 40531 mm^2
$A_{verlies}$ = 14502 mm^2

A_{tot} = 245778 mm^2

e = 107,2 mm
e_b = 1155,9 mm ; e_o = 1370,3 mm

I_{tot} = 1,95E+11 mm^4
W_{min} = 1,42E+08 mm^3
W_{max} = 1,69E+08 mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 28 (inclusief 2e orde effect)

M_{Ed} = 39022 kNm ; N_{Ed} = 1025 kN

σ_N = N_{Ed} / A_{tot} = 4,2 N/mm^2
σ_b = M_{Ed} / W_{min} = 274,3 N/mm^2

σ_{max} = 4,2 + 274,3 = 278,5 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 V10,0 - 18 -11-2013

bijlage N, N1 en N2

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	17046	70458	137544	17046	70458	-137544
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17046	69655	136876	17046	69655	-136876
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	68668	136110	17045	68668	-136110
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2226	9796	18590	2226	9796	-18590
	Comp. gl	4617	18864	37163	4617	18864	-37163
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	72973	153782	17036	72973	-153782
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	72875	153781	17036	72875	-153781
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	72751	153785	17036	72751	-153785
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2225	9509	19909	2225	9509	-19909
	Comp. gl	4615	19347	40832	4615	19347	-40832
3	380C1F1 / 380C2F1	29376	104312	216126	29376	104312	-216126
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29376	104020	216089	29376	104020	-216089
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29376	103654	216058	29376	103654	-216058
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	9244	26783	54949	9244	26783	-54949
	Comp. gl	18676	53224	110761	18676	53224	-110761
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	73762	155471	20053	73762	-155471
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	73667	155479	20053	73667	-155479
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	73547	155493	20053	73547	-155493
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2978	10784	22643	2978	10784	-22643
	Comp. gl	6122	21974	46465	6122	21974	-46465
6	380C1F1 / 380C2F1	19177	68716	147362	19177	68716	-147362
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19177	68716	147362	19177	68716	-147362
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	19177	68716	147362	19177	68716	-147362
	GW / opgw	2505	9033	19371	2505	9033	-19371
	Comp. gl	5195	18706	40116	5195	18706	-40116
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	67119	135061	17057	130900	-213662
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	66677	134803	17056	124305	-204739
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	66131	134516	17054	115909	-193419
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2226	9102	17936	2228	21514	-34170
	Comp. gl	4617	18081	36619	4620	33409	-55362

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	72547	153803	17037	79755	-157640
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	72487	153812	17036	78948	-156952
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	72410	153824	17036	77958	-156163
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	9428	19902	2225	10900	-20985
	Comp. gl	4615	19245	40840	4615	20946	-41664
3	380C1F1 / 380C2F1	29376	103058	216048	29381	125336	-231339
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29376	102881	216055	29380	122823	-228863
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29376	102659	216072	29379	119728	-225957
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	9244	26385	54955	9247	33116	-58719
	Comp. gl	18676	52715	110835	18679	60793	-113667
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	73350	155525	20053	79986	-158127
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	73291	155536	20053	79261	-157616
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	73217	155553	20053	78368	-157037
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2978	10709	22648	2978	11966	-23269
	Comp. gl	6122	21877	46484	6122	23381	-46885
1a	380C1F1 / 380C2F1	17056	124980	205651	17056	124980	-205651
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17055	118872	197406	17055	118872	-197406
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17053	111117	186995	17053	111117	-186995
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2228	20429	32679	2228	20429	-32679
	Comp. gl	4620	31951	53373	4620	31951	-53373
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	79030	157020	17036	79030	-157020
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	78303	156430	17036	78303	-156430
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	77410	155757	17036	77410	-155757
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2225	10748	20825	2225	10748	-20825
	Comp. gl	4615	20776	41527	4615	20776	-41527
3	380C1F1 / 380C2F1	29380	123077	229108	29380	123077	-229108
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29380	120807	226950	29380	120807	-226950
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29379	118012	224428	29379	118012	-224428
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	9246	32450	58151	9246	32450	-58151
	Comp. gl	18678	60012	113159	18678	60012	-113159
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	79334	157666	20053	79334	-157666
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	78680	157232	20053	78680	-157232

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	77872	156743	20053	77872	-156743
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2978	11840	23167	2978	11840	-23167
	Comp. gl	6122	23237	46803	6122	23237	-46803
1a	380C1F1 / 380C2F1	17057	130900	213662	17045	67119	-135061
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17056	124305	204739	17045	66677	-134803
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17054	115909	193419	17045	66131	-134516
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2228	21514	34170	2226	9102	-17936
	Comp. gl	4620	33409	55362	4617	18081	-36619
1b	380C1F1 / 380C2F1	17037	79755	157640	17036	72547	-153803
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	78948	156952	17036	72487	-153812
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	77958	156163	17036	72410	-153824
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2225	10900	20985	2225	9428	-19902
	Comp. gl	4615	20946	41664	4615	19245	-40840
3	380C1F1 / 380C2F1	29381	125336	231339	29376	103058	-216048
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29380	122823	228863	29376	102881	-216055
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29379	119728	225957	29376	102659	-216072
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	9247	33116	58719	9244	26385	-54955
	Comp. gl	18679	60793	113667	18676	52715	-110835
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	79986	158127	20053	73350	-155525
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	79261	157616	20053	73291	-155536
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	78368	157037	20053	73217	-155553
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2978	11966	23269	2978	10709	-22648
	Comp. gl	6122	23381	46885	6122	21877	-46484
1a	380C1F1 / 380C2F1	12782	58487	111876	12782	58487	-111876
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12782	57534	110884	12782	57534	-110884
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	56365	109729	12781	56365	-109729
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1669	8291	15363	1669	8291	-15363
	Comp. gl	3462	15495	29938	3462	15495	-29938
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	59266	124389	12774	59266	-124389
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	59160	124371	12774	59160	-124371
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	59026	124354	12774	59026	-124354
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1668	7663	15950	1668	7663	-15950

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	3461	15550	32688	3461	15550	-32688
3	380C1F1 / 380C2F1	25109	93214	192328	25109	93214	-192328
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25109	92908	192258	25109	92908	-192258
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25109	92524	192190	25109	92524	-192190
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	8685	25652	52524	8685	25652	-52524
	Comp. gl	17518	50875	105724	17518	50875	-105724
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	61248	128638	15788	61248	-128638
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	61149	128635	15788	61149	-128635
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	61023	128636	15788	61023	-128636
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2421	9163	19167	2421	9163	-19167
	Comp. gl	4966	18625	39284	4966	18625	-39284
6	380C1F1 / 380C2F1	12781	49433	106010	12781	49433	-106010
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	49433	106010	12781	49433	-106010
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	12781	49433	106010	12781	49433	-106010
	GW / opgw	1669	6441	13813	1669	6441	-13813
	Comp. gl	3462	13367	28666	3462	13367	-28666
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	54545	108097	12792	126013	-203187
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	54030	107683	12791	119007	-193383
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	53398	107211	12789	110005	-180763
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1669	7466	14428	1671	21038	-33151
	Comp. gl	3462	14575	29100	3465	31889	-52105
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	58810	124344	12775	67185	-130687
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	58746	124344	12775	66217	-129653
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	58665	124348	12774	65032	-128446
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1668	7574	15927	1669	9312	-17579
	Comp. gl	3461	15441	32682	3461	17403	-34068
3	380C1F1 / 380C2F1	25109	91902	192127	25114	116091	-211518
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25109	91720	192120	25113	113341	-208533
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25109	91490	192121	25112	109949	-204991
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	8685	25248	52517	8688	32173	-56698
	Comp. gl	17518	50360	105786	17520	58644	-109062
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	60818	128650	15789	68194	-132843

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	60757	128657	15788	67364	-132105
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	60680	128668	15788	66345	-131256
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2421	9084	19165	2421	10470	-20062
	Comp. gl	4966	18525	39296	4966	20153	-39964
1a	380C1F1 / 380C2F1	12791	119726	194390	12791	119726	-194390
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12790	113193	185234	12790	113193	-185234
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12789	104817	173489	12789	104817	-173489
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1671	19913	31574	1671	19913	-31574
	Comp. gl	3464	30325	49888	3464	30325	-49888
1b	380C1F1 / 380C2F1	12775	66315	129755	12775	66315	-129755
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	65444	128858	12774	65444	-128858
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	64379	127815	12774	64379	-127815
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1669	9129	17354	1669	9129	-17354
	Comp. gl	3461	17200	33860	3461	17200	-33860
3	380C1F1 / 380C2F1	25113	113619	208830	25113	113619	-208830
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25112	111132	206207	25112	111132	-206207
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25112	108069	203109	25112	108069	-203109
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	8688	31486	56084	8688	31486	-56084
	Comp. gl	17520	57838	108499	17520	57838	-108499
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	67448	132178	15788	67448	-132178
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	66700	131544	15788	66700	-131544
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	65782	130818	15788	65782	-130818
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2421	10329	19926	2421	10329	-19926
	Comp. gl	4966	19993	39847	4966	19993	-39847
1a	380C1F1 / 380C2F1	12792	126013	203187	12781	54545	-108097
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12791	119007	193383	12781	54030	-107683
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12789	110005	180763	12781	53398	-107211
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1671	21038	33151	1669	7466	-14428
	Comp. gl	3465	31889	52105	3462	14575	-29100
1b	380C1F1 / 380C2F1	12775	67185	130687	12774	58810	-124344
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12775	66217	129653	12774	58746	-124344
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	65032	128446	12774	58665	-124348

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1669	9312	17579	1668	7574	-15927
	Comp. gl	3461	17403	34068	3461	15441	-32682
3	380C1F1 / 380C2F1	25114	116091	211518	25109	91902	-192127
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25113	113341	208533	25109	91720	-192120
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25112	109949	204991	25109	91490	-192121
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	8688	32173	56698	8685	25248	-52517
	Comp. gl	17520	58644	109062	17518	50360	-105786
4	380C1F1 / 380C2F1	15789	68194	132843	15788	60818	-128650
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	67364	132105	15788	60757	-128657
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	66345	131256	15788	60680	-128668
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2421	10470	20062	2421	9084	-19165
	Comp. gl	4966	20153	39964	4966	18525	-39296

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	65978	134443	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	65655	134298	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	65254	134141	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2226	8869	17762	0	0	0
	Comp. gl	4617	17812	36487	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	72723	153787	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	72647	153793	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	72551	153803	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2225	9461	19903	0	0	0
	Comp. gl	4615	19287	40835	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19802	77768	160718	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19802	77517	160650	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19802	77203	160581	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3796	14234	28538	0	0	0
	Comp. gl	7762	28198	57773	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	19451	71802	151812	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19451	71728	151822	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19451	71635	151838	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2828	10310	21723	0	0	0
	Comp. gl	5821	21063	44642	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	19177	68716	147362	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19177	68716	147362	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	19177	68716	147362	0	0	0
	GW / opgw	2505	9033	19371	0	0	0
	Comp. gl	5195	18706	40116	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	64613	133947	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	64427	133907	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	64193	133866	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2226	8595	17608	0	0	0
	Comp. gl	4617	17489	36384	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	72393	153827	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	72346	153837	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	72286	153850	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	9399	19903	0	0	0
	Comp. gl	4615	19208	40847	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19802	76696	160509	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19802	76547	160498	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19802	76360	160493	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3796	13832	28363	0	0	0
	Comp. gl	7762	27716	57669	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	19451	71480	151870	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19451	71434	151881	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19451	71375	151896	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2828	10251	21731	0	0	0
	Comp. gl	5821	20986	44660	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	17049	88694	157786	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17048	85924	154369	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17048	82496	150248	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2227	13529	23228	0	0	0
	Comp. gl	4618	23161	41797	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	77213	155617	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	76684	155257	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	76032	154852	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2225	10368	20455	0	0	0
	Comp. gl	4615	20350	41219	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19805	94794	175433	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19805	92704	173118	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19804	90133	170380	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3797	20828	35526	0	0	0
	Comp. gl	7763	35850	64466	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	19451	76022	153058	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19451	75535	152787	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19451	74931	152486	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2828	11112	22051	0	0	0
	Comp. gl	5821	22032	44825	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	17049	91433	161228	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17049	88385	157402	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17048	84603	152765	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2227	14071	23957	0	0	0
	Comp. gl	4618	23814	42605	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	77740	155999	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	77154	155575	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	76433	155096	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2225	10478	20558	0	0	0
	Comp. gl	4615	20473	41302	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19806	96873	177802	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19805	94560	175171	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19805	91711	172045	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3798	21594	36481	0	0	0
	Comp. gl	7764	36772	65513	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	19451	76507	153348	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19451	75968	153026	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19451	75302	152666	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2828	11206	22119	0	0	0
	Comp. gl	5821	22141	44877	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	53222	107088	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	52851	106842	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	52394	106564	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1669	7191	14164	0	0	0
	Comp. gl	3462	14265	28881	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	58997	124352	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	58915	124346	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	58813	124344	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1668	7610	15934	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
	Comp. gl	3461	15485	32682	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	15538	65149	133659	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15538	64872	133536	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15538	64529	133402	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3239	12761	25380	0	0	0
	Comp. gl	6606	25101	51132	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15186	59156	124693	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15186	59079	124696	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15186	58981	124702	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2271	8662	18188	0	0	0
	Comp. gl	4665	17660	37346	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	12781	49433	106010	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	49433	106010	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	12781	49433	106010	0	0	0
	GW / opgw	1669	6441	13813	0	0	0
	Comp. gl	3462	13367	28666	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	51673	106197	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	51465	106111	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	51207	106018	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1669	6874	13917	0	0	0
	Comp. gl	3462	13901	28691	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	58647	124349	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	58597	124354	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	58535	124361	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1668	7543	15924	0	0	0
	Comp. gl	3461	15402	32684	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	15538	63979	133237	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15538	63819	133203	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15538	63619	133169	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3238	12329	25139	0	0	0
	Comp. gl	6606	24590	50966	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15186	58821	124722	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15186	58773	124730	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15186	58713	124742	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2271	8600	18190	0	0	0
	Comp. gl	4665	17581	37358	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12785	79869	138866	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12784	76688	134567	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12784	72715	129277	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1670	12565	21162	0	0	0
	Comp. gl	3463	20558	36215	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	64146	127595	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	63519	127026	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	62750	126371	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1668	8672	16819	0	0	0
	Comp. gl	3461	16694	33380	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	15541	84746	153890	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15541	82341	150899	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15541	79370	147304	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3240	19918	33574	0	0	0
	Comp. gl	6608	33469	59363	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15187	63819	126890	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15186	63265	126476	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15186	62582	126005	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2271	9546	18692	0	0	0
	Comp. gl	4665	18707	37695	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12785	82990	143126	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12785	79515	138386	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12784	75162	132522	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1670	13162	22007	0	0	0
	Comp. gl	3463	21310	37236	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	64772	128192	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	64075	127530	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	63221	126766	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1668	8804	16969	0	0	0
	Comp. gl	3461	16840	33512	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	15542	87128	156909	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15541	84477	153553	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15541	81195	149498	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3240	20730	34631	0	0	0
	Comp. gl	6608	34473	60583	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15187	64373	127328	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15187	63757	126842	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15186	63001	126289	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2271	9652	18786	0	0	0
	Comp. gl	4665	18828	37773	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	14202	58927	117336	14202	58927	-117336
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14202	58429	116970	14202	58429	-116970
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14202	57816	116556	14202	57816	-116556
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1855	8041	15633	1855	8041	-15633
	Comp. gl	3847	15792	31671	3847	15792	-31671
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	63543	134464	14194	63543	-134464
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	63480	134467	14194	63480	-134467
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	63399	134474	14194	63399	-134474
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1854	8213	17290	1854	8213	-17290
	Comp. gl	3845	16749	35479	3845	16749	-35479
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	84618	176416	22419	84618	-176416
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	84425	176396	22419	84425	-176396
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	84184	176381	22419	84184	-176381
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	6530	20638	42602	6530	20638	-42602
	Comp. gl	13213	41150	85996	13213	41150	-85996
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	62101	131369	16206	62101	-131369
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	62039	131376	16206	62039	-131376
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	61960	131388	16206	61960	-131388
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2356	8891	18744	2356	8891	-18744
	Comp. gl	4850	18179	38547	4850	18179	-38547
1a	380C1F1 / 380C2F1	14202	56851	116000	14208	98189	-165882
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14202	56574	115867	14208	93717	-159769
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14202	56231	115721	14207	88077	-152129
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1855	7613	15270	1856	15816	-25944
	Comp. gl	3847	15304	31383	3849	25141	-43062
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	63266	134493	14195	67811	-136493
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	63227	134500	14195	67309	-136112
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	63177	134510	14195	66693	-135679
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1854	8160	17289	1854	9080	-17879
	Comp. gl	3845	16682	35488	3846	17755	-35908
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	83790	176382	22421	98433	-186136

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N2**

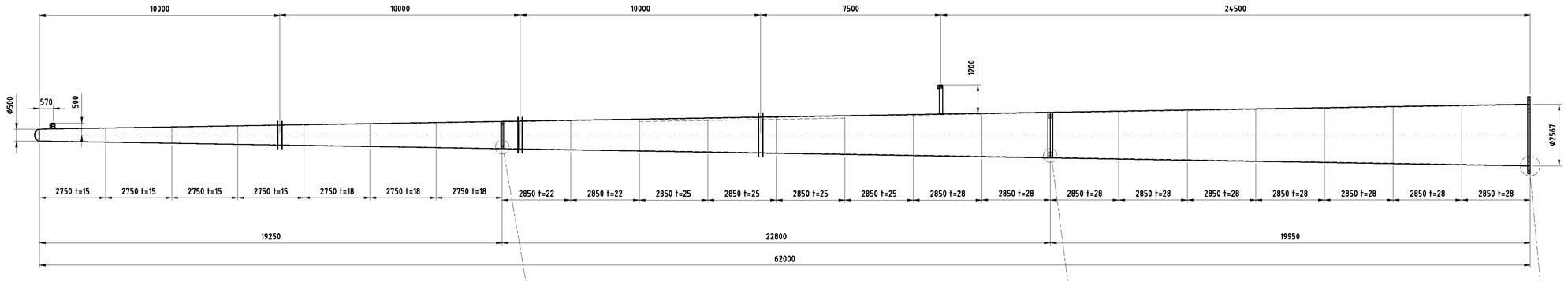
Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

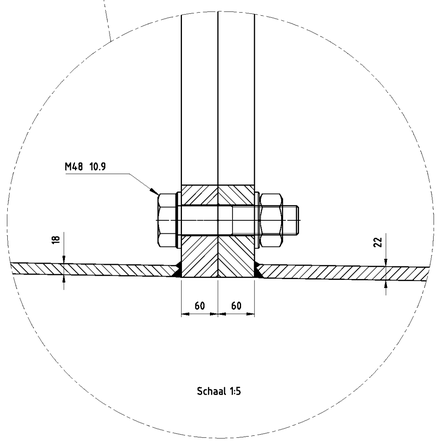
Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	83673	176389	22421	96774	-184519
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	83526	176403	22420	94735	-182634
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	6530	20371	42601	6531	24969	-45353
	Comp. gl	13213	40808	86040	13214	46287	-88135
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	61831	131414	16207	66084	-132786
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	61792	131422	16207	65626	-132496
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	61743	131435	16207	65059	-132172
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2356	8841	18749	2356	9651	-19102
	Comp. gl	4850	18115	38561	4850	19090	-38769
1a	380C1F1 / 380C2F1	14208	94173	160390	14208	94173	-160390
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14207	90060	154804	14207	90060	-154804
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14206	84889	147858	14206	84889	-147858
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1856	15062	24884	1856	15062	-24884
	Comp. gl	3848	24165	41727	3848	24165	-41727
1b	380C1F1 / 380C2F1	14195	67360	136149	14195	67360	-136149
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14195	66908	135825	14195	66908	-135825
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14195	66351	135458	14195	66351	-135458
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1854	8986	17788	1854	8986	-17788
	Comp. gl	3846	17650	35833	3846	17650	-35833
3	380C1F1 / 380C2F1	22421	96941	184679	22421	96941	-184679
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22420	95445	183276	22420	95445	-183276
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22420	93607	181648	22420	93607	-181648
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	6531	24509	44940	6531	24509	-44940
	Comp. gl	13214	45753	87767	13214	45753	-87767
4	380C1F1 / 380C2F1	16207	65672	132524	16207	65672	-132524
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16207	65257	132281	16207	65257	-132281
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	64744	132009	16206	64744	-132009
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2356	9570	19041	2356	9570	-19041
	Comp. gl	4850	18997	38722	4850	18997	-38722
1a	380C1F1 / 380C2F1	14208	98189	165882	14202	56851	-116000
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14208	93717	159769	14202	56574	-115867
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14207	88077	152129	14202	56231	-115721

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N2**

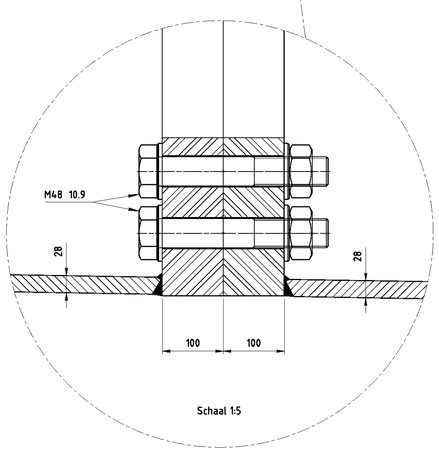
Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1856	15816	25944	1855	7613	-15270
	Comp. gl	3849	25141	43062	3847	15304	-31383
1b	380C1F1 / 380C2F1	14195	67811	136493	14194	63266	-134493
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14195	67309	136112	14194	63227	-134500
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14195	66693	135679	14194	63177	-134510
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1854	9080	17879	1854	8160	-17289
	Comp. gl	3846	17755	35908	3845	16682	-35488
3	380C1F1 / 380C2F1	22421	98433	186136	22419	83790	-176382
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22421	96774	184519	22419	83673	-176389
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22420	94735	182634	22419	83526	-176403
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	6531	24969	45353	6530	20371	-42601
	Comp. gl	13214	46287	88135	13213	40808	-86040
4	380C1F1 / 380C2F1	16207	66084	132786	16206	61831	-131414
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16207	65626	132496	16206	61792	-131422
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16207	65059	132172	16206	61743	-131435
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2356	9651	19102	2356	8841	-18749
	Comp. gl	4850	19090	38769	4850	18115	-38561

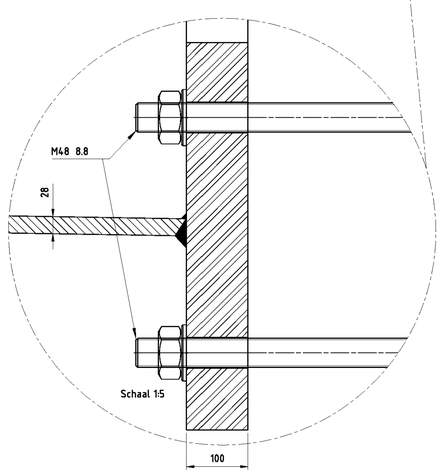




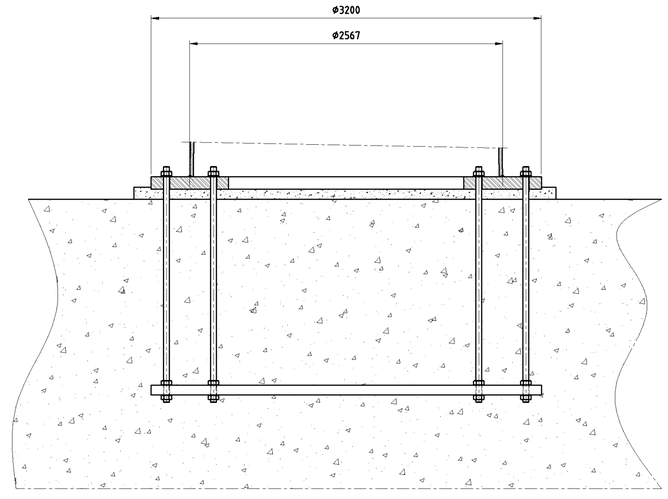
Schaal 1:5



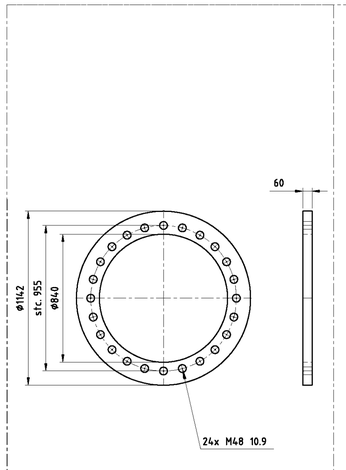
Schaal 1:5



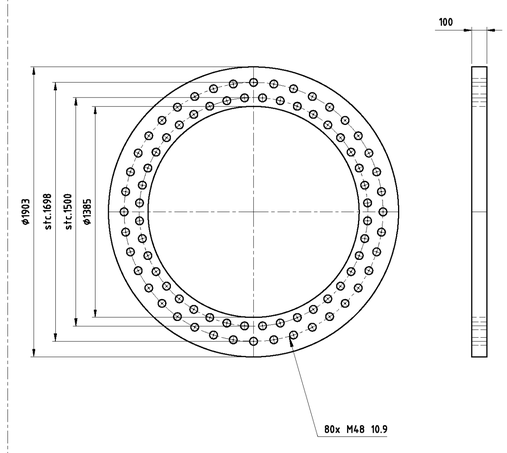
Schaal 1:5



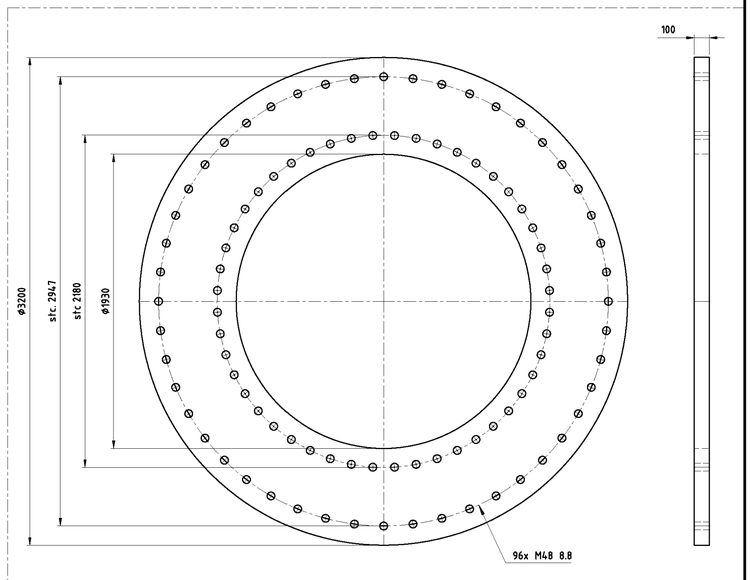
Schaal 1:25



Schaal 1:20



Schaal 1:20



Schaal 1:20

Toleranties volgens C DIN8570
Dit geeft: (maten in mm)

DIN 8570	klasse C
<30	+/-1
30-120	+/-3
120-315	+/-4
315-1000	+/-6
1000-2000	+/-8
2000-4000	+/-11
4000-8000	+/-14
8000-12000	+/-18
12000-16000	+/-21
16000-20000	+/-24
>20000	+/-27

-Onrondheid aan segment einden <0.2%
-Onrondheid bij overige secties
(niet aan de segment einden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Ankers kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor lasdetails tek. 07.81.940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9018
Kleur uithouders, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 3
Gewicht mastdeel 2: kg
Gewicht mastdeel 1: kg
Totaal gewicht W2E350+5: kg

Benaming: Mast type W2H400+5

Uitg	Datum	Get	Gec
1	14-08-2012	WvL	

Schaal: 1:100
Maateenheid: mm
Materiaal:
Finish:
Plaats: NVT
Adres: NVT
Opstelpunt nr: NVT

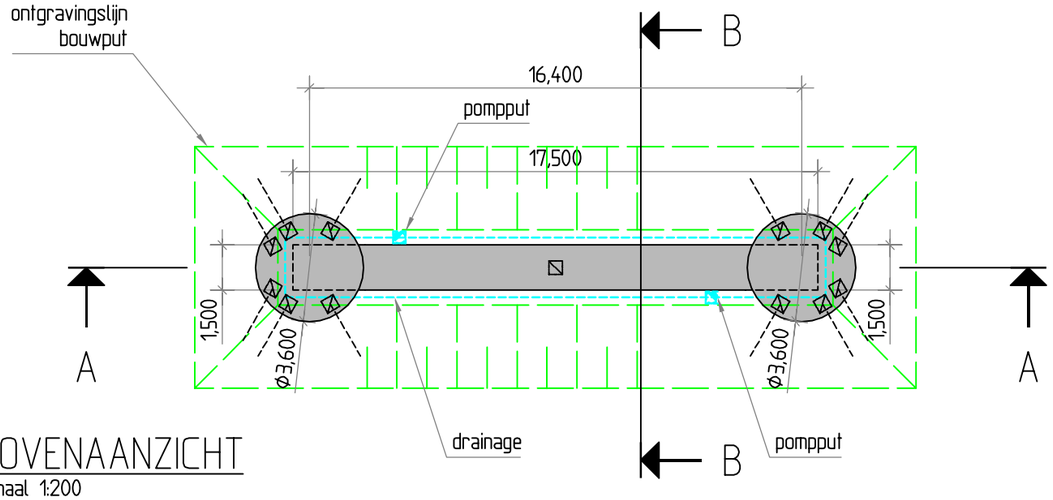
VolkerWessels Telecom
Projecte
Tek.nr.: MS20120025/06 A1

VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, Kanaal Zuid 286 Lieren
Postbus 676, 7300AR Apeldoorn Tel: +31 (0)88 186 02 00

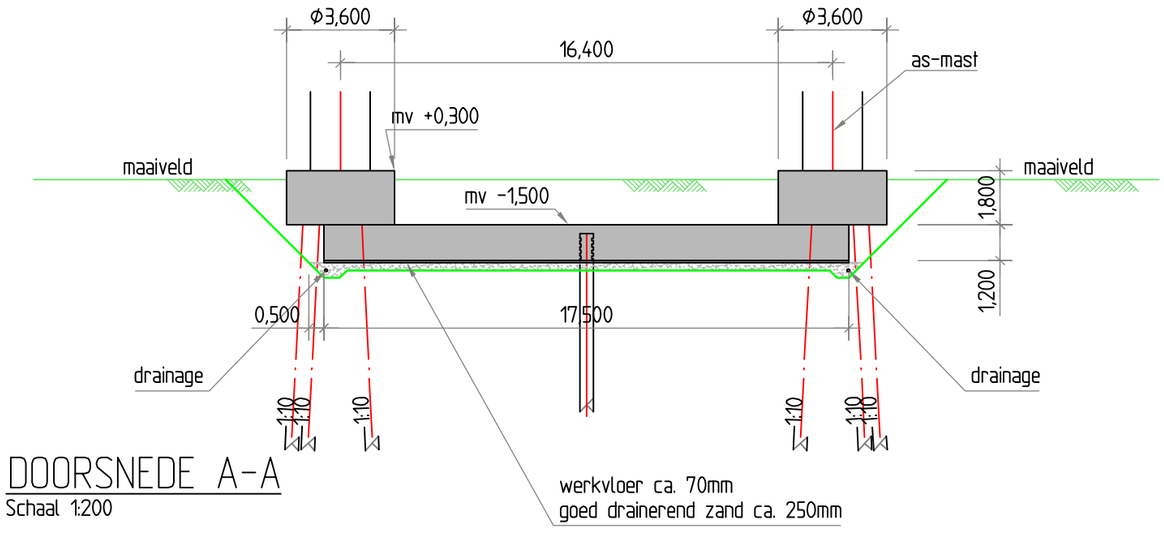
auteursrechten VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, nadruk verboden

Bijlage 6

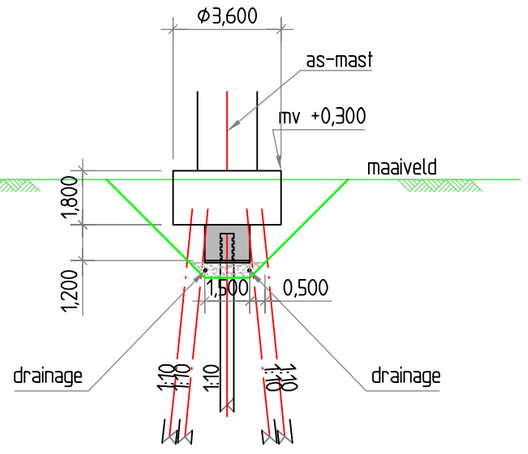
Constructietekening en berekening mastfundaties Randstad 380 kV



BOVENAANZICHT
Schaal 1:200



DOORSNEDE A-A
Schaal 1:200



DOORSNEDE B-B
Schaal 1:200

OPMERKINGEN:

Aantal van deze funderingen op verschillende locaties tbv. masten type A = 25 stuks

Toe te passen palen: beton 450mm x 450mm, lengte n.t.b.

Toe te passen betonwerk;
- Betonkwaliteit onderbalk C30/37, montagebalk C35/45, milieuklasse XC2
- Wapeningsstaal kwaliteit B500B

wijzigingen rev 02:
Onderbalk aangepast, ontgravingsprofiel aangepast, werkvloer, zandbed, drainage en pompputten toegevoegd.
Aantal aangepast (mast 126 heeft funderingstype C gekregen).

Combining Knowledge and Experience

bam COFELY FABRICOM GDF SUEZ

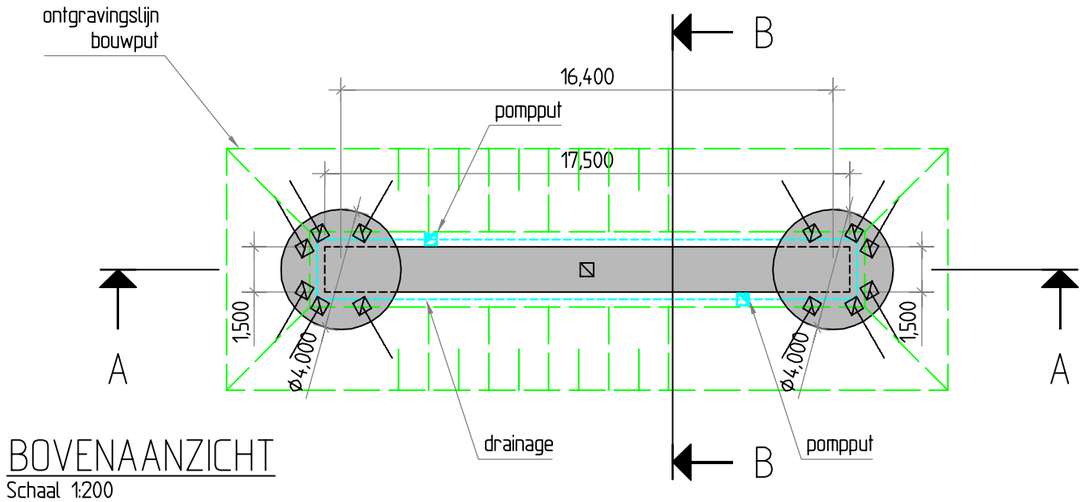
Randstad 380kV Noordring

			P. de Jager	A. Hogenboom
			Controleur	Vrijgegeven door
Omschrijving: Definitief Ontwerp Mastfundaties Mastfundatie type A	03			
	02	onderbalk, ontgraving,drain	04-10-2013	R.G.J. Caspers
	01	zie opmerkingen	06-08-2013	R.G.J. Caspers
	Rev.	Wijziging	Datum	Naam
	Schaal:	1:100	Formaat:	A3
Projekt: Randstad 380kV Noordring	Naam:	R.G.J. Caspers	Datum:	19-07-2013

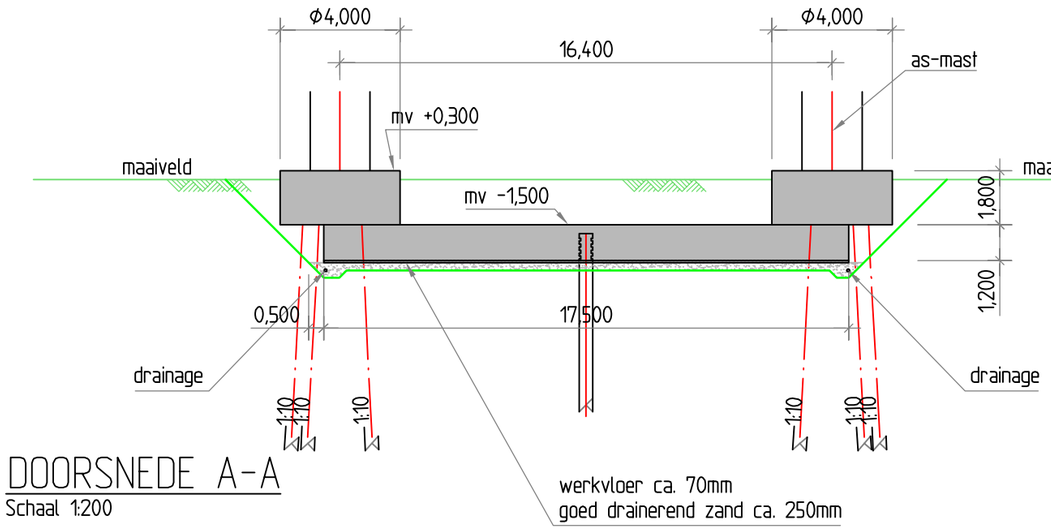
TenneT Taking power further

Tekeningnummer: R3N-TEK-0019 blad 001

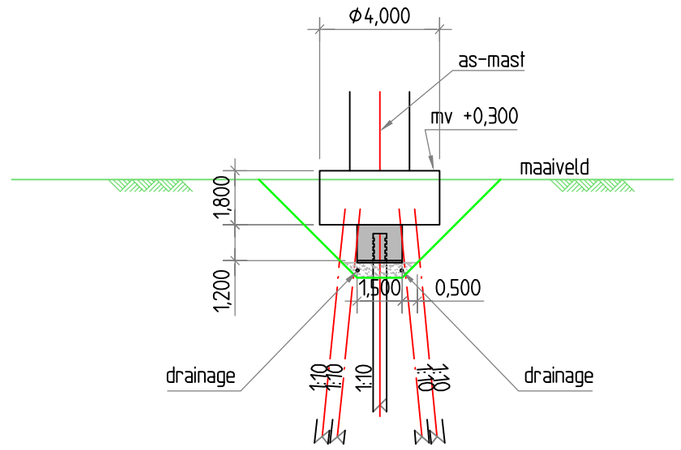
AutoCAD filename:: Systnr:



BOVENAANZICHT
Schaal 1:200



DOORSNEDE A-A
Schaal 1:200



DOORSNEDE B-B
Schaal 1:200

OPMERKINGEN:
Aantal van deze funderingen op verschillende locaties tbv. masten type B = 15 stuks

Toe te passen palen: beton 450mm x 450mm, lengte n.t.b.

Toe te passen betonwerk;
- Betonkwaliteit onderbalk C30/37, montagebalk C35/45, milieuklasse XC2
- Wapeningsstaal kwaliteit B500B

wijzigingen rev 02:
Onderbalk aangepast, ontgravingsprofiel aangepast, werkvloer, zandbed, drainage en pompputten toegevoegd.
Aantal aangepast (mast 118 heeft funderingstype D gekregen).

Combining Knowledge and Experience

bam COFELY FABRICOM GDF SUEZ

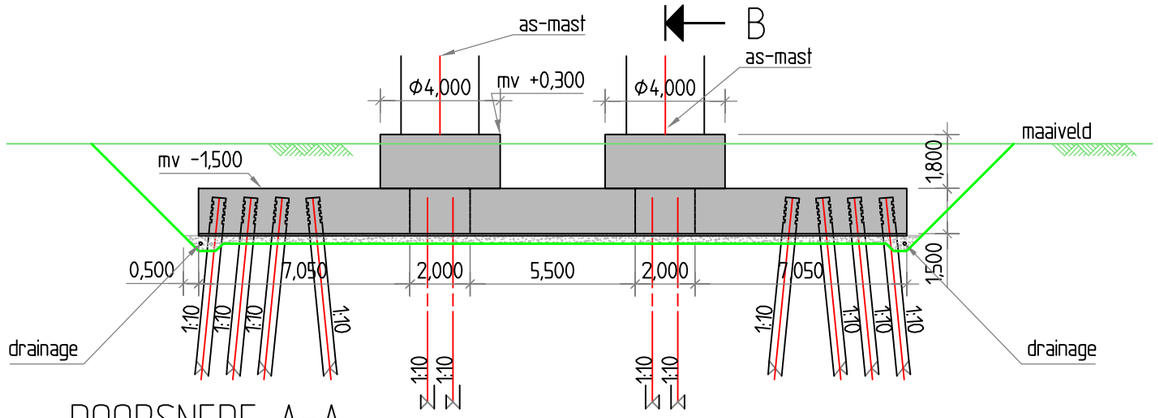
Randstad 380kV Noordring

			P. de Jager	A. Hogenboom
			Controleur	Vrijgegeven door
Omschrijving: Definitief Ontwerp Mastfundaties Mastfundatie type B	03			
	02	onderbalk, ontgraving,drain	04-10-2013	R.G.J. Caspers
	01	zie opmerkingen	06-08-2013	R.G.J. Caspers
	Rev.	Wijziging	Datum	Naam
	Schaal: 1:100		Formaat: A3	
Projekt: Randstad 380kV Noordring	Naam: R.G.J. Caspers		Datum: 19-07-2013	

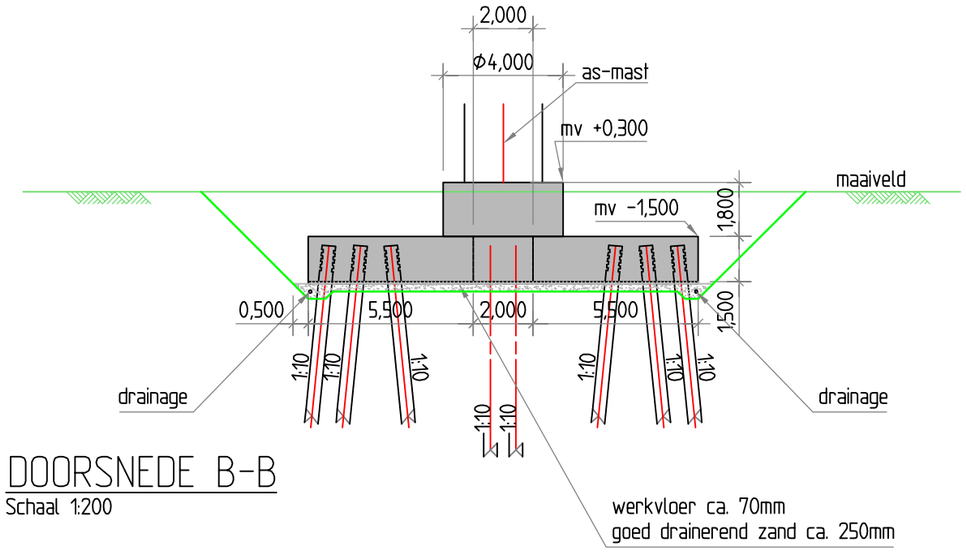
TenneT Taking power further

Tekeningnummer: R3N-TEK-0020 blad 001

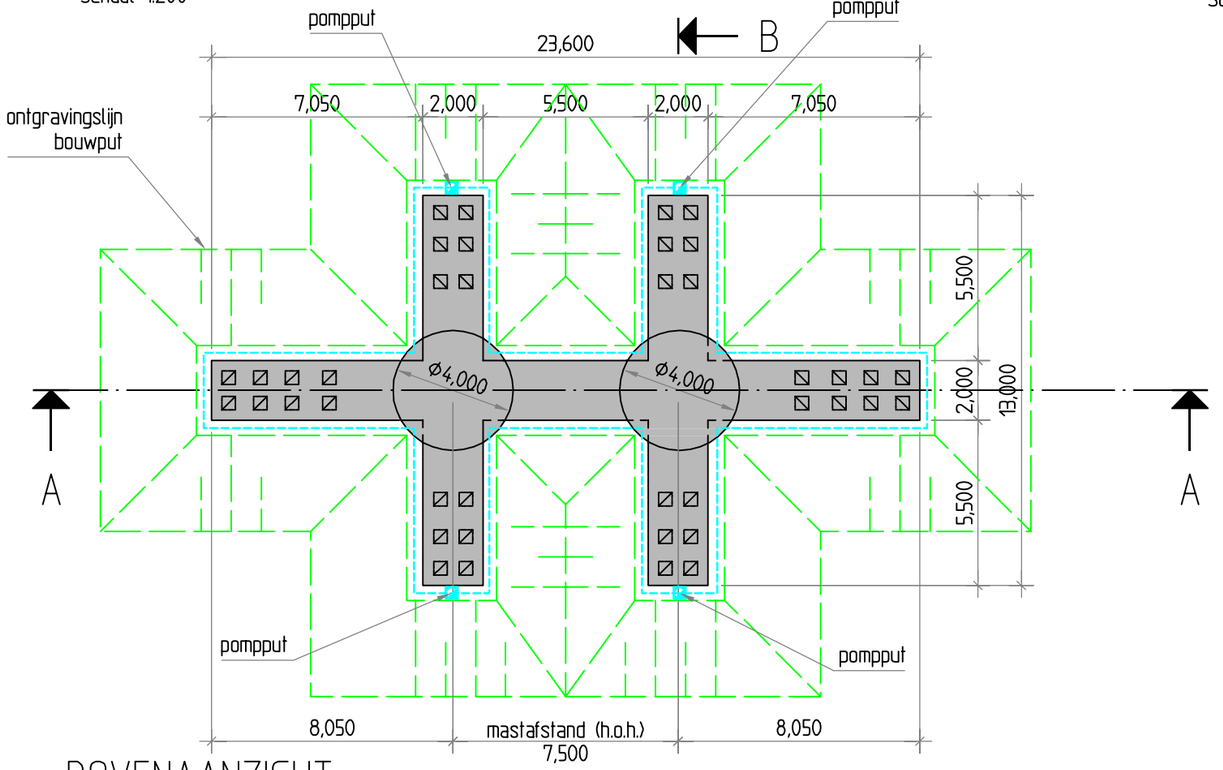
AutoCAD filename:: Systnr:



DOORSNEDE A-A
Schaal 1:200



DOORSNEDE B-B
Schaal 1:200



BOVENAANZICHT
Schaal 1:200

OPMERKINGEN:

Aantal van deze funderingen op verschillende locaties tbv. masten type C = 14 stuks

Toe te passen palen: beton 450mm x 450mm, lengte n.t.b.

Toe te passen betonwerk;
- Betonkwaliteit onderbalk C28/35, montagebalk C35/45, milieuklasse XC2
- Wapeningsstaal kwaliteit B500B

wijzigingen rev 02:
Ontgravingsprofiel aangepast, werkvloer, zandbed, drainage en pompputten toegevoegd.
Aantal aangepast (mast 126 heeft nu ook funderingstype C gekregen).

Combining Knowledge and Experience

bam COFELY FABRICOM GDF SUEZ

Randstad 380kV Noordring

		P. de Jager (Controleur)	A. Hogenboom (Vrijgegeven door)
03			
02	Ontgravingen en voorz.	04-10-2013	R.G.J. caspers
01	AFW-0050: mastafstand	06-09-2013	R.G.J. Caspers
Rev.	Wijziging	Datum	Naam

Omschrijving: Definitief Ontwerp
Mastfundaties
Mastfundatie type C

Projekt: Randstad 380kV Noordring

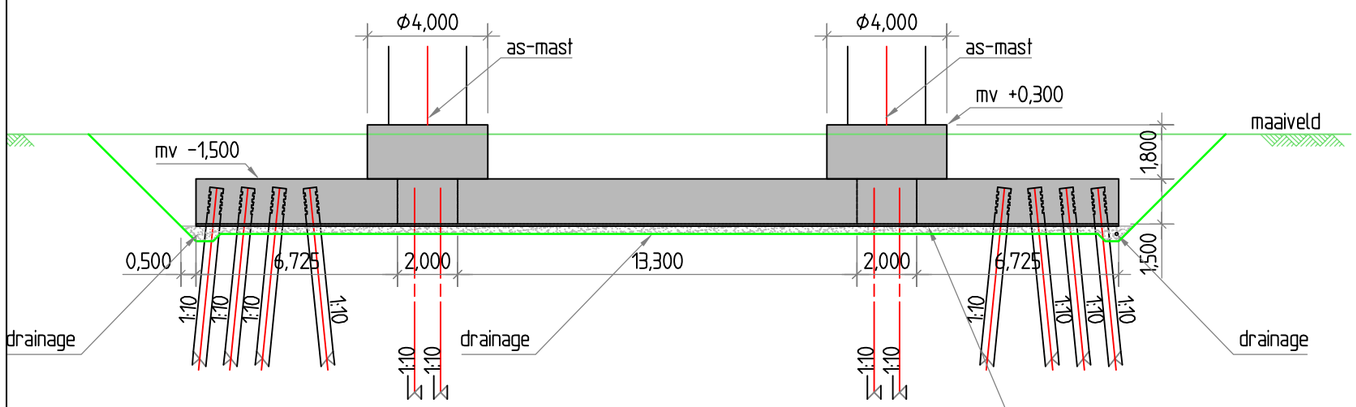
Schaal: 1:100 | Formaat: A3

Naam: R.G.J. Caspers | Datum: 19-07-2013

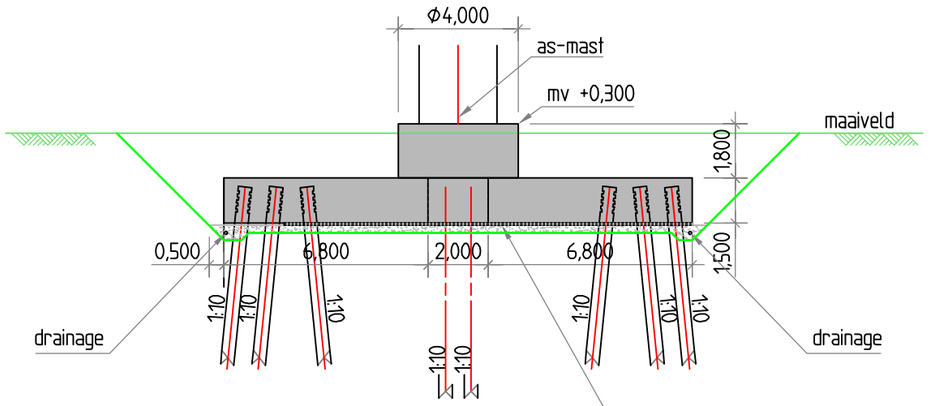
TenneT Taking power further

Tekeningnummer: R3N-TEK-0021 blad 001

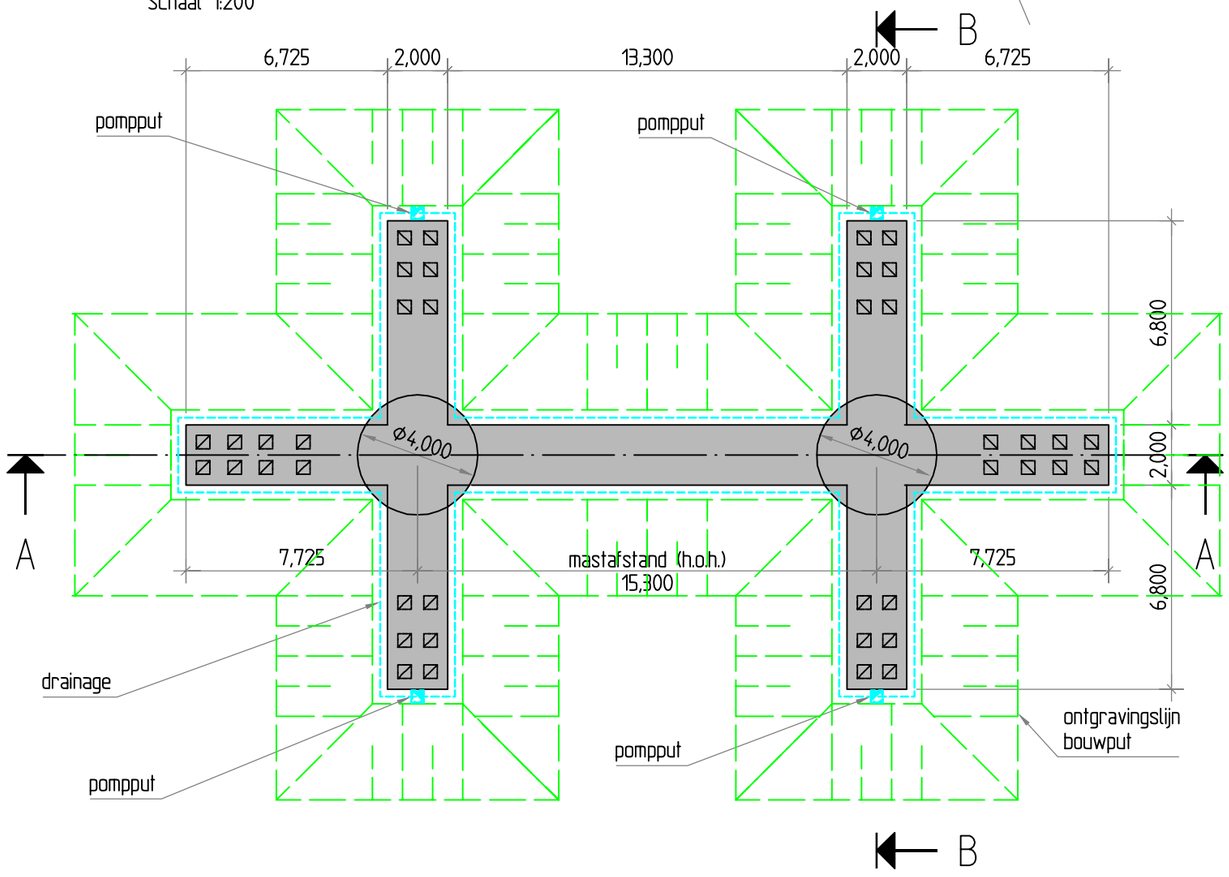
AutoCAD filename:: | Systnr:



DOORSNEDE A-A
Schaal 1:200



DOORSNEDE B-B
Schaal 1:200



BOVENAANZICHT
Schaal 1:200

OPMERKINGEN:

Aantal van deze funderingen op verschillende locaties tbv. masten type D = 4 stuks

Toe te passen palen: beton 450mm x 450mm, lengte n.t.b.

Toe te passen betonwerk;
- Betonkwaliteit onderbalk C28/35, montagebalk C35/45, milieuklasse XC2
- Wapeningsstaal kwaliteit B500B

wijzigingen rev 02:
Ontgravingsprofiel aangepast, werkvloer, zandbed, drainage en pompputten toegevoegd.
Aantal aangepast (mast 118 heeft nu ook funderingstype D gekregen).

Combining Knowledge and Experience

bam COFELY FABRICOM GDF SUEZ

Randstad 380kV Noordring

		P. de Jager	A. Hogenboom
		Controleur	Vrijgegeven door
03			
02	Ontgravingen en voorz.	04-10-2013	R.G.J. Caspers
01	AFW-0050: mastafstand	06-09-2013	R.G.J. Caspers
Rev.	Wijziging	Datum	Naam

Omschrijving: Definitief Ontwerp Mastfundaties Mastfundatie type D

Schaal: 1:100 | Formaat: A3

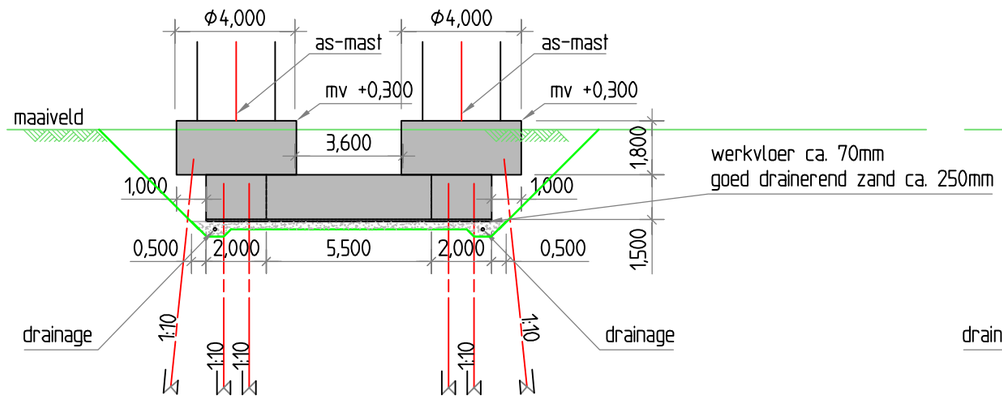
Projekt: Randstad 380kV Noordring

Naam: R.G.J. Caspers | Datum: 19-07-2013

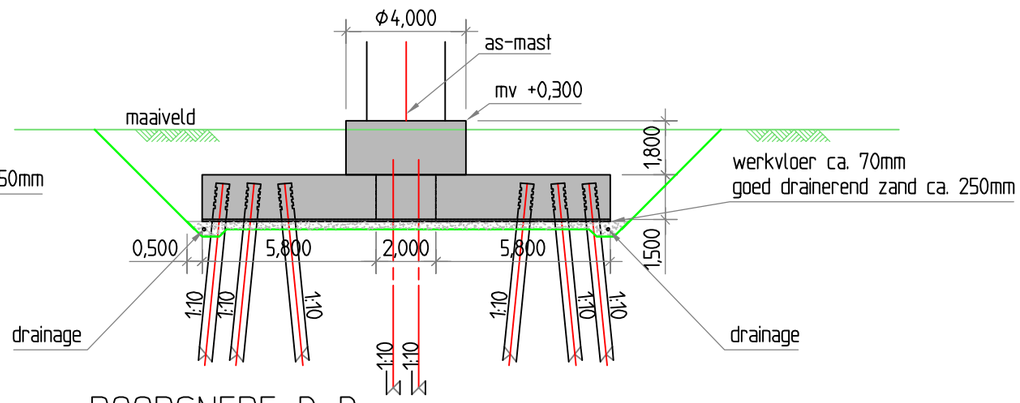
TenneT Taking power further

Tekeningnummer: R3N-TEK-0022 blad 001

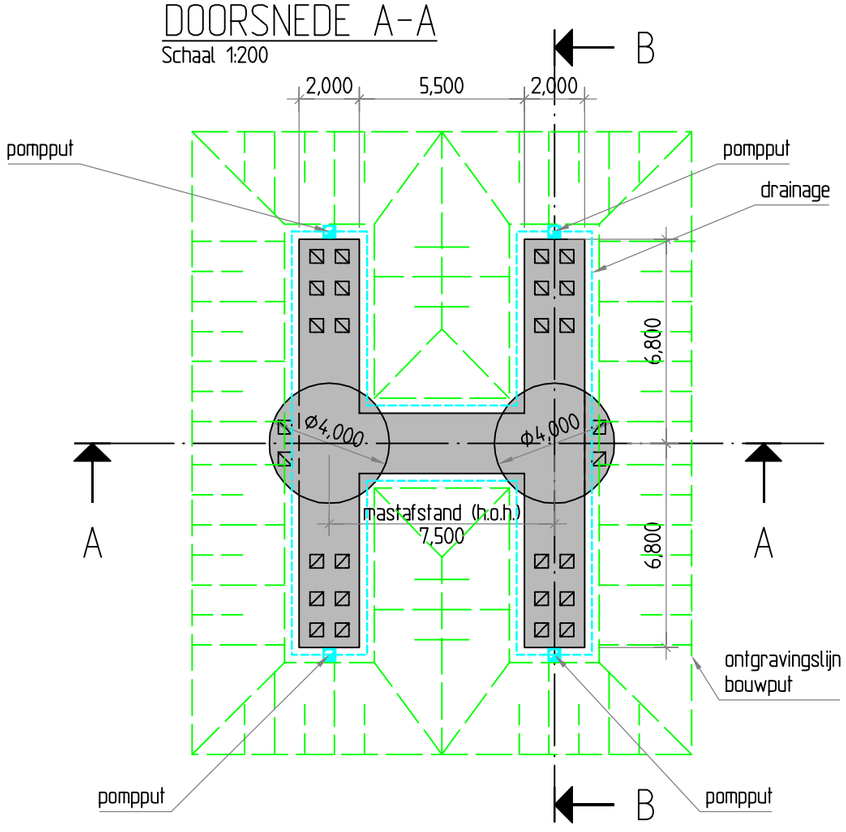
AutoCAD filename:: | Systnr:



DOORSNEDE A-A
Schaal 1:200



DOORSNEDE B-B
Schaal 1:200



BOVENAANZICHT
Schaal 1:200

OPMERKINGEN:

Aantal van deze funderingen op verschillende locaties tbv. masten type F = 3 stuks

Toe te passen palen: beton 450mm x 450mm, lengte n.t.b.

Toe te passen betonwerk;
- Betonkwaliteit onderbalk C28/35, montagebalk C35/45, milieuklasse XC2
- Wapeningsstaal kwaliteit B500B

Combining Knowledge and Experience

bam COFELY FABRICOM GDF SUEZ

Randstad 380kV Noordring

			P. de Jager (Controleur)	A. Hogenboom (Vrijgegeven door)
Omschrijving: Defintief Ontwerp Mastfundaties Mastfundatie type F	03			
	02	Ontgraving en voorz.	04-10-2013	R.G.J. Caspers
	01	AFW-0050: mastafstand	06-09-2013	R.G.J. Caspers
	Rev.	Wijziging	Datum	Naam
	Schaal: 1:100		Formaat: A3	
Projekt: Randstad 380kV Noordring	Naam: R.G.J. Caspers		Datum: 19-07-2013	

TenneT Taking power further

Tekeningnummer: R3N-TEK-0023 blad 001

AutoCAD filename:: Systnr:

Constructieberekening mastfundatie type A

Project:
Randstad 380kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	06-08-2013	Definitief. Externe review verwerkt
02	02-10-2013	T.b.v. 2e uitgave

Documentnummer: R3N-OWR-0003

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
A.L.A. van Noort Constructeur	P. de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael DeSmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

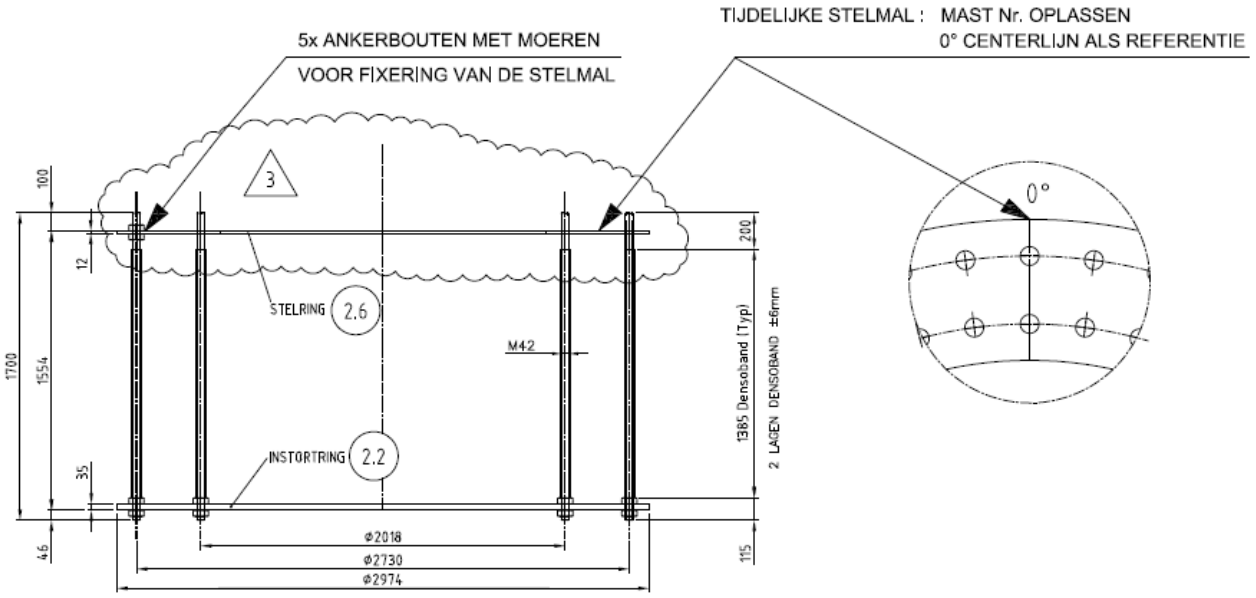
De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding *5*
1.1. Overzicht verschillende typen 5
1.1.1. Fundatietype A 6
1.1.2. Fundatietype B 6
1.1.3. Fundatietype C 7
1.1.4. Fundatietype D 7
1.1.5. Fundatietype F 8
1.2. Mastbeeld bij fundatie type A 9
1.3. Gerelateerde documenten 9
1.4. Openstaande punten 9
1.5. Revisiebeheer 10
2. Uitgangspunten en eisen *11*
2.1. Uitgangspunten 11
2.2. Gehanteerde normen 11
2.3. Eisen 11
2.4. Vermoeiing 11
2.5. Materiaalgegevens 11
2.5.1. Betonkwaliteiten 11
2.5.2. Milieuklasse *12*
2.5.3. Betondekking 12
2.5.4. Staalkwaliteiten *12*
2.6. Veerconstante funderingspalen 12
3. Berekening poer type A *14*
3.1. Geometrie 14
3.2. Belastingen en belastingcombinaties 14
3.2.1. Belastingsfactoren 14
3.2.2. Belastingsgevallen 15
3.2.3. Belastingcombinaties 17
3.3. Wisselende belastingen en vermoeiing 18
3.4. Berekening fundering 21
4. Verbinding mast-fundering *21*



DETAIL VERANKERING

NOTA : ALLE RESTERENDE MOEREN EN ONDERLEGRINGEN WORDEN LOS MEEGELEVERD

Prepared by: LV Revision: 3 Date: 5-7-2011	Material: – Quantity: 2 Equipm. no.: W4E350	**VDL KTI**	Project No.: 36002 Workprep. No.: Pos. No.: ANKERKOOI	

..... 21

DE ANKERS EN PLATEN ZIJN BEREKEND DOOR VOLKER INFRA DESIGN BIJ HET ONTWERP VAN DE MASTEN. DE ANKERKOOI BEVINDT ZICH IN DE RONDE OPSTORT. DE RONDE OPSTORT IS D.M.V. STEKKEN VERBONDEN MET DE KRUISVORMIGE BALKEN. 21

DE STEKKEN WORDEN IN DE UO FASE BEREKEND. 21

5. Bijlagen 22
Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde (model 1) 23
Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – Matige E-waarde (model 2) 24

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt de mastfundaties. Dit betreft ook de masten welke ter plaatse van een OSP zijn gelokaliseerd. De overige onderdelen van de OSP's zijn in een afzonderlijk document berekend evenals de funderingspalen.

Dit rapport betreft een poer A. Op poer A worden de volgende masttypen geplaatst: W2S400 + 5, W2S350 + 5.

De wapening wordt in het UO ontwerp uitgewerkt.

1.1. OVERZICHT VERSCHILLENDE TYPEN

Binnen het project komen verschillende typen masten voor.
De verschillen komen voort uit:

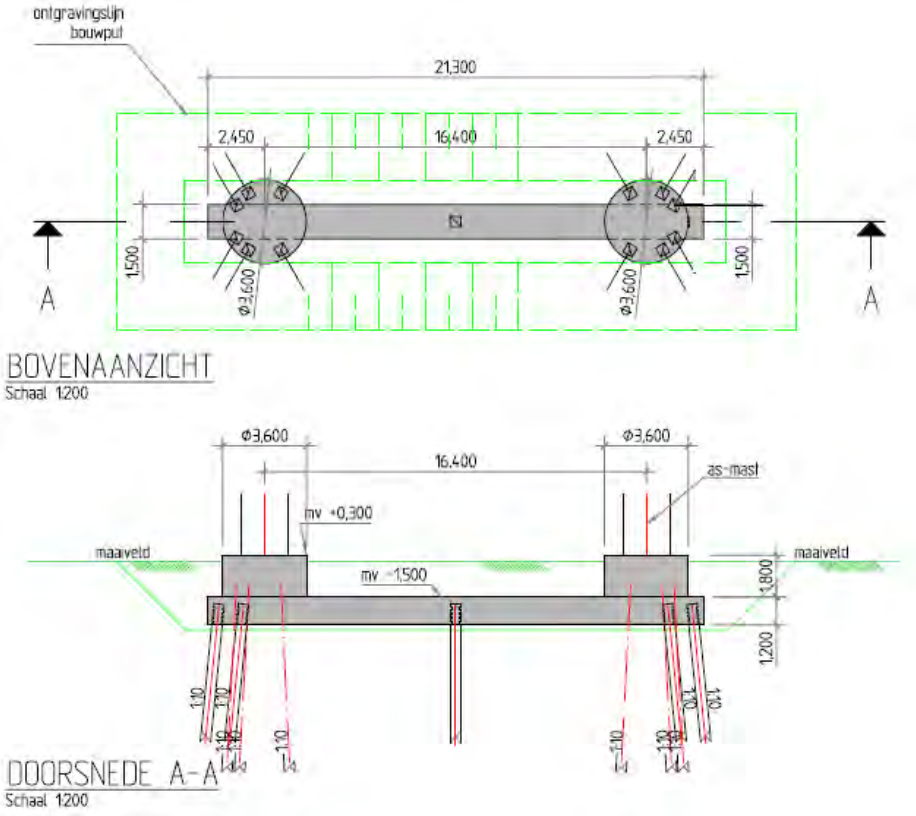
- aantal systemen dat een mastenpaar draagt, 2 systemen (2x380 kV) of 4 systemen (2x380 kV en 2x150 kV),
- de functie van de mast, Steunmast, Hoekmast of Eindmast,
- maximale veldlengte tussen masten 350 of 400 m,
- aanpassingen aan mast (b.v. +10 m extra hoogte).

Elke mast heeft een eigen belastingpatroon. Na analyse van de verschillende belastingen en geometrische eisen zijn er uiteindelijk 5 mastfundatie typen bepaal. Met deze 5 typen is er voor elke mast een geschikte fundatie beschikbaar.

De fundatietypen zijn hieronder weergegeven.

1.1.1. FUNDATIETYPE A

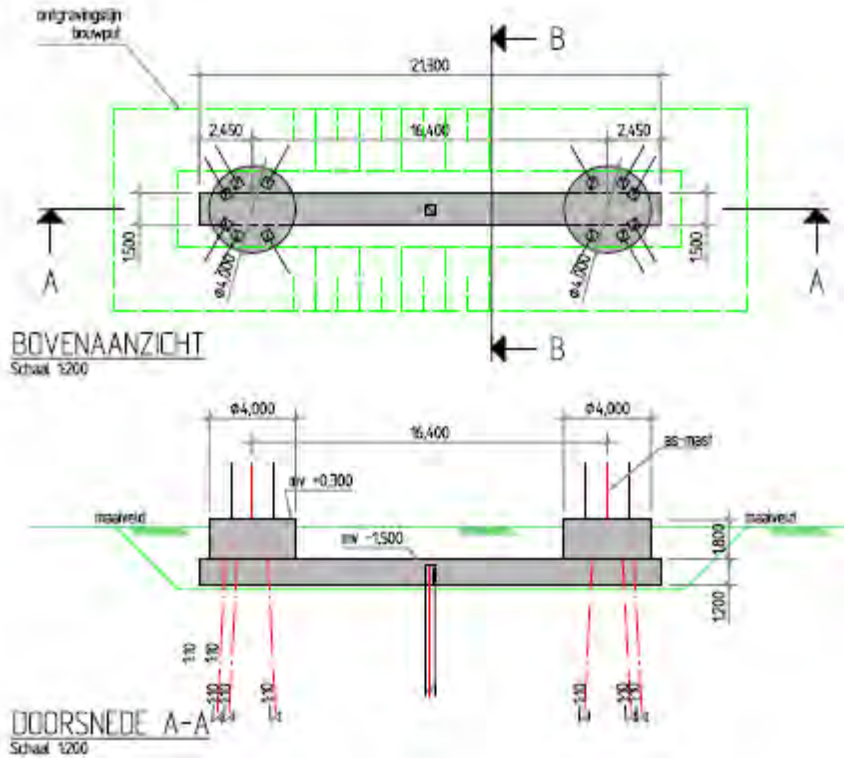
Toegepast bij masttype:
- W2S400 + 5
- W2S350 + 5
- W2S400A+10



1.1.2. FUNDATIETYPE B

Toegepast bij masttype:
- W4S400Z + 5
- W2S400 + 24
- W2S400 + 24
- W4S400Z + 14

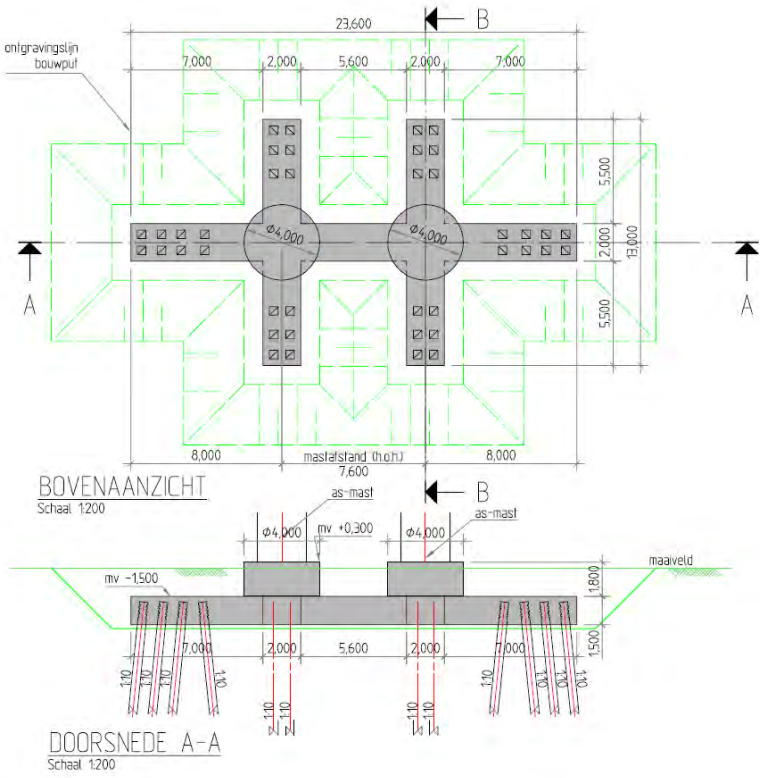
Opm: verschil met type A is diameter opstort.



1.1.3. FUNDATIETYPE C

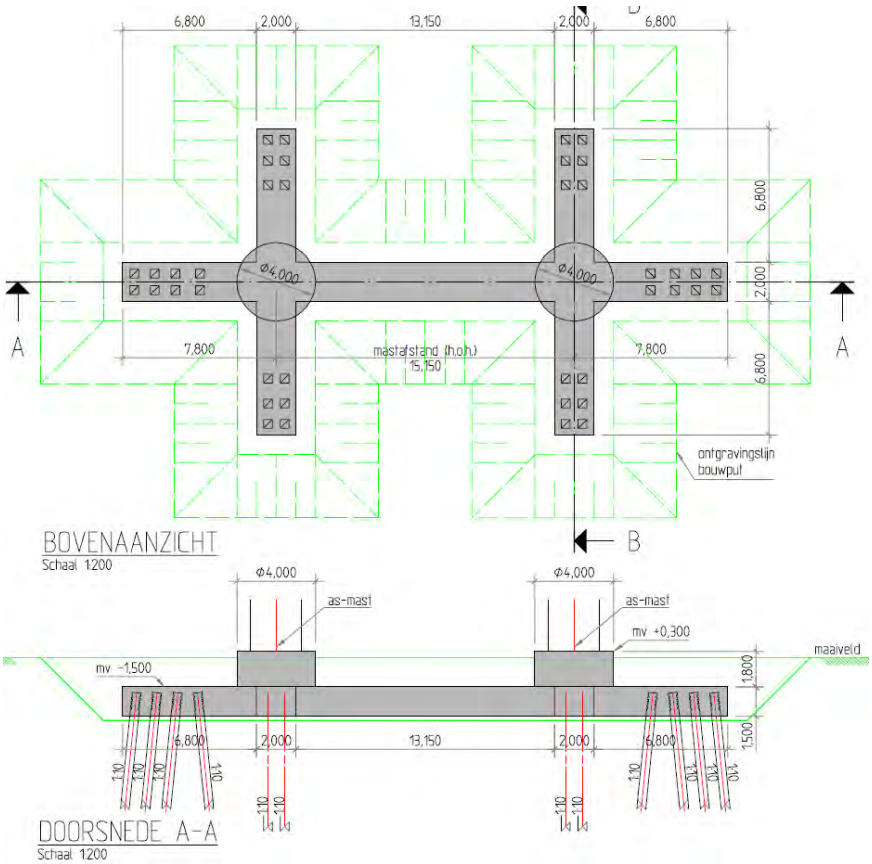
Toegepast bij masttype:
- W2H400 + 5
- W2H400 + 5
- W2H400 + 10
- W2H400 + 10 mast 133
- W2H400 + 15

Opm: mast 133 was in de oude nummering mast 82.



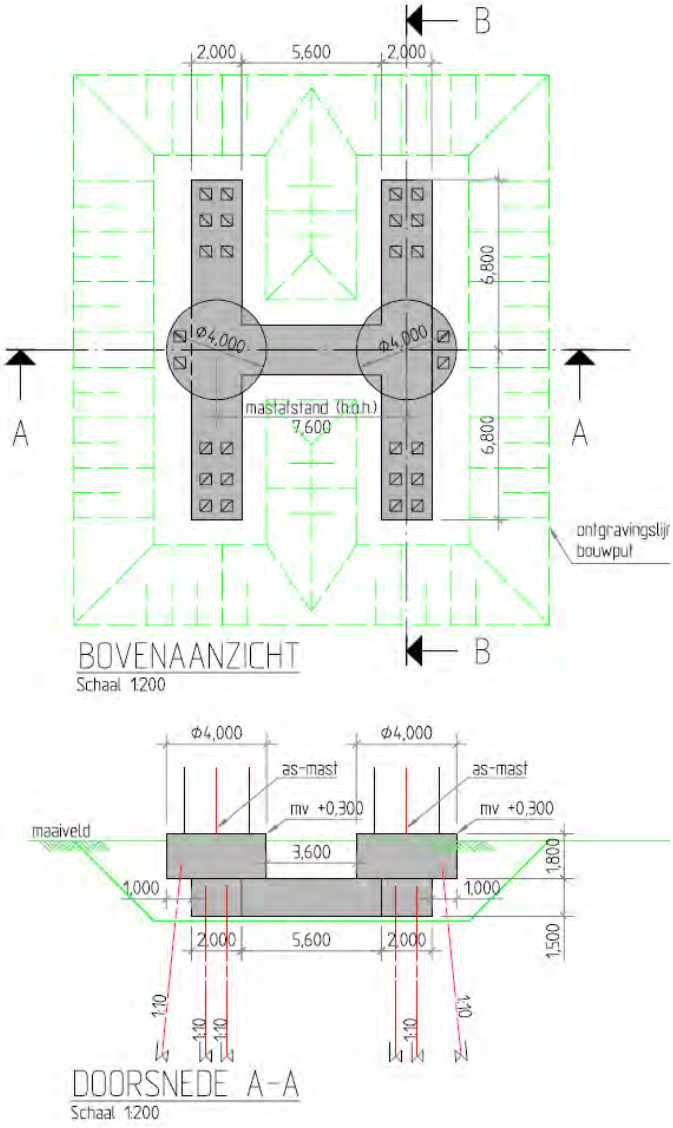
1.1.4. FUNDATIETYPE D

Toegepast bij masttype:
- W4H400Z + 5 (Afstap 150kV)
- W4H400Z +10 (Afstap 150kV)

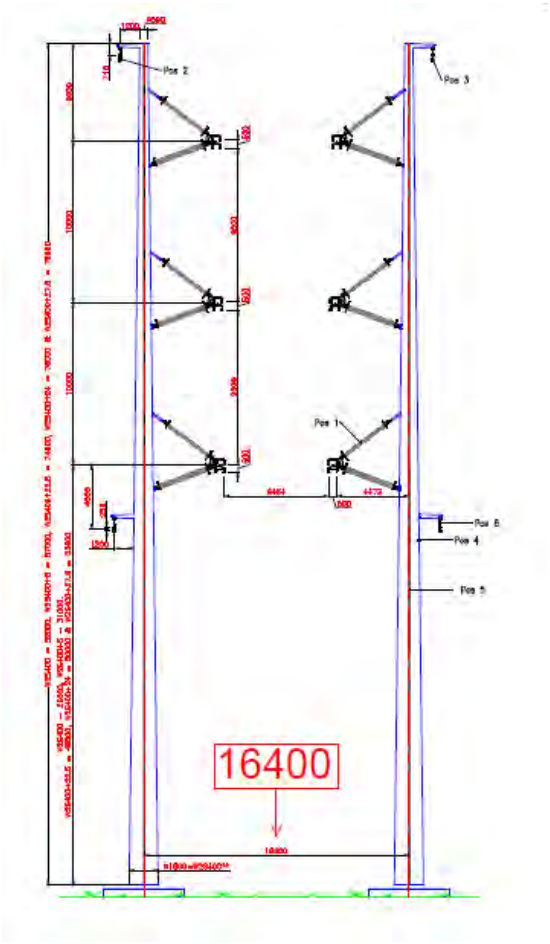


1.1.5. FUNDATIETYPE F

Toegepast bij masttype:
- W2E350 + 5
- W2E400
- W2E350



1.2. MASTBEELD BIJ FUNDATIE TYPE A



1.3. GERELATEERDE DOCUMENTEN

R3N-OWN-0001 Ontwerpnota Systeem Noordring
R3N-OWR-0003 Constructieberekening mastfundaties type A
R3N-OWR-0004 Constructieberekening mastfundaties type B
R3N-OWR-0005 Constructieberekening mastfundaties type C
R3N-OWR-0006 Constructieberekening mastfundaties type D
R3N-OWR-0007 Constructieberekening mastfundaties type F
R3N-OWR-0008 Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties
R3N-OWR-0033 Bepaling belastingen mastfundaties
R3N-OWR-0039 Bemalingsadvies beheersgebied Rijnland
R3N-OWR-0040 Bemalingsadvies beheersgebied Schieland en de Krimpenerwaard

1.4. OPENSTAANDE PUNTEN

De volgende punten dienen in een latere fase nader uitgewerkt te worden:

- Aarding, de wijze van aarden kan invloed hebben op de vermoeiing van het wapeningsstaal.
- Temperatuursinvloeden op fundering
- Model verbeteren d.m.v. dummy elementen aan bovenzijde palen
- Invloed krimp op fundering
- Optimalisatie wapening
- Optimalisatie palen
- Detailontwerp prefab beton

1.5. REVISIEBEHEER

Aangepast in 2e uitgave
Er zijn nog vrijwel geen grondgegevens beschikbaar. Dit rapport is een principe berekening. Toegevoegd zijn enkele betonberekeningen. Daarnaast zijn er nu 2 modellen van de fundering gedraaid.

Aangepast in 3e uitgave
Dit is de 3e uitgave. In deze revisie is toegevoegd:

- Mastbeeld toegevoegd,
- Nadere uitwerking milieuklasse
- Masttype W2H400 + 15 was in het overzicht zowel bij poer type C als D genoemd. Mast komt op type C.
- Masttype W2S400A+10 ontbrak in het overzicht. Toegevoegd bij poertype A
- Toelichting koppeling mast met fundatie

2. UITGANGSPUNTEN EN EISEN

2.1. UITGANGSPUNTEN

Op de funderingen worden de lasten geplaatst zoals afgeleid in document R3N-OWR-0033 'Bepaling belasting mastfundaties'. Deze zijn afgeleid van de mastberekeningen zoals door TenneT beschikbaar gesteld.

2.2. GEHANTEERDE NORMEN

De eurocode serie NEN-EN-1990 tm 1997 wordt gehanteerd

NEN-EN50341

2.3. EISEN

De eisen zoals vermeld in ontwerpnota R3N-OWN-0001 §3 zijn gehanteerd bij het ontwerp.
Voor de masten gelden specifiek onderstaande eisen:

- De fundamenten van de staalconstructies ten behoeve van de masten worden gedimensioneerd op een maximale vervorming van 0.005 RAD onder representatieve waarden van de belastingen,
- Tot 1,5 m diepte mag de straalomtrek van de fundering niet groter zijn dan 1,0 m meer dan de straal van de mast,
- De ZRO-breedte tussen de (schoor)paalpunten en andere ondergrondse constructies van de masten is maximaal 2x 22 m voor de 2x 380kV (solo) verbinding en 2 x 27 m voor de 2 x 150 kV/380 kV (combi) verbinding.
- Tolerantie van mastlocatie naar buiten is 10 cm, tollerantie naar binnen is 0 cm.

2.4. VERMOEIING

De aan te leggen fundamenten worden gedimensioneerd op een vermoeiingsbelasting. De wisseling van belasting komt uit wind. Het aantal en de grote van de wisselingen gedurende 50 jaar is bepaald conform de ROK. De toetsingsprocedure van de constructie conform NEN-EN 1992-1-1:2005.

2.5. MATERIAALGEGEVENS

In onderstaande paragrafen worden de gehanteerde materiaaleigenschappen benoemd.

2.5.1. BETONKWALITEITEN

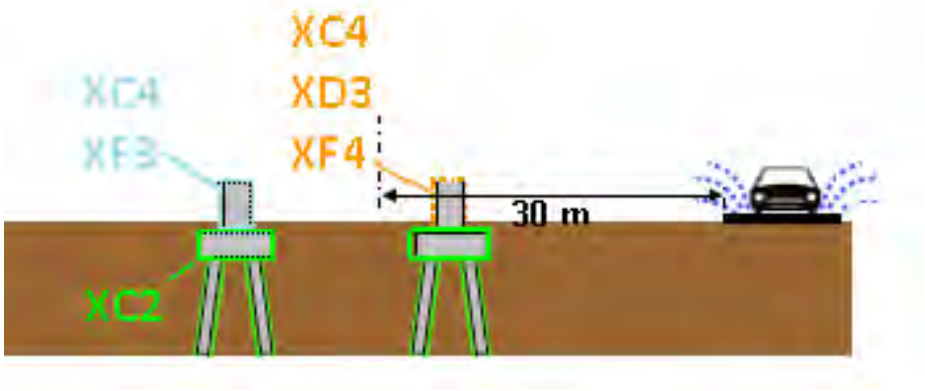
Voor het constructief beton worden bij de detaillering de volgende sterkteklassen aangehouden. De betonkwaliteit van de ronde opstort (C35/45) is voorgeschreven. Bij gescheurd beton wordt in eerste instantie gerekend met $E_{beton;gescheurd} \approx 1/3\ E_{beton;ongescheurd}$. Tevens is een ca. 2 x zo hoge E-modulus beschouwd.

Onderdeel	Sterkteklasse	Elastisciteitsmodulus [N/mm²]		
		ongescheurd	Gescheurd lage E	Gescheurd matige E
in het werk gestort gewapend beton:	C30/37	31.000	11.000	22.000
in het werk gestort gewapend beton, ronde opstort	C35/45	33.500		
geprefabriceerd beton (U-bakken):	C35/45	33.500		
geprefabriceerd voorgespannen beton (palen):	C45/55	36.000		

Tabel 2.5.1-1 Betonkwaliteiten

2.5.2. MILIEUKLASSE

Voor de betondelen welke meer dan 1,0 m onder maaiveld liggen geldt milieuklasse XC2
Voor de hoger gelegen betondelen is de milieuklasse afhankelijk van de aanwezigheid van openbare wegen. De wegen naar de OSP's zullen niet gestrooid worden en bovendien nauwelijks bereden worden, waardoor het wegspatten van water met dooizouten niet aan de orde is. De afstanden in onderstaande schets geldt voor snelwegen, bij ander wegen zou deze eventueel kleiner kunnen.



2.5.3. BETONDEKKING

Betondekking conform NEN EN 1992-1-1:2011

$$c_{min} = \max \{c_{min,b};\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add};\ 10\ mm\} \qquad (4.2)$$

waarin:

$c_{min,b}$	is de minimumdekking op basis van de aanhechtingseisen, zie 4.4.1.2 (3);
$c_{min,dur}$	is de minimumdekking op basis van de milieu-omstandigheden, zie 4.4.1.2 (5);
$\Delta c_{dur,\gamma}$	is een aanvullende veiligheidsmarge, zie 4.4.1.2 (6);
$\Delta c_{dur,st}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van roestvast staal, zie 4.4.1.2 (7);
$\Delta c_{dur,add}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van aanvullende bescherming, zie 4.4.1.2 (8).

De verwachting is dat $c_{min;b}$ maatgevend wordt. Deze warade is afhankelijk van de staafdiameter, welk enog niet bekend is. Betondekking wordt in UO bepaald.

2.5.4. STAALKWALITEITEN

Voor het wapeningsstaal worden de volgende staalkwaliteiten aangehouden:

Omschrijving	Kwaliteit
betonstaal (staven)	B500 B

Tabel 2.5.2 Staalkwaliteiten

2.6. VEERCONSTANTE FUNDERINGSPALEN

De constructie wordt gefundeerd op prefab betonpalen. De palen worden horizontaal gesteund door de grond wat resulteert in een horizontale beddingconstante op de funderingspaal. Verticaal wordt de funderingspaal gesteund door een verticale puntveer. Beide veerconstanten zijn bepaald door de geotechnische adviseur in rapport R3N-OWR-0008.

In het model wordt gerekend met een verticale veerstijfheid van 120.000 kN/m.
Voor de horizontale bedding worden onderstaande waarden aangehouden.

Bij de palen voor funderingstype A staan er geen palen in elkaars schaduw. De factor voor groepswerking is daarom niet aanwezig. De groepswerking reduceerde de stijfheid in rapport R3N-OWR-0008 tot resp 39% in Y richting en 54 % in X richting.
Zonder groepswerking zijn de waarden dus aanzienlijk hoger. Pas een factor van 1,5 op de gegeven horizontale bedding in X-richting toe voor de palen bij fundatietype A. Hiermee is er nog steeds een reductie tot 81% van de bedding van een vrijstaande paal.

In de volgende tabel wordt de gehanteerde beddingsconstanten gepresenteerd. Er wordt alleen met de lage veerstijfheid gerekend, omdta dzee resulteerd in de grootste vervormingen.

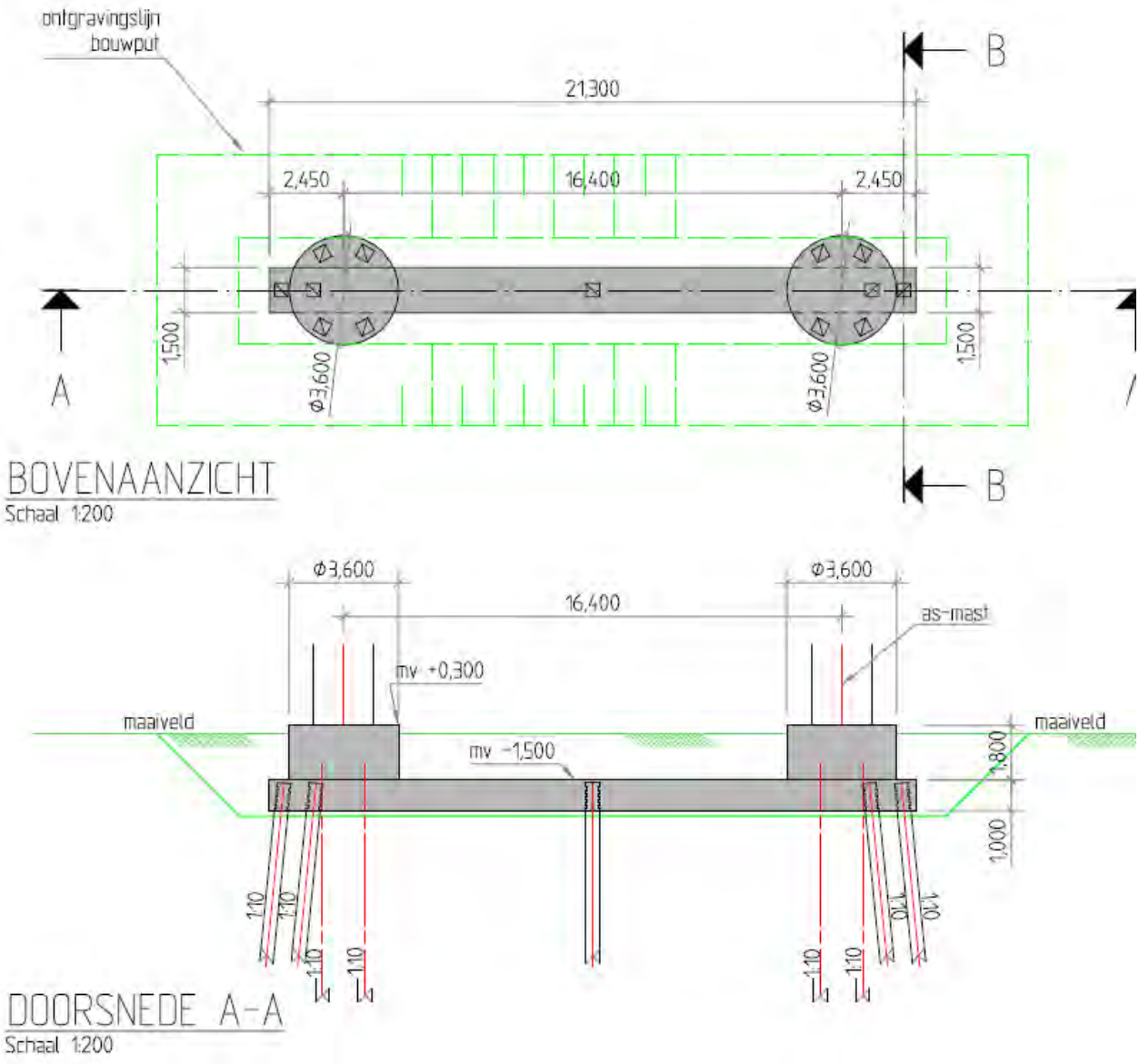
X-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag			per m'paal	
	[m+ NAP]			$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	
Veen	-1.6			1,050	
Klei	-2.7			450	
Veen	-5.1			1,050	
Klei	-6.0			600	
Veen	-11.2			1,050	
Zand	-12.1			10,35	
Zand	-22.0			12,45	

Figuur 3 Horizontale beddingsconstanten per belastingsrichting

3. BEREKENING POER TYPE A

3.1. GEOMETRIE

De geometrie van de type A poeren is als volgt:



3.2. BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES

3.2.1. BELASTINGSFACTOREN

De opdrachtgever schrijft veiligheidsklasse 3 voor in combinatie met de Eurocode. Voorlopig wordt gewerkt met CC3.

De belasting uit de poeren bestaat vooral uit lasten uit de mast cq lijnen. Deze lasten zijn, incl. partiële factoren gegeven door de opdrachtgever op basis van een rapport van KEMA.

Daarnaast zijn er lasten op de poeren zelf. Hiervoor geldt dat vergelijking 6.10 b van de EN 1990 maatgevend is. Gecombineerd met CC3 gelden de volgende partiële factoren:

γ_G (ongunstig)	=	1,3	
γ_G (gunstig)	=	0,9	(zie §3.2.2, op eigen gewicht fundering wordt factor 0,54 toegepast)
γ_Q	=	1,65	

Opm: De meeste lasten zijn door de klant incl de factoren gegeven. Bovenstaande factoren hebben dus alleen invloed op het eigen gewicht , grond en belastingen op maaiveld.

3.2.2. BELASTINGSGEVALLEN

Eigen gewichtpoer
Eigen gewicht van de betonconstructie wordt gegenereerd in het model. Er wordt gerekend met een eigengewicht voor beton van 2500 kg/m$^{3.}$

Omdat er ook trek op de palen komt, is eigen gewicht al snel een gunstige belasting (druk eenvoudiger op te nemen dan trek).Indien de poer zich onderwater bevindt zal er een opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van het verplaatste water op de poer aanwezig zijn. Het effectieve gewicht van de poer reduceert hierdoor tot 1500 kg/m^3. Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 1350 kg/m^3. In totaal bedraagt de factor dan dus 1350/2500 = 0,54.

Eigen gewicht grond op poer
Op de poer ligt 1,5 m grond. Indien het grondwater lager ligt, is de last:
1,5 * 17 = 25,5 kN/m^2

Bij waterstand gelijk aan 0,5m onder maaiveld niveau is de last:
0,5 * 17 + 1,0 * (17-10) = 15,5 kN/m^2

Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 13,95 kN/m^2. In totaal bedraagt de factor dan dus 13,95/25,5 = 0,54.

Reken met droge grond en pas een partiële factor van 0,54 op eigen gewicht poer en grond toe in het geval deze gunstig werken.

Belastingen uit de mast
Zie rapport 'Afleiding belasting uit masten'.

Er wordt gerekend met de volgende, donker aangegeven ULS en SLS lasten uit het rapport. De overige lasten zijn met deze gevallen afgedekt.

Voor het variabele deel dat zijn oorsprong vindt in wind, wordt gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,6	0,2	0

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2S400+5	90 deg	1a	0	14507	565	0	374
W2S400+5	90 deg	3	0	10025	681	0	238
W2S400+5	45 deg	1a	3748	8380	424	113	218
W2S350+5	90 deg	1a	0	11432	419	0	327
W2S350+5	90 deg	3	0	8116	521	0	215
W2S350+5	45 deg	1a	2951	6660	315	98	192
W2S400A+10	0 deg	1a	4809	461	617	158	0
W2S400A+10	0 deg	3	4914	862	737	156	0
W2S400A+10	90 deg	1a	2270	13052	603	71	312

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2S400+5	0 deg	1b	1805	3943	471	65	109
W2S400+5	45 deg	1a	2765	6731	471	88	176
W2S400+5	90 deg	1a	1805	10053	471	65	257
W2S400+5	90 deg	3	1805	8494	548	65	216
W2S350+5	45 deg	1a	2148	5387	350	75	156
W2S350+5	45 deg	1b	1397	3750	349	55	112
W2S350+5	90 deg	1a	1356	7975	350	54	226
W2S350+5	90 deg	3	1356	6860	417	54	193
W2S400A+10	90 deg	1a	4083	8775	505	133	208
W2S400A+10	90 deg	3	5585	6660	592	180	157

Belastingen op maaiveld
Op het maaiveld wordt gerekend met een verdeelde last van 10 kN/m^2 . Er is geen stempellast op de fundering voorzien. Echter, door spreiding van een puntlast over een diepte van 1,5 m, zal een lastvlak van 2 (breedte balk) x 3 (2*1,5) = 6 m^2 ontstaan, waardoor bij 10 kN/m^2 dus ook een puntlast van 60 kN toelaatbaar is.

Voor deze belastingen wordt in de combinatie gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,7	0,5	0,3

3.2.3. BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties in ULS conform vergelijking 6.10b van NEN EN 1990, waarbij:
0,7 * 1,65 = 1,16

En de belastingsfactoren voor de last uit de masten reeds in de ingevoerde belasting is meegenomen (factor 1,0 toegepast).

ULS

Belastinggeval	Omschrijving	Combi 1	Combi 2	Combi 3	Combi 4	Combi 5	Combi 6
1	Eigen gewicht	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
2	Grond	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
3	Belasting mast ULS 1	1,0		0,6		1,0	
4	Belasting mast ULS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	1,16	1,16	1,65	1,65		

SLS

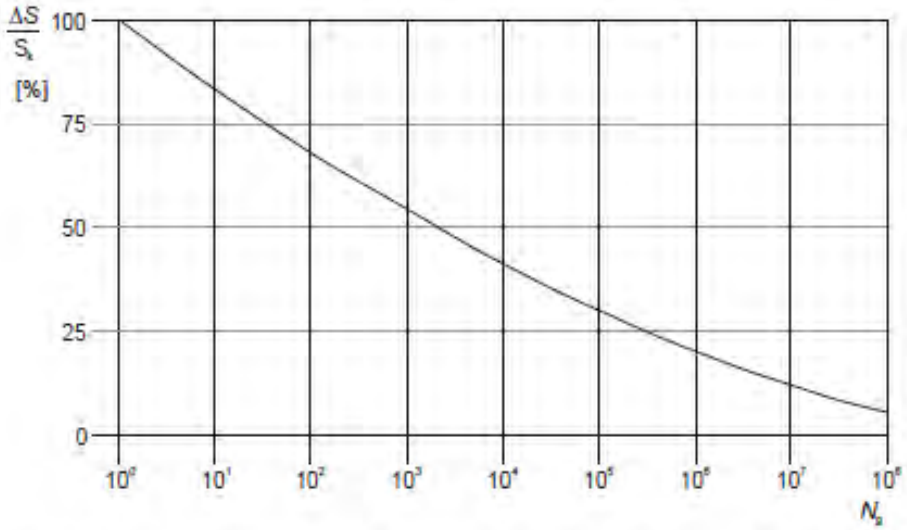
Belastinggeval	Omschrijving	Combi 7	Combi 8	Combi 9	Comb i 10	Combi 11	Combi 12
5	Eigen gewicht	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
6	Grond	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
5	Belasting mast SLS 1	1,0		0,6		1,0	
6	Belasting mast SLS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	0,7	0,7	1,0	1,0		

3.3. WISSELENDE BELASTINGEN EN VERMOEIING

Door de wisselende belastingen van wind dient belasting door vermoeiing te worden meegenomen. Bij vermoeiing is het aantal wisselingen en de grootte van de wisseling van belang. In de NEN-EN 1991-1-4:2005 is in bijlage B.3 een figuur opgenomen waarin de verhouding tussen de grootte van de windlast en het aantal keren dat deze optreedt weergegeven.

B.3 Aantal belastingen voor dynamische respons

(1) Figuur B.3 geeft het aantal keren N_g dat de waarden ΔS van een windeffect worden bereikt of overschreden gedurende een periode van 50 jaar. ΔS wordt uitgedrukt in percentage van de waarde S_k, waar S_k het effect is van een windbelasting met een herhalingstijd van 50 jaar.



Figuur B.3 — Aantal windvlaagbelastingen N_g voor een effect $\Delta S/S_k$ gedurende een herhalingstijd van 50 jaar

De relatie wordt omschreven met de volgende uitdrukking

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0{,}7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17{,}4 \cdot \log(N_g) + 100 \qquad \text{(B.9)}$$

Bij vermoeiing wordt bij een bepaald spanningsniveau het aantal wisselingen op dit spanningsniveau bepaald en vervolgens wordt dit vergeleken met het aantal toelaatbare wisselingen op dat spanningsniveau. Door dit voor de voorkomende spanningsniveaus te doen is de weerstand tegen vermoeiing te controleren.

In de ROK van RWS is bovenstaande verdeling gediscretiseerd tot onderstaande tabel:

Tabel 5-1: Aantal wisselingen per windbelasting (referentieperiode 50 jaar)

ΔS / S_k (%)	n
100	1
98	1
90	8
75	90
61	900
48	9000
36	90000
25	900000
16	9000000
9	90000000

Van beton en wapeningsstaal is bekend hoeveel wisselingen bij een bepaald spanningsniveau toelaatbaar zijn. S_K is de spanning met een herhalingstijd van 50 jaar (de spanning waarop de constructie ontworpen is).

Met bovenstaande gegevens is te bepalen welke maximale spanning t.g.v. wind eens in de 50 jaar toelaatbaar is opdat de constructie ook voldoende weerstand tegen vermoeiing heeft.

Wapening

De totale schade van de belastingen dient volgens de beschadigingsregel van Miner kleiner dan 1 te zijn.
De toetsingsprocedure per wisseling conform NEN-EN 1992-1-1:2005, §6.8.4:
Voor de wapening is gekeken naar de toelaatbare spanning voor:

- Rechte staven
- Staven gebogen met een doordiameter 2,5*D
- Gelaste staven

Er volgt (zie berekening hieronder) dat voor gewone rechte staven er geen beperking is, echter gebogen of gelaste staven hebben de volgende spanningsbeperking

Buigdoorn 2,5ø → 244 N/mm^2
Buigdoorn 5ø → 283 N/mm^2
Gelaste staven → 317 N/mm^2

Omdat bij de toetsing van vermoeiing een ULS toestand met veiligheid 1,0 wordt getoetst, is de spanning altijd minimaal een factor van ca. 1,3 lager dan de normale ULS toestanden.

Bij een toelaatbare spanning van 435 N/mm^2 in ULS volgt bij toetsing op vermoeiing een spanning van maximaal 335 N/mm^2. De toelaatbare spanningen bij vermoeiing zijn nog iets lager. Hier dient in de detaillering rekening mee gehouden te worden. Een toetsing achteraf zal volstaan.

Rechte staven

maximale gebruiksspanning			435	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			162,5	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	
	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	435	7275	0,000137
1	98	426	8048	0,000124
8	90	392	12320	0,000649
90	75	326	30656	0,002936
900	61	265	86133	0,010449
9000	48	209	285505	0,031523
90000	36	157	1394937	0,064519
900000	25	109	37137862	0,024234
9000000	16	70	2061565470	0,004366
90000000	9	39	365674259232	0,000246
			Totale schade	**0,139183665**

Staven gebogen met doorndiameter 2,5*D

maximale gebruiksspanning			244	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			67,4	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	244	1613	0,000620
1	98	239	1784	0,000560
8	90	220	2731	0,002929
90	75	183	6796	0,013243
900	61	149	19095	0,047134
9000	48	117	63292	0,142197
90000	36	88	266714	0,337440
900000	25	61	2466861	0,364836
9000000	16	39	136938283	0,065723
90000000	9	22	24289699180	0,003705
			Totale schade	**0,978388484**

Staven gebogen met doorndiameter 5*D

maximale gebruiksspanning			283	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			78,0	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	283	1591	0,000629
1	98	277	1760	0,000568
8	90	255	2694	0,002970
90	75	212	6702	0,013428
900	61	173	18832	0,047792
9000	48	136	62422	0,144181
90000	36	102	263044	0,342148
900000	25	71	2406099	0,374050
9000000	16	45	133565305	0,067383
90000000	9	25	23691410595	0,003799
			Totale schade	**0,996946687**

Gelaste staven

maximale gebruiksspanning			317	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			58,5	
		k1	3	
		k2	5	
		N*	1,00E+07	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	317	62848	0,000016
1	98	311	66775	0,000015
8	90	285	86211	0,000093
90	75	238	148972	0,000604
900	61	193	276886	0,003250
9000	48	152	568285	0,015837
90000	36	114	1347046	0,066813
900000	25	79	4022257	0,223755
9000000	16	51	20411885	0,440920
90000000	9	29	362468668	0,248297
			Totale schade	**0,999600179**

3.4. BEREKENING FUNDERING

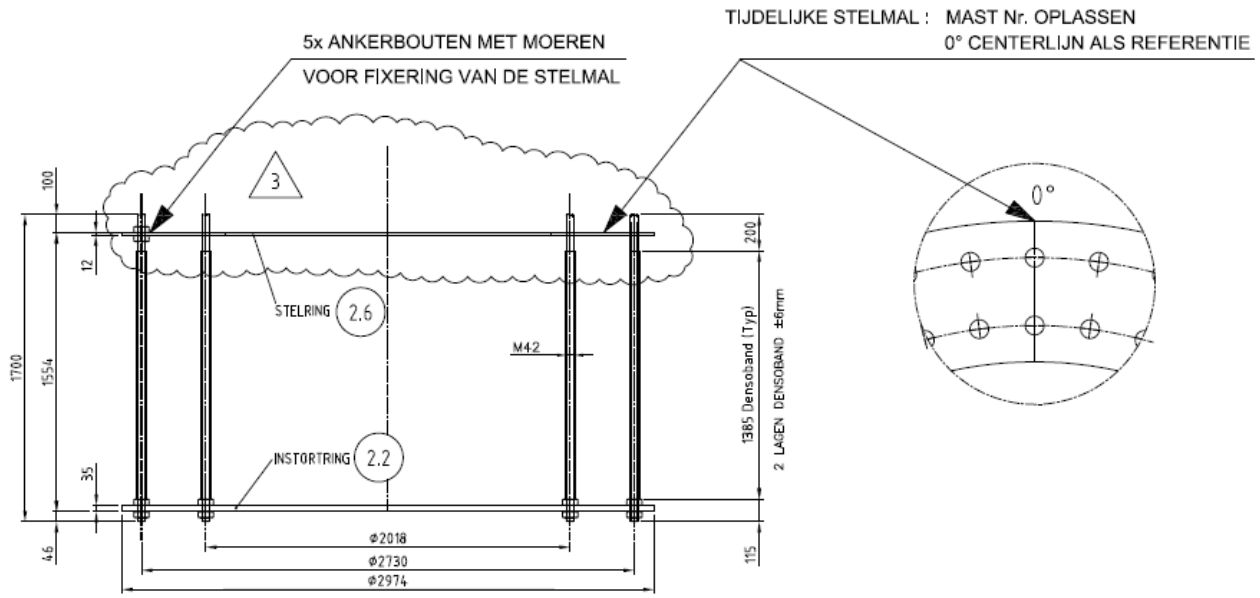
De poer is ingevoerd in een SCIA engineer model.

Er zijn 2 modellen gedraaid:

Model 1: Lage gescheurde E modulus
Model 2: Matige gescheurde E modulus

4. VERBINDING MAST-FUNDERING

De masten worden verbonden met de fundering d.m.v. een ingestorte ankerkooi. Een ankerkooi is hieronder weergegeven



DETAIL VERANKERING

NOTA : ALLE RESTERENDE MOEREN EN ONDERLEGRINGEN WORDEN LOS MEEGELEVERD

Prepared by: LV Revision: 3 Date: 5-7-2011	Material: – Quantity: 2 Equipm. no.: W4E350	**VDL KTI**	Project No.: 36002 Workprep. No.: Pos. No.: ANKERKOOI

De ankers en platen zijn berekend door Volker Infra Design bij het ontwerp van de masten. De ankerkooi bevindt zich in de ronde opstort. De ronde opstort is d.m.v. stekken verbonden met de kruisvormige balken. De stekken worden in de UO fase berekend.

5. BIJLAGEN

Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde (model 1)

Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – matige E-waarde (model 2)

BIJLAGE 1 UITVOER SCIA ENGINEER – LAGE E-WAARDE (MODEL 1)

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	3
8. Subregio	3
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	4
11. Belastingsgevallen	7
11.1. Belastingsgevallen - BG1	7
11.1.1. Belasting grafisch	7
11.2. Belastingsgevallen - BG3	7
11.2.1. Vrije puntmomenten	7
11.2.2. Genereer vrije lasten	7
11.2.3. Belasting grafisch	8
11.3. Belastingsgevallen - BG2	8
11.3.1. Lasten op oppervlak	8
11.3.2. Belasting grafisch	9
11.4. Belastingsgevallen - BG4	9
11.4.1. Vrije puntmomenten	9
11.4.2. Genereer vrije lasten	9
11.4.3. Belasting grafisch	10
11.5. Belastingsgevallen - BG5	10
11.5.1. Vrije puntmomenten	10
11.5.2. Genereer vrije lasten	11
11.5.3. Belasting grafisch	11
11.6. Belastingsgevallen - BG6	12
11.6.1. Vrije puntmomenten	12
11.6.2. Genereer vrije lasten	12
11.6.3. Belasting grafisch	12
11.7. Belastingsgevallen - BG7	13
11.7.1. Lasten op oppervlak	13
11.7.2. Belasting grafisch	13
12. Combinaties	13
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	14
14. Verplaatsing van knopen SLS 2	14
15. Reacties	14
16. 2D element - Interne krachten; mxD+	15
17. 2D element - Interne krachten; mxD-	16
18. 2D element - Interne krachten; myD+	16
19. 2D element - Interne krachten; myD-	17
20. 2D element - Interne krachten; vx	17
21. 2D element - Interne krachten; vy	18

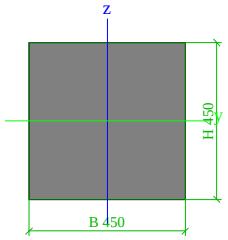
2.Overzicht

3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	1,1000e+04	0,2	4,5833e+03	0,00	30,00
C45/55	Beton	2500,0	3,6300e+04	0,2	1,5125e+04	0,00	45,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C45/55	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K81	0,400	-2,962	-19,000
K86	1,950	-0,762	0,000
K92	0,400	4,462	-19,000
K94	1,950	2,262	0,000
K143	-1,000	0,000	0,000
K144	0,814	0,000	0,000
K145	4,086	0,000	0,000
K146	2,450	-1,050	0,000
K147	17,214	0,000	0,000
K148	20,486	0,000	0,000
K149	18,850	-1,050	0,000
K150	22,300	0,000	0,000
K151	22,300	1,500	0,000
K152	20,486	1,500	0,000
K153	17,214	1,500	0,000
K154	18,850	2,550	0,000
K155	4,086	1,500	0,000
K156	0,814	1,500	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K157	2,450	2,550	0,000
K158	-1,000	1,500	0,000
K159	0,650	0,750	0,000
K160	4,100	0,000	0,000
K161	4,100	1,500	0,000
K162	4,300	0,750	0,000
K163	17,200	1,500	0,000
K164	17,200	0,000	0,000
K165	17,000	0,750	0,000
K166	20,650	0,750	0,000
K169	2,950	-0,762	0,000
K171	2,950	2,262	0,000
K175	20,900	-2,932	-19,000
K176	20,900	4,462	-19,000
K177	18,350	-0,762	0,000
K178	18,350	2,262	0,000
K179	19,350	-0,762	0,000
K180	19,350	2,262	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K181	21,600	-1,500	-19,000
K183	20,050	0,000	0,000
K186	20,050	1,500	0,000
K187	21,600	3,000	-19,000
K218	-0,300	-1,500	-19,000
K219	-0,300	3,000	-19,000
K220	1,250	0,000	0,000
K221	1,250	1,500	0,000
K242	1,750	0,750	0,000
K246	19,550	0,750	0,000
K252	4,500	-2,962	-19,000
K253	4,500	4,462	-19,000
K254	16,800	-2,962	-19,000
K255	16,800	4,462	-19,000
K258	10,650	0,750	-19,000
K259	10,650	0,750	0,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S19	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K86	K81	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S24	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K94	K92	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S54	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,186	Lijn	K179	K175	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S55	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K180	K176	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S56	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K183	K181	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S59	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K186	K187	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S66	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K220	K218	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S67	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K221	K219	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S79	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K169	K252	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S80	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K171	K253	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S81	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K177	K254	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S82	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K178	K255	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S83	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,000	Lijn	K259	K258	Algemeen (0)	standaard	Laag2

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E2	C30/37	3000	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type						
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Regio3	E2	C30/37	konstant	K156	Cirkelboog
	Boven	0		1800	K157	
					K155	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio4	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K144	Lijn
					K145	Cirkelboog
					K146	
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio6	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K153	Cirkelboog
					K154	
					K152	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio7	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K147	Lijn
					K148	Cirkelboog
					K149	
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio8	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K158	Lijn
					K156	Cirkelboog
					K159	
					K144	Lijn
					K143	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio9	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K160	Cirkelboog
					K162	
					K161	Lijn
					K163	Cirkelboog

2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K165 K164	 Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio10	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K152 K151 K150 K148 K166	Lijn Lijn Lijn Cirkelboog

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn9	K81	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K92	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn43	K181	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn47	K176	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn49	K175	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn50	K187	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn58	K218	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn59	K219	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn71	K252	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn72	K253	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn73	K254	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn74	K255	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn75	K258	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S19	Slb14 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb79 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb53 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb27 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb66 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb40 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb1 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb2 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb41 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb80 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb15 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb28 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb54 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb67 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb81 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb29 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb68 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb42 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb55 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb16 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S54	Slb3 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb43 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb56 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb82 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb30 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb17 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb69 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb4 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb18 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb70 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb57 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb5 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb44 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb83 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb31 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb71 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb45 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb58 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb84 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb6 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb19 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb32 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb72 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb85 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb7 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb20 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb46 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb33 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb59 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb21 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb60 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb86 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb47 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb8 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb34 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb73 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij

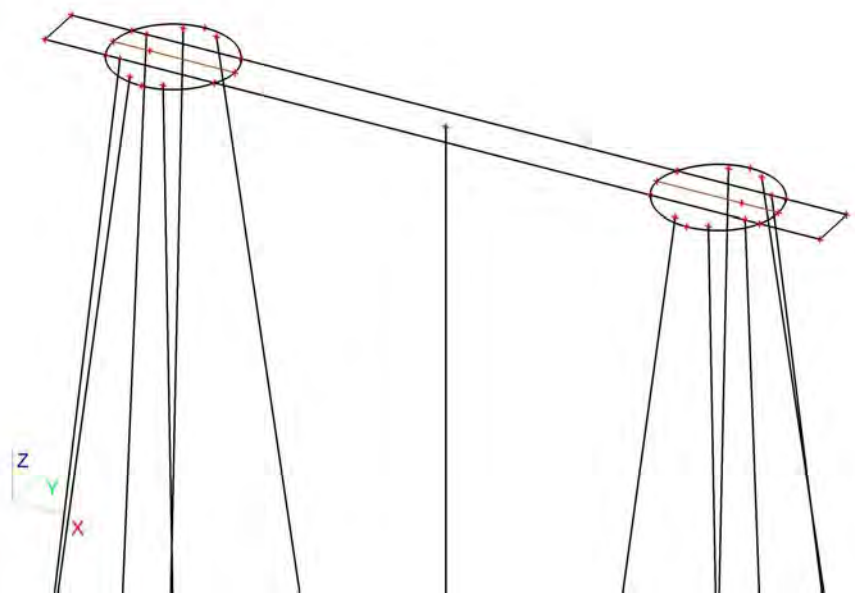
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S79	Slb62 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb23 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb88 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb10 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb36 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb75 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb49 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb89 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb76 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb24 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb37 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb50 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb11 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb63 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb38 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb90 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb12 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb25 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb77 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb51 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb64 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb52 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb91 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb65 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb78 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb39 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb13 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb26 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb96 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb97 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb98 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb95 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb92 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb93 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb94 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.2.1. Vrije puntmomenten

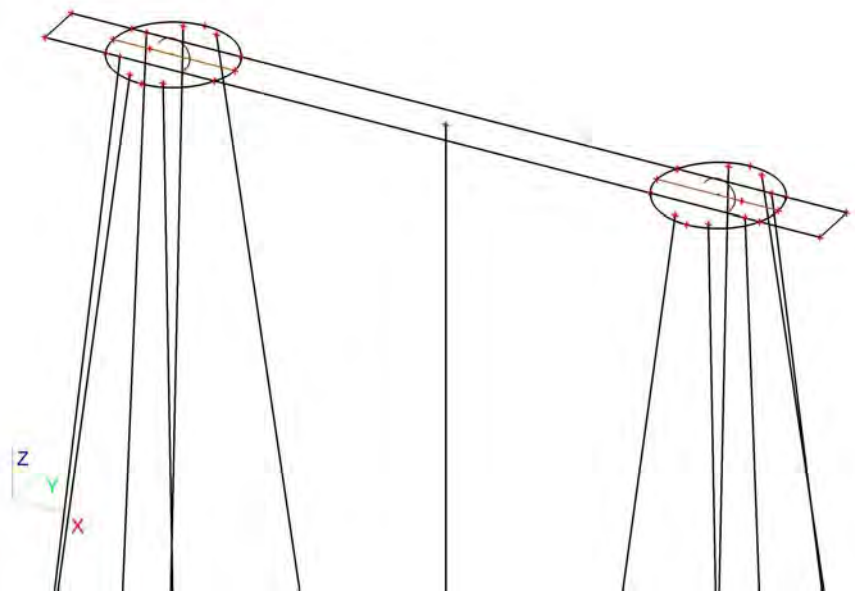
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	14507,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	14507,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	953,70	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	-13,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	953,70	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	2,440	0,757	0,000	GCS

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF1	-565,00	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF2	-565,00	GCS Lengte
GFF5	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM6	0,00	GCS Lengte
GFF6	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF3	0,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF5	374,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF9	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF4	0,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF6	374,00	GCS Lengte
GFF25	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM7	953,70	GCS Lengte
GFF27	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM8	953,70	GCS Lengte
GFF41	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM1	0,00	GCS Lengte
GFF42	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM2	0,00	GCS Lengte
GFF43	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM3	14507,00	GCS Lengte
GFF44	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM4	14507,00	GCS Lengte
GFF45	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM5	0,00	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



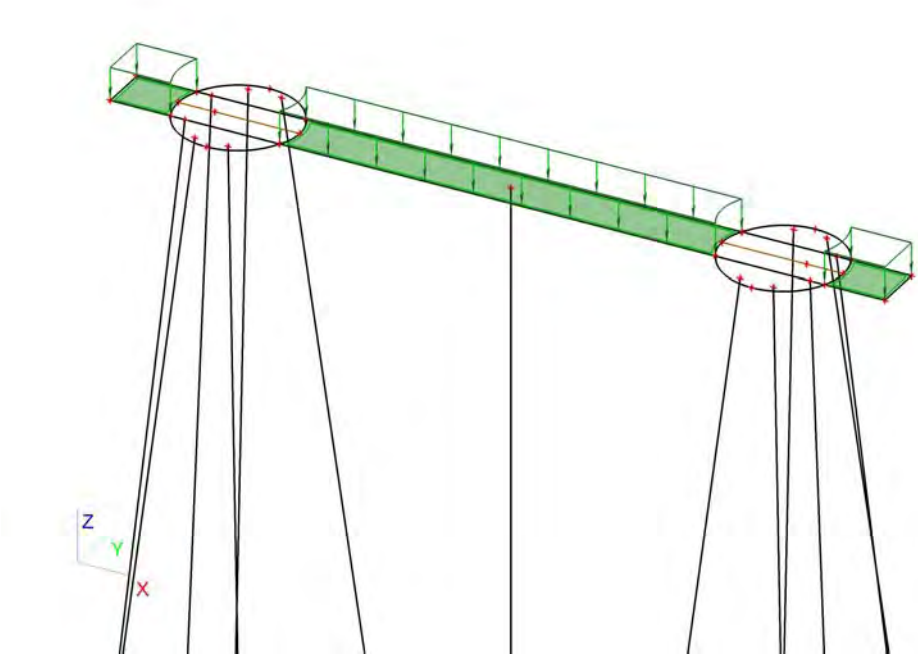
11.3. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG8	Standaard

11.3.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF2	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF3	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte

11.3.2. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.4.1. Vrije puntmomenten

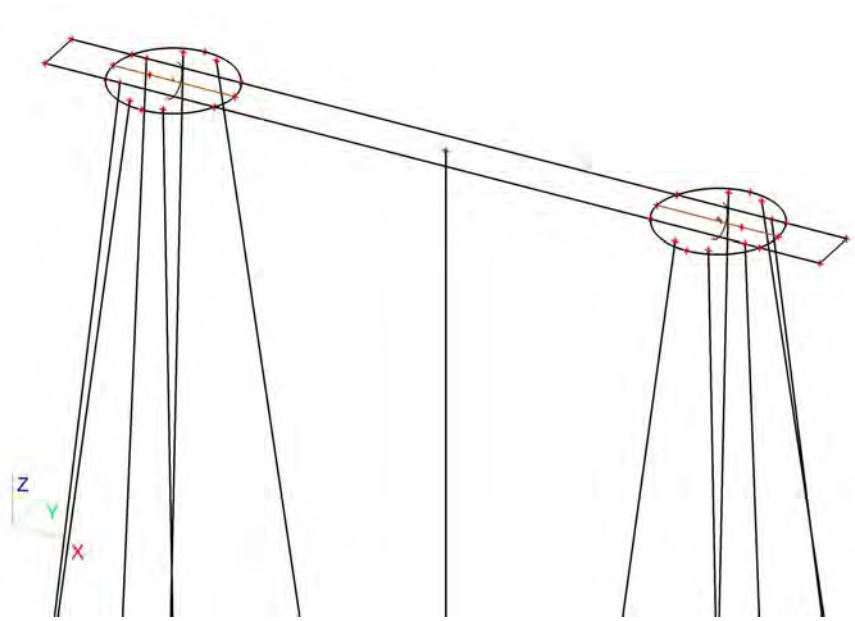
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	-4914,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	-4914,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	20,275	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	862,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-12,525	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	862,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	397,80	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	397,80	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF2	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF9	156,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF7	-737,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM13	397,80	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF8	-737,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM14	397,80	GCS Lengte
GFF16	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF10	156,00	GCS Lengte
GFF18	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF11	0,00	GCS Lengte
GFF19	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF12	0,00	GCS Lengte
GFF20	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM10	-4914,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF22	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM15	 0,00	GCS Lengte
GFF24	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM16	 0,00	GCS Lengte
GFF29	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM11	 862,00	GCS Lengte
GFF31	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM12	 862,00	GCS Lengte
GFF46	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM9	 -4914,00	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

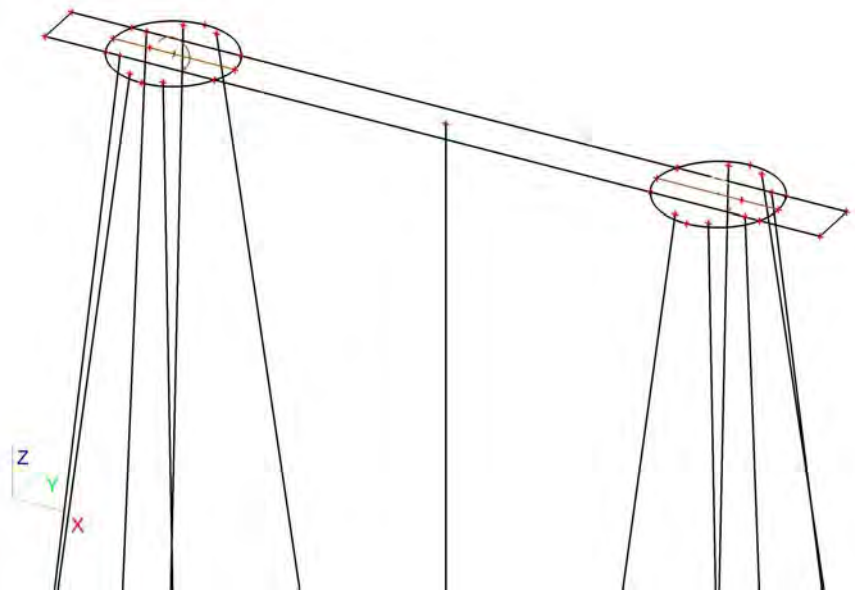
11.5.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-1805,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-1805,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	10053,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	10053,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	459,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	459,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	400,35	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	-14,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	400,35	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	1,440	0,757	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM19	 10053,00	GCS Lengte
GFF8	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM17	 -1805,00	GCS Lengte
GFF11	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM18	 -1805,00	GCS Lengte
GFF17	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM20	 10053,00	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF13	-471,00	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF14	-471,00	GCS Lengte
GFF26	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF15	65,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF16	65,00	GCS Lengte
GFF30	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF17	257,00	GCS Lengte
GFF32	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF18	257,00	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM29	 459,00	GCS Lengte
GFF40	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM30	 459,00	GCS Lengte
GFF47	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM21	 165,75	GCS Lengte
GFF48	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM22	 165,75	GCS Lengte
GFF49	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM23	 165,75	GCS Lengte
GFF50	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM24	 165,75	GCS Lengte
GFF55	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM31	 400,35	GCS Lengte
GFF56	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM32	 400,35	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

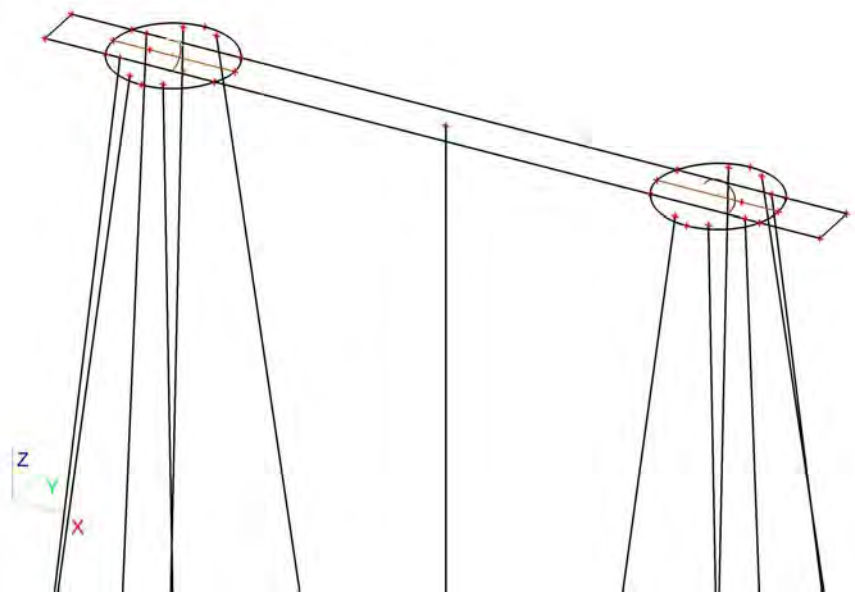
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-5585,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-5585,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	6660,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	6660,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF33	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF19	-592,00	GCS Lengte
GFF34	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF20	-592,00	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF21	180,00	GCS Lengte
GFF36	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF22	180,00	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF23	157,00	GCS Lengte
GFF39	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF24	157,00	GCS Lengte
GFF51	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM25	-5585,00	GCS Lengte
GFF52	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM26	-5585,00	GCS Lengte
GFF53	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM27	6660,00	GCS Lengte
GFF54	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM28	6660,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF4	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF5	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF6	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch

12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende -	BG1 - Eigengewicht	0,54

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi6	Omhullende - uiterste	BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG5	Snede3	155	3,650	**13,9**	2,0	-9,0	-1,0	4,7	**0,4**
BG5	Snede2	18	2,750	**13,9**	2,0	-5,6	-1,0	4,7	-0,4
BG5	Snede3	126	2,250	13,9	**2,0**	-2,5	-1,0	4,8	0,4
BG5	Snede2	77	3,626	13,9	**2,0**	**-9,6**	-1,0	4,5	-0,4
BG5	Snede3	174	0,000	13,9	2,0	**7,8**	-1,0	**4,4**	0,4
BG5	Snede2	14	1,750	13,9	2,0	-1,0	**-1,0**	**5,0**	-0,4
BG5	Snede2	57	0,000	13,9	2,0	7,4	**-1,0**	4,8	**-0,5**

14. Verplaatsing van knopen SLS 2

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG6

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG6	Snede3	155	3,650	**8,5**	5,1	-6,2	-4,7	2,9	**2,8**
BG6	Snede2	18	2,750	**8,6**	5,1	-4,1	-4,8	2,9	-2,5
BG6	Snede2	90	1,500	8,6	**5,1**	-0,4	-4,8	3,1	-2,6
BG6	Snede3	174	0,000	8,5	**5,1**	**4,3**	-4,8	**2,8**	2,3
BG6	Snede2	77	3,626	8,6	5,1	**-6,6**	-4,8	2,8	-2,3
BG6	Snede2	14	1,750	8,6	5,1	-1,2	**-5,0**	**3,2**	-2,6
BG6	Snede2	57	0,000	8,6	5,1	4,1	**-4,7**	3,0	**-2,8**

15. Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb70/S56	Combi1/1	18,164	**-46,28**	44,54	-7,29	0,00	0,00	0,00
Slb78/S82	Combi2/2	18,224	**42,16**	-59,92	-10,38	0,00	0,00	0,00
Slb76/S80	Combi2/2	18,224	-43,61	**-61,95**	-10,73	0,00	0,00	0,00
Slb75/S79	Combi1/1	18,224	-39,34	**55,41**	-9,63	0,00	0,00	0,00
Sn58/K218	Combi5/3		-20,66	-20,06	**-609,06**	0,00	0,00	0,00
Sn43/K181	Combi1/1		-39,47	38,18	**1172,73**	0,00	0,00	0,00
Sn47/K176	Combi6/4		-26,62	-37,63	787,55	**0,00**	0,00	0,00
Sn59/K219	Combi1/5		-15,40	15,00	-450,20	**0,00**	0,00	0,00

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn50/K187	Combi1/1		-39,46	-38,17	1172,50	0,00	**0,00**	0,00
Sn47/K176	Combi1/5		-26,63	-37,77	791,36	0,00	**0,00**	0,00
Sn72/K253	Combi5/3		-24,34	-34,64	722,02	0,00	0,00	**0,00**
Sn9/K81	Combi5/3		-5,52	-7,92	-161,29	0,00	0,00	**0,00**

BIJLAGE 2 UITVOER SCIA ENGINEER – MATIGE E-WAARDE (MODEL 2)

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	3
8. Subregio	3
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	4
11. Belastingsgevallen	7
11.1. Belastingsgevallen - BG1	7
11.1.1. Belasting grafisch	7
11.2. Belastingsgevallen - BG3	7
11.2.1. Vrije puntmomenten	7
11.2.2. Genereer vrije lasten	7
11.2.3. Belasting grafisch	8
11.3. Belastingsgevallen - BG2	8
11.3.1. Lasten op oppervlak	8
11.3.2. Belasting grafisch	9
11.4. Belastingsgevallen - BG4	9
11.4.1. Vrije puntmomenten	9
11.4.2. Genereer vrije lasten	9
11.4.3. Belasting grafisch	10
11.5. Belastingsgevallen - BG5	10
11.5.1. Vrije puntmomenten	10
11.5.2. Genereer vrije lasten	11
11.5.3. Belasting grafisch	11
11.6. Belastingsgevallen - BG6	12
11.6.1. Vrije puntmomenten	12
11.6.2. Genereer vrije lasten	12
11.6.3. Belasting grafisch	12
11.7. Belastingsgevallen - BG7	13
11.7.1. Lasten op oppervlak	13
11.7.2. Belasting grafisch	13
12. Combinaties	13
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	14
14. Verplaatsing van knopen SLS 2	14
15. Reacties	14
16. 2D element - Interne krachten; mxD+	15
17. 2D element - Interne krachten; mxD-	15
18. 2D element - Interne krachten; myD+	16
19. 2D element - Interne krachten; myD-	16
20. 2D element - Interne krachten; vx	17
21. 2D element - Interne krachten; vy	17

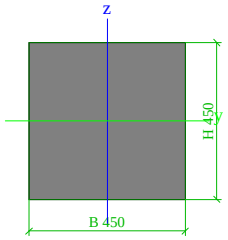
2. Overzicht

3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	2,2000e+04	0,2	9,1667e+03	0,00	30,00
C45/55	Beton	2500,0	3,6300e+04	0,2	1,5125e+04	0,00	45,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C45/55	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K81	0,400	-2,962	-19,000
K86	1,950	-0,762	0,000
K92	0,400	4,462	-19,000
K94	1,950	2,262	0,000
K143	-1,000	0,000	0,000
K144	0,814	0,000	0,000
K145	4,086	0,000	0,000
K146	2,450	-1,050	0,000
K147	17,214	0,000	0,000
K148	20,486	0,000	0,000
K149	18,850	-1,050	0,000
K150	22,300	0,000	0,000
K151	22,300	1,500	0,000
K152	20,486	1,500	0,000
K153	17,214	1,500	0,000
K154	18,850	2,550	0,000
K155	4,086	1,500	0,000
K156	0,814	1,500	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K157	2,450	2,550	0,000
K158	-1,000	1,500	0,000
K159	0,650	0,750	0,000
K160	4,100	0,000	0,000
K161	4,100	1,500	0,000
K162	4,300	0,750	0,000
K163	17,200	1,500	0,000
K164	17,200	0,000	0,000
K165	17,000	0,750	0,000
K166	20,650	0,750	0,000
K169	2,950	-0,762	0,000
K171	2,950	2,262	0,000
K175	20,900	-2,932	-19,000
K176	20,900	4,462	-19,000
K177	18,350	-0,762	0,000
K178	18,350	2,262	0,000
K179	19,350	-0,762	0,000
K180	19,350	2,262	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K181	21,600	-1,500	-19,000
K183	20,050	0,000	0,000
K186	20,050	1,500	0,000
K187	21,600	3,000	-19,000
K218	-0,300	-1,500	-19,000
K219	-0,300	3,000	-19,000
K220	1,250	0,000	0,000
K221	1,250	1,500	0,000
K242	1,750	0,750	0,000
K246	19,550	0,750	0,000
K252	4,500	-2,962	-19,000
K253	4,500	4,462	-19,000
K254	16,800	-2,962	-19,000
K255	16,800	4,462	-19,000
K258	10,650	0,750	-19,000
K259	10,650	0,750	0,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S19	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K86	K81	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S24	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K94	K92	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S54	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,186	Lijn	K179	K175	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S55	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K180	K176	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S56	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K183	K181	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S59	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K186	K187	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S66	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K220	K218	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S67	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K221	K219	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S79	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K169	K252	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S80	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K171	K253	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S81	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K177	K254	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S82	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K178	K255	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S83	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,000	Lijn	K259	K258	Algemeen (0)	standaard	Laag2

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E2	C30/37	3000	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type						
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Regio3	E2	C30/37	konstant	K156	Cirkelboog
	Boven	0		1800	K157	
					K155	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio4	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K144	Lijn
					K145	Cirkelboog
					K146	
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio6	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K153	Cirkelboog
					K154	
					K152	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio7	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K147	Lijn
					K148	Cirkelboog
					K149	
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio8	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K158	Lijn
					K156	Cirkelboog
					K159	
					K144	Lijn
					K143	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio9	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K160	Cirkelboog
					K162	
					K161	Lijn
					K163	Cirkelboog

2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K165 K164	 Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio10	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K152 K151 K150 K148 K166	Lijn Lijn Lijn Cirkelboog

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn9	K81	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K92	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn43	K181	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn47	K176	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn49	K175	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn50	K187	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn58	K218	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn59	K219	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn71	K252	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn72	K253	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn73	K254	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn74	K255	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn75	K258	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S19	Slb14 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb79 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb53 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb27 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb66 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb40 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb1 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb2 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb41 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb80 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb15 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb28 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb54 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb67 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb81 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb29 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb68 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb42 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb55 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb16 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S54	Slb3 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb43 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb56 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb82 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb30 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb17 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb69 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb4 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb18 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb70 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb57 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb5 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb44 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb83 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb31 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb71 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb45 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb58 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb84 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb6 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb19 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb32 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb72 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb85 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb7 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb20 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb46 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb33 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb59 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb21 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb60 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb86 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb47 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb8 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb34 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb73 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij

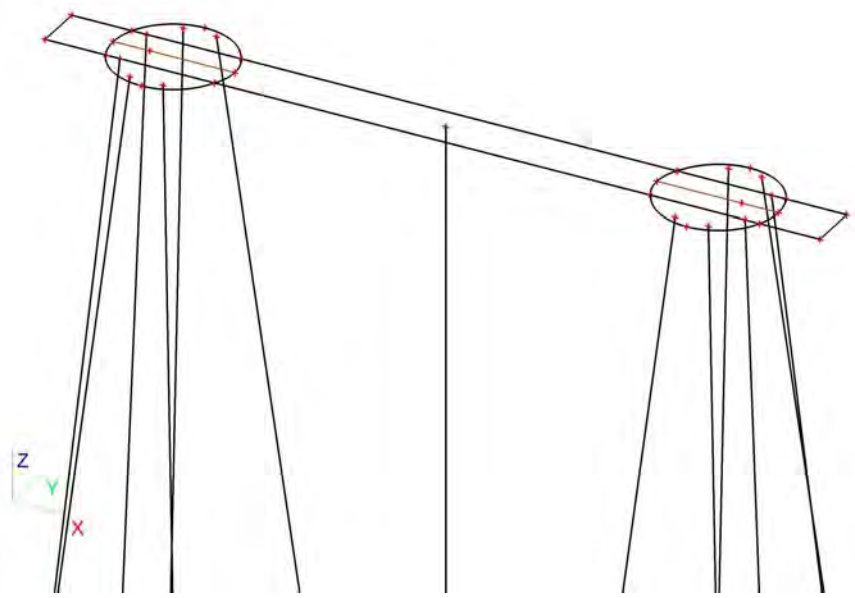
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S79	Slb62 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb23 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb88 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb10 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb36 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb75 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb49 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb89 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb76 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb24 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb37 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb50 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb11 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb63 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb38 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb90 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb12 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb25 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb77 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb51 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb64 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb52 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb91 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb65 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb78 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb39 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb13 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb26 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb96 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb97 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb98 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb95 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb92 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb93 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb94 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.2.1. Vrije puntmomenten

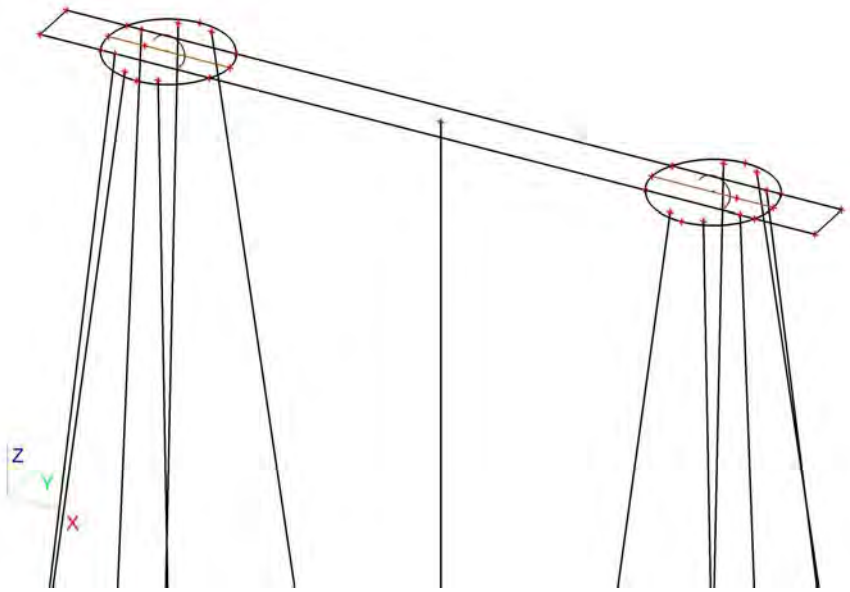
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	14507,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	14507,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	953,70	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	-13,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	953,70	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	2,440	0,757	0,000	GCS

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF1	-565,00	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF2	-565,00	GCS Lengte
GFF5	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM6	0,00	GCS Lengte
GFF6	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF3	0,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF5	374,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF9	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF4	0,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF6	374,00	GCS Lengte
GFF25	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM7	953,70	GCS Lengte
GFF27	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM8	953,70	GCS Lengte
GFF41	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM1	0,00	GCS Lengte
GFF42	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM2	0,00	GCS Lengte
GFF43	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM3	14507,00	GCS Lengte
GFF44	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM4	14507,00	GCS Lengte
GFF45	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM5	0,00	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



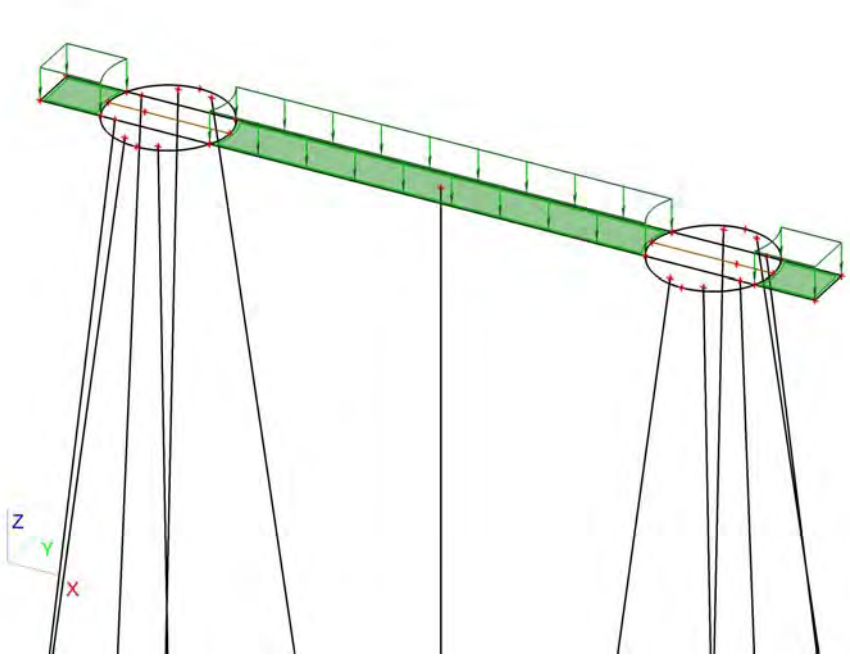
11.3. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG8	Standaard

11.3.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF2	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF3	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte

11.3.2. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.4.1. Vrije puntmomenten

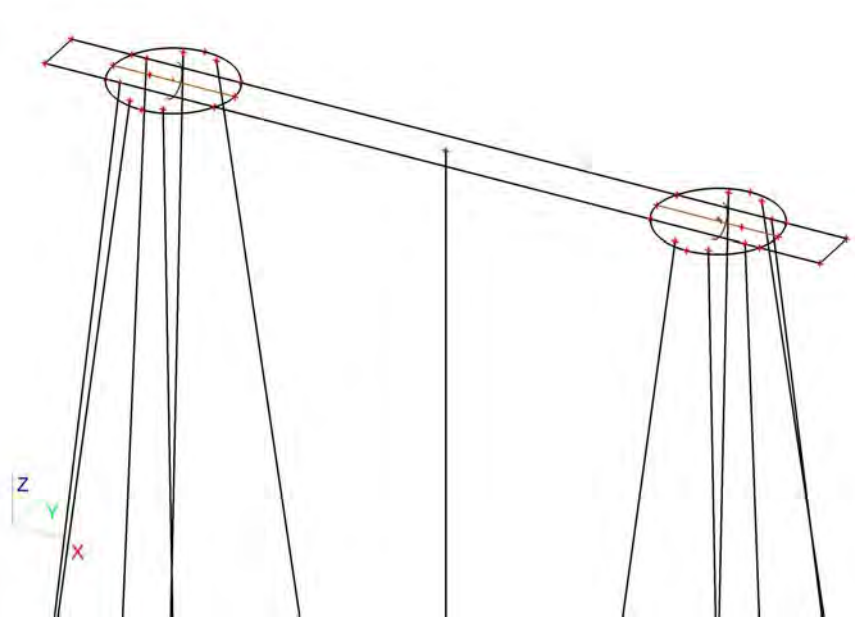
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	-4914,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	-4914,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	20,275	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	862,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-12,525	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	862,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	397,80	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	397,80	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF2	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF9	156,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF7	-737,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM13	397,80	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF8	-737,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM14	397,80	GCS Lengte
GFF16	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF10	156,00	GCS Lengte
GFF18	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF11	0,00	GCS Lengte
GFF19	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF12	0,00	GCS Lengte
GFF20	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM10	-4914,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF22	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM15	 0,00	GCS Lengte
GFF24	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM16	 0,00	GCS Lengte
GFF29	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM11	 862,00	GCS Lengte
GFF31	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM12	 862,00	GCS Lengte
GFF46	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM9	 -4914,00	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

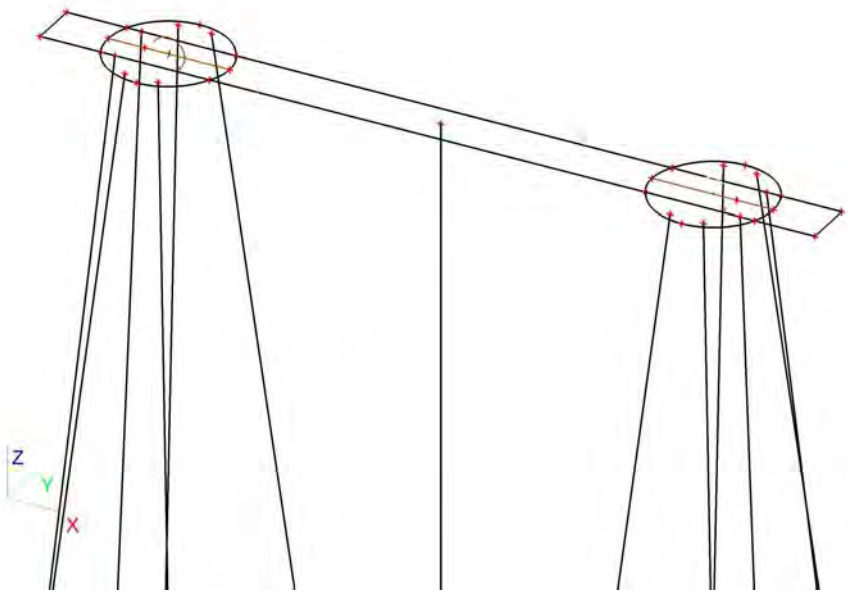
11.5.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-1805,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-1805,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	10053,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	10053,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	459,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	459,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	400,35	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	-14,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	400,35	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	1,440	0,757	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM19	 10053,00	GCS Lengte
GFF8	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM17	 -1805,00	GCS Lengte
GFF11	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM18	 -1805,00	GCS Lengte
GFF17	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM20	 10053,00	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF13	-471,00	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF14	-471,00	GCS Lengte
GFF26	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF15	65,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF16	65,00	GCS Lengte
GFF30	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF17	257,00	GCS Lengte
GFF32	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF18	257,00	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM29	 459,00	GCS Lengte
GFF40	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM30	 459,00	GCS Lengte
GFF47	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM21	 165,75	GCS Lengte
GFF48	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM22	 165,75	GCS Lengte
GFF49	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM23	 165,75	GCS Lengte
GFF50	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM24	 165,75	GCS Lengte
GFF55	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM31	 400,35	GCS Lengte
GFF56	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM32	 400,35	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

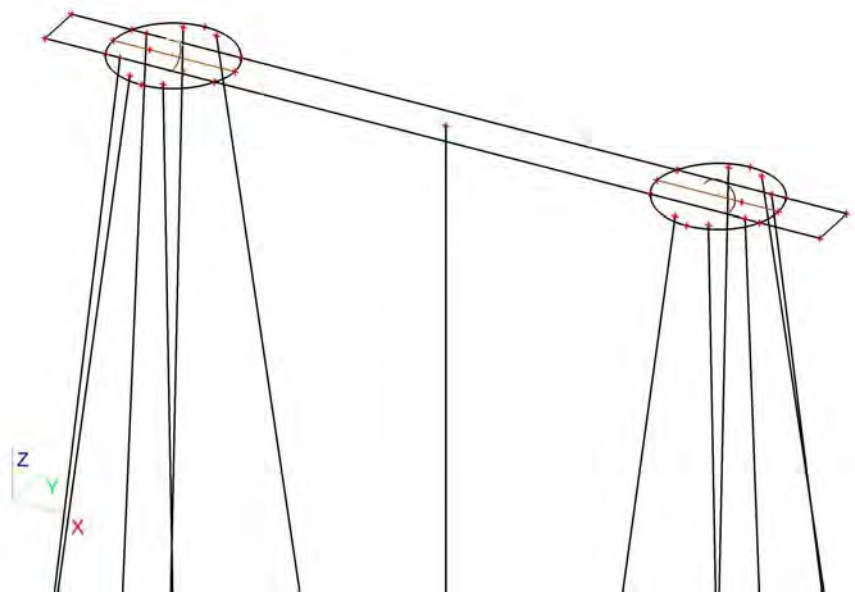
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-5585,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-5585,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	6660,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	6660,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF33	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF19	-592,00	GCS Lengte
GFF34	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF20	-592,00	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF21	180,00	GCS Lengte
GFF36	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF22	180,00	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF23	157,00	GCS Lengte
GFF39	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF24	157,00	GCS Lengte
GFF51	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM25	-5585,00	GCS Lengte
GFF52	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM26	-5585,00	GCS Lengte
GFF53	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM27	6660,00	GCS Lengte
GFF54	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM28	6660,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



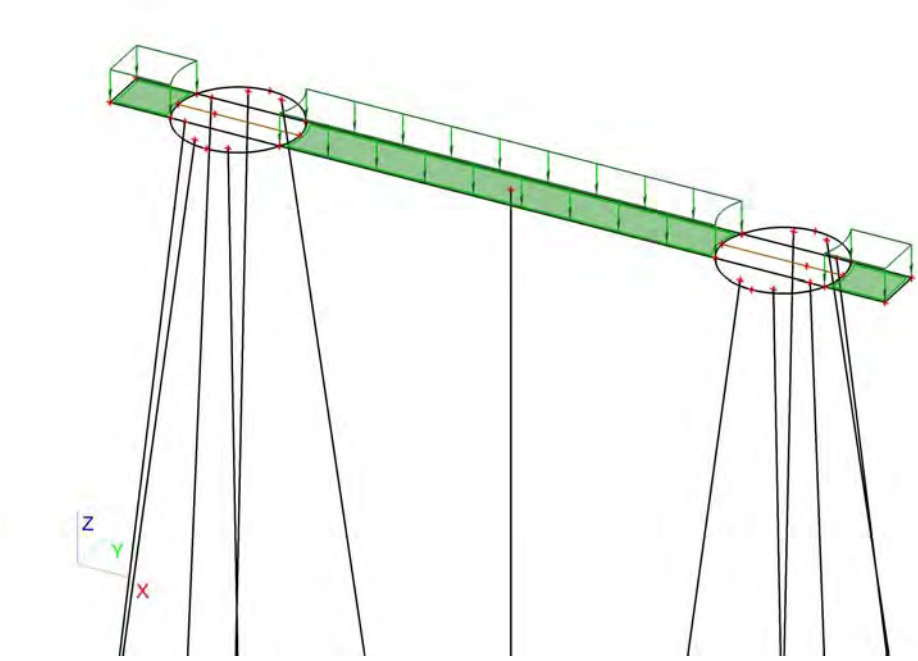
11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF4	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF5	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF6	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch



12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende -	BG1 - Eigengewicht	0,54

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi6	Omhullende - uiterst	BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG5	Snede3	155	3,650	**11,6**	2,0	**-6,6**	-1,0	2,8	**0,3**
BG5	Snede2	19	3,000	**11,7**	2,0	-3,4	-1,0	2,7	-0,3
BG5	Snede3	126	2,250	11,6	**2,0**	-2,8	-1,0	2,8	0,3
BG5	Snede2	57	0,000	11,7	**2,0**	**4,9**	**-1,0**	2,8	**-0,3**
BG5	Snede2	14	1,750	11,7	2,0	0,0	**-1,0**	**2,9**	-0,3
BG5	Snede3	174	0,000	11,6	2,0	3,2	-1,0	**2,6**	0,2

14. Verplaatsing van knopen SLS 2

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG6

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG6	Snede3	155	3,650	**7,1**	**5,2**	**-4,7**	-4,7	1,7	**1,8**
BG6	Snede2	19	3,000	**7,2**	5,1	-2,7	-4,7	1,7	-1,6
BG6	Snede2	16	2,250	7,2	**5,1**	-1,4	-4,8	1,8	-1,6
BG6	Snede2	57	0,000	7,2	5,2	**2,5**	**-4,7**	1,8	**-1,7**
BG6	Snede2	14	1,750	7,2	5,1	-0,5	**-4,8**	**1,8**	-1,6
BG6	Snede3	174	0,000	7,1	5,2	1,5	-4,7	**1,6**	1,5

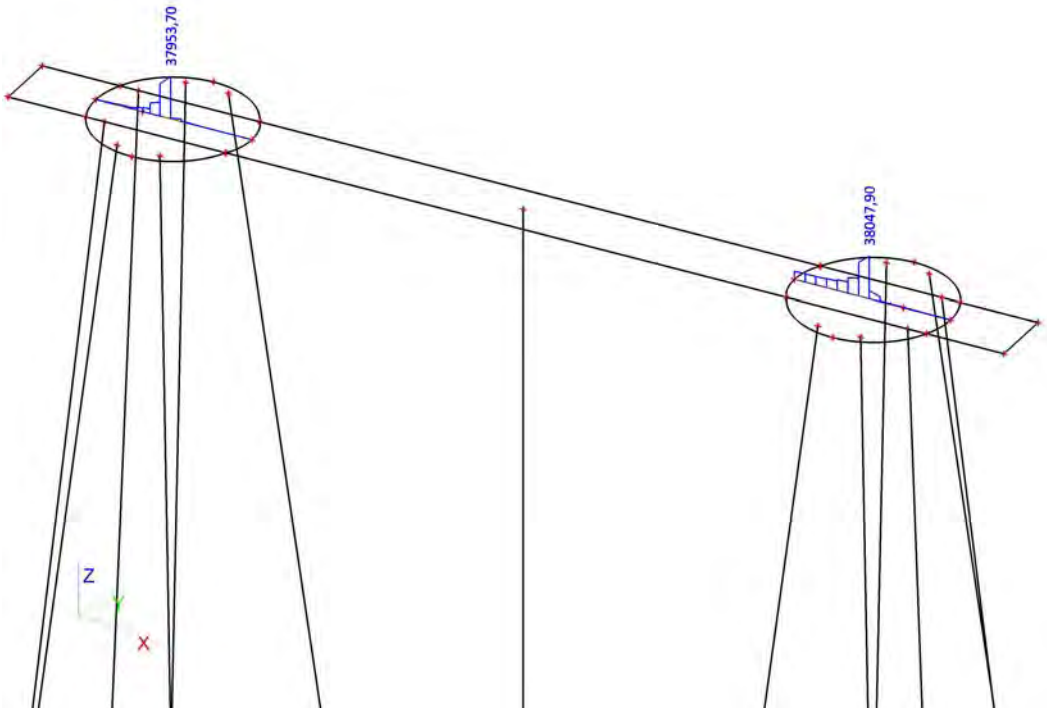
15. Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

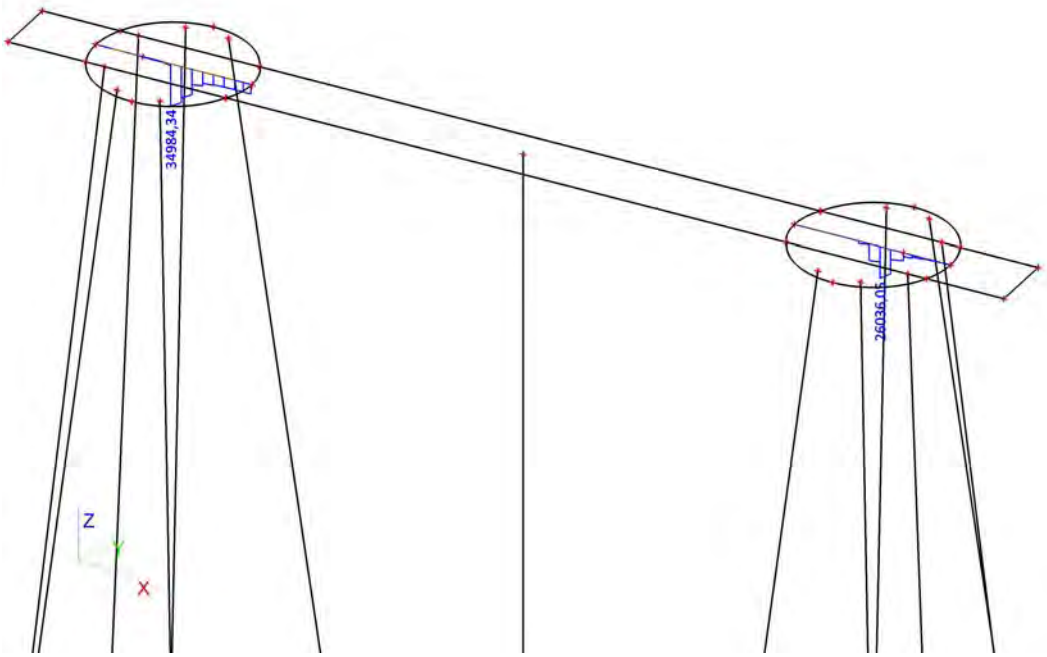
Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb76/S80	Combi2/1	18,224	**-42,45**	**-60,32**	-10,45	0,00	0,00	0,00
Slb78/S82	Combi2/1	18,224	**42,17**	-59,92	-10,38	0,00	0,00	0,00
Slb68/S54	Combi1/2	18,221	-31,64	**44,05**	-7,61	0,00	0,00	0,00
Sn58/K218	Combi5/3		-14,45	-13,91	**-421,41**	0,00	0,00	0,00
Sn72/K253	Combi2/1		-36,50	-51,69	**1084,25**	0,00	0,00	0,00
Sn50/K187	Combi1/2		-34,24	-33,00	1014,63	**0,00**	0,00	0,00
Sn14/K92	Combi6/4		25,60	-36,13	756,50	**0,00**	0,00	0,00
Sn9/K81	Combi1/2		1,63	2,37	56,84	0,00	**0,00**	0,00
Sn47/K176	Combi1/2		-27,24	-38,46	805,56	0,00	**0,00**	0,00
Sn50/K187	Combi2/5		-23,90	-22,94	712,73	0,00	0,00	**0,00**

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn9/K81	Combi1/6		1,14	1,68	42,59	0,00	0,00	**0,00**

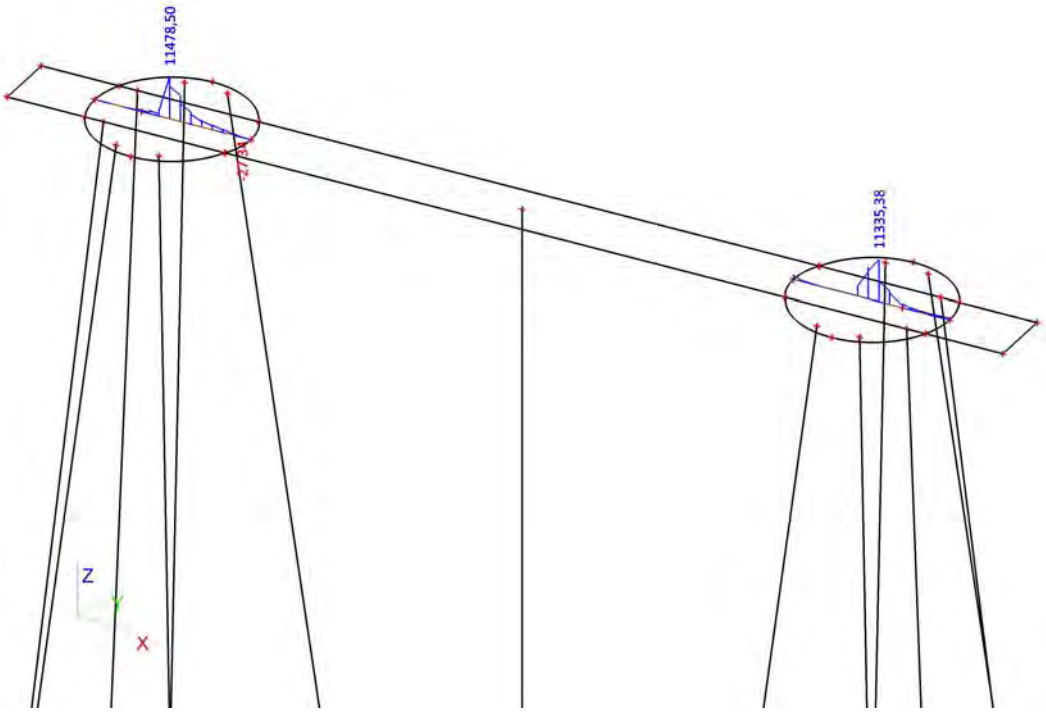
16. 2D element - Interne krachten; mxD+



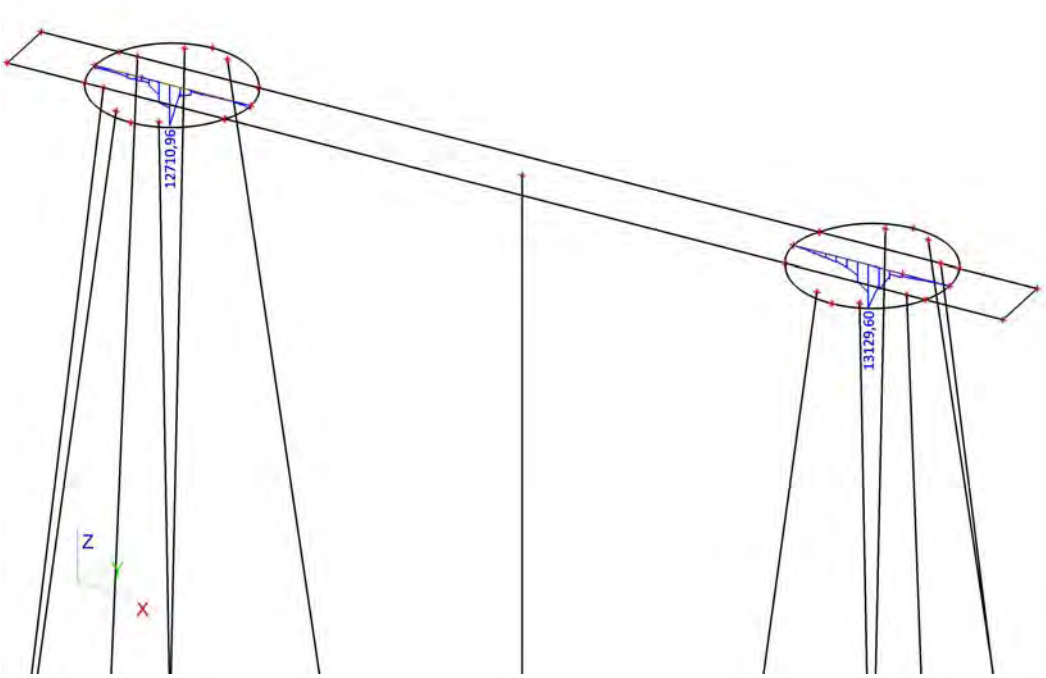
17. 2D element - Interne krachten; mxD-



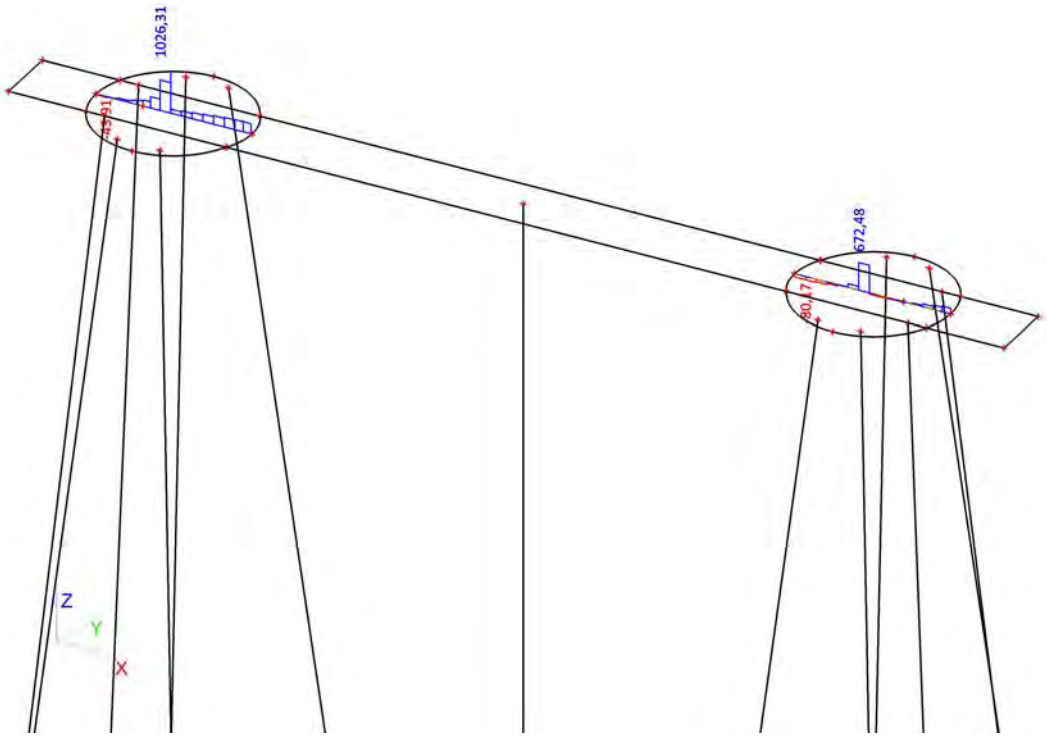
18. 2D element - Interne krachten; myD+



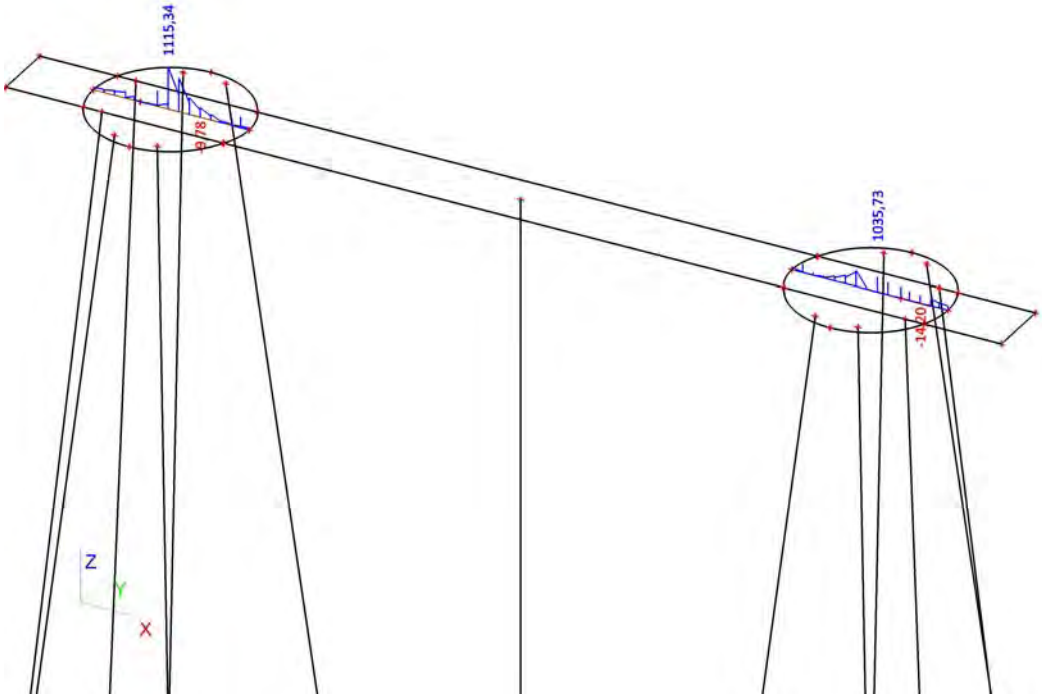
19. 2D element - Interne krachten; myD-



20. 2D element - Interne krachten; vx



21. 2D element - Interne krachten; vy



Constructieberekening mastfundatie type B

Project:
Randstad 380kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	06-08-2013	Definitief. Tweede uitgave
02	02-10-2013	T.b.v. 3e uitgave

Documentnummer: R3N-OWR-0004

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
A.L.A. van Noort Constructeur	P. de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael DeSmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding *4*
1.1. Overzicht verschillende typen 4
1.1.1. Fundatietype A 5
1.1.2. Fundatietype B 5
1.1.3. Fundatietype C 6
1.1.4. Fundatietype D 6
1.1.5. Fundatietype F 7
1.2. Mastbeeld bij fundatie type B 8
1.3. Gerelateerde documenten 8
1.4. Openstaande punten 8
1.5. Revisiebeheer 9
2. Uitgangspunten en eisen *10*
2.1. Uitgangspunten 10
2.2. Gehanteerde normen 10
2.3. Eisen 10
2.4. Vermoeiing 10
2.5. Materiaalgegevens 10
2.5.1. Betonkwaliteiten 10
2.5.2. Milieuklasse *11*
2.5.3. Betondekking 11
2.6. Veerconstante funderingspalen 11
3. Berekening poer type B *13*
3.1. Geometrie 13
3.2. Belastingen en belastingcombinaties 13
3.2.1. Belastingsfactoren 13
3.2.2. Belastingsgevallen 14
3.2.3. Belastingcombinaties 16
3.3. Wisselende belastingen en vermoeiing 17
4. Verbinding mast-fundering *20*
4.1. Controle ronde opstort ..... **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**
4.2. Berekening fundering 20
5. Bijlagen *21*
Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde 22
Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – Matige-waarde 23

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt de mastfundaties. Dit betreft ook de masten welke ter plaatse van een OSP zijn gelokaliseerd. De overige onderdelen van de OSP's zijn in een afzonderlijk document berekend evenals de funderingspalen.

Dit rapport betreft poer B . p poer B worden de volgende masttypen geplaatst W4S400Z + 5, W2S400 + 24, W2S400 + 24, W4S400Z + 14

De wapening wordt in het UO ontwerp uitgewerkt.

1.1. OVERZICHT VERSCHILLENDE TYPEN

Binnen het project komen verschillende typen masten voor.
De verschillen komen voort uit:

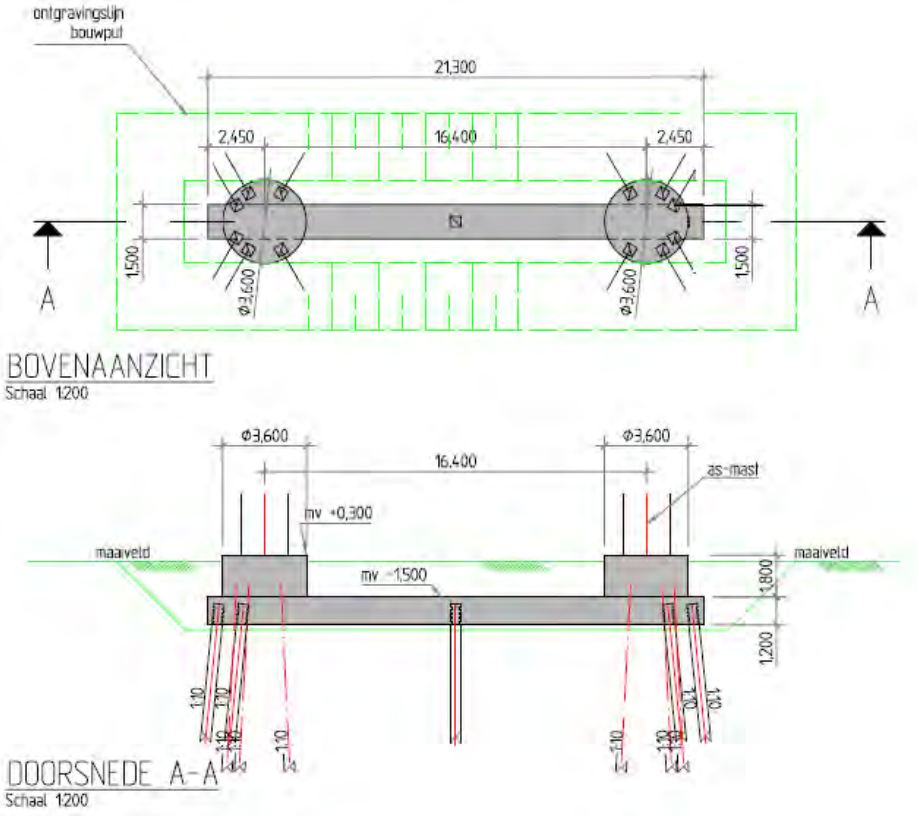
- aantal systemen dat een mastenpaar draagt, 2 systemen (2x380 kV) of 4 systemen (2x380 kV en 2x150 kV),
- de functie van de mast, Steunmast, Hoekmast of Eindmast,
- maximale veldlengte tussen masten 350 of 400 m,
- aanpassingen aan mast (b.v. +10 m extra hoogte).

Elke mast heeft een eigen belastingpatroon. Na analyse van de verschillende belastingen en geometrische eisen zijn er uiteindelijk 5 mastfundatie typen bepaal. Met deze 5 typen is er voor elke mast een geschikte fundatie beschikbaar.

De fundatietypen zijn hieronder weergegeven.

1.1.1. FUNDATIETYPE A

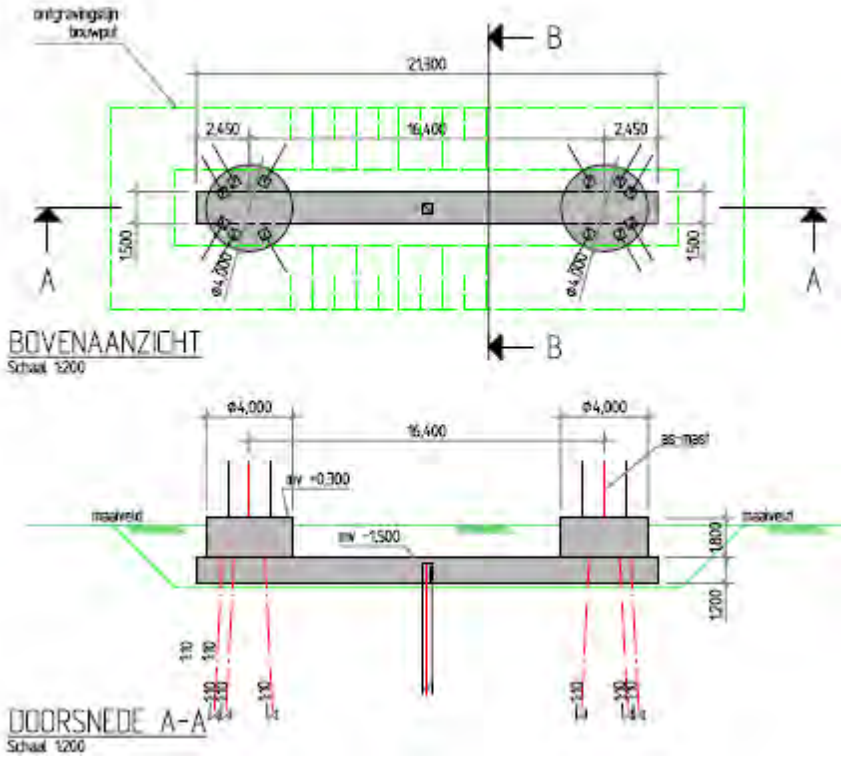
Toegepast bij masttype:
- W2S400 + 5
- W2S350 + 5
- W2S400A+10



1.1.2. FUNDATIETYPE B

Toegepast bij masttype:
- W4S400Z + 5
- W2S400 + 24
- W2S400 + 24
- W4S400Z + 14

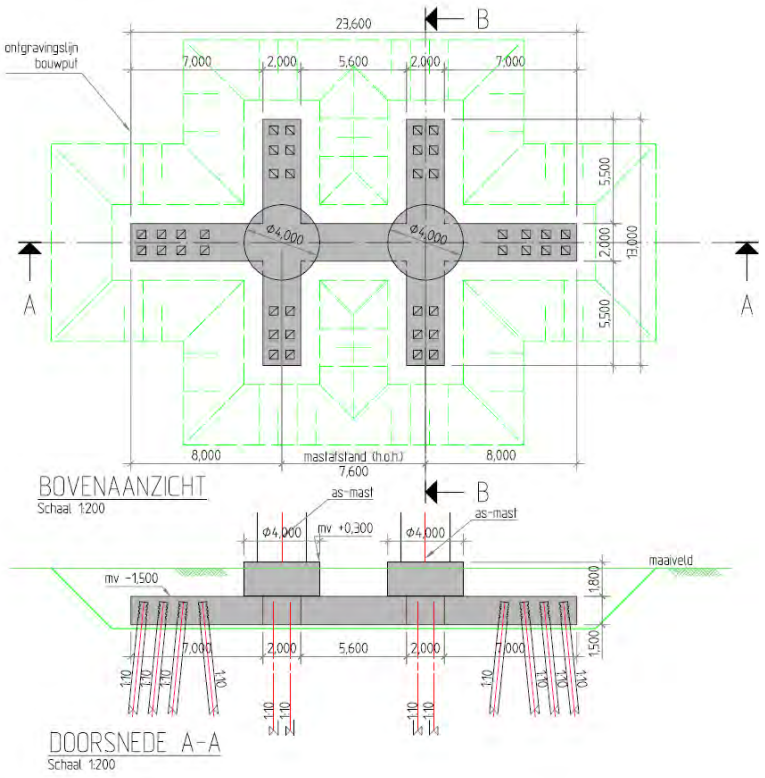
Opm: verschil met type A is diameter opstort.



1.1.3. FUNDATIETYPE C

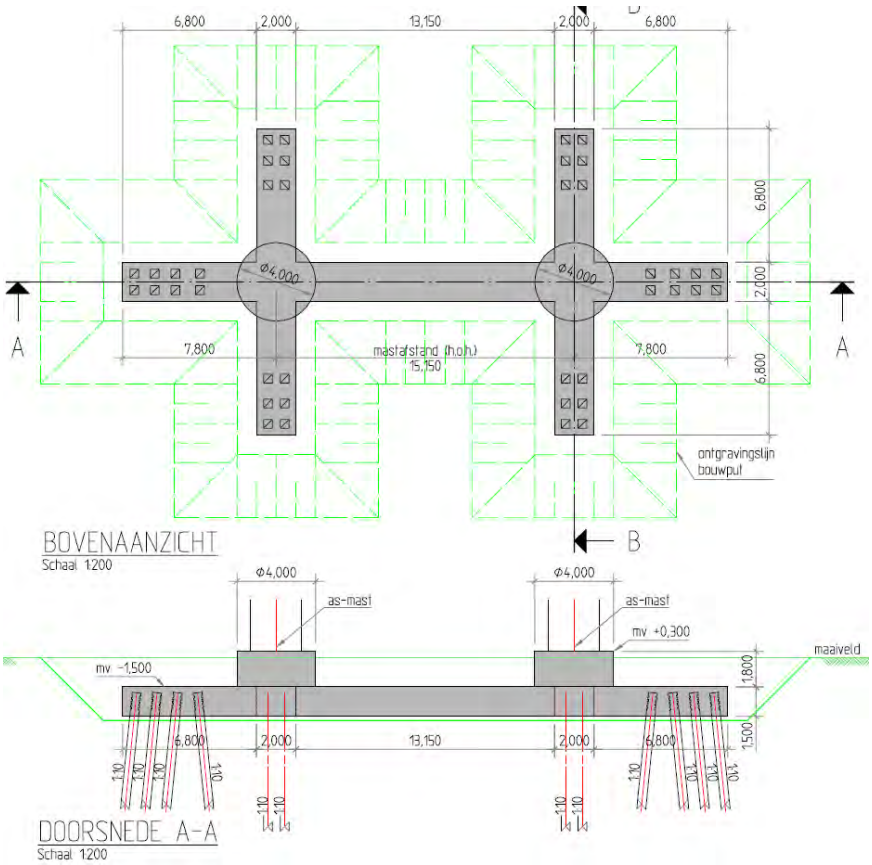
Toegepast bij masttype:
- W2H400 + 5
- W2H400 + 5
- W2H400 + 10
- W2H400 + 10 mast 133
- W2H400 + 15

Opm: mast 133 was in de oude nummering mast 82.



1.1.4. FUNDATIETYPE D

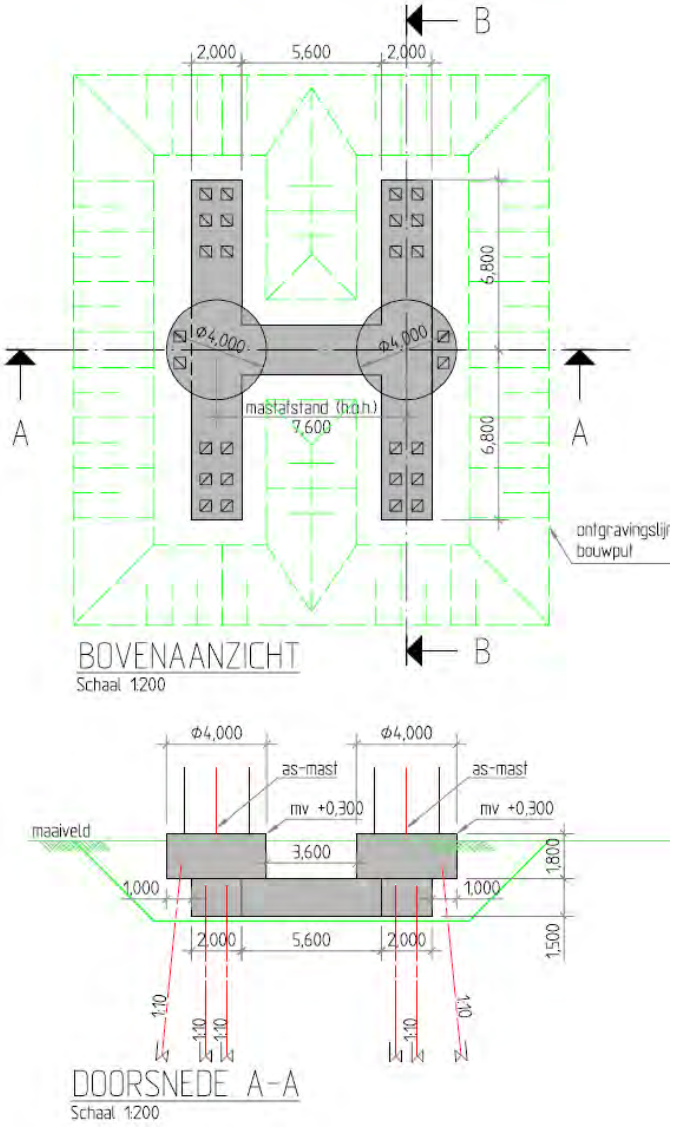
Toegepast bij masttype:
- W4H400Z + 5 (Afstap 150kV)
- W4H400Z +10 (Afstap 150kV)



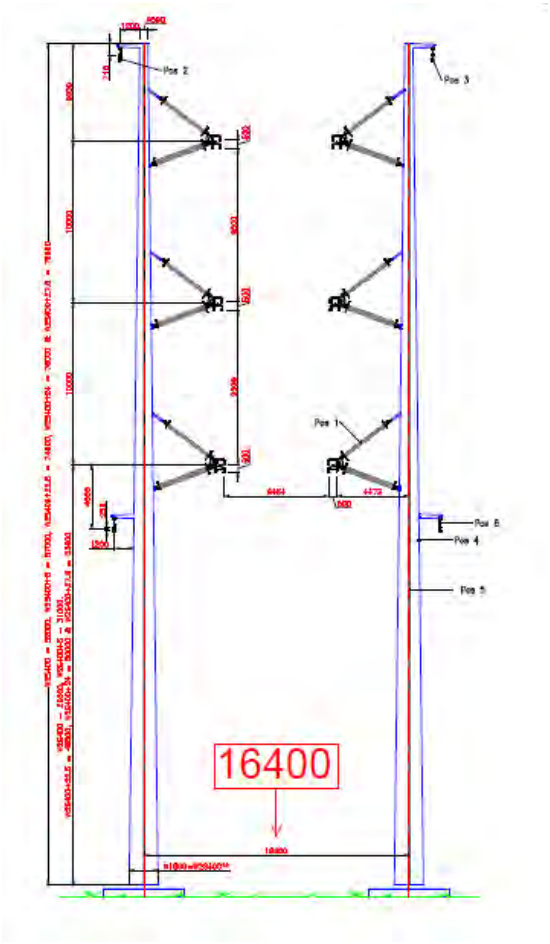
1.1.5. FUNDATIETYPE F

Toegepast bij masttype:

W2E350 + 5
W2E400
W2E350



1.2. MASTBEELD BIJ FUNDATIE TYPE B



1.3. GERELATEERDE DOCUMENTEN

R3N-OWN-0001 Ontwerpnota Systeem Noordring
R3N-OWR-0003 Constructieberekening mastfundaties type A
R3N-OWR-0004 Constructieberekening mastfundaties type B
R3N-OWR-0005 Constructieberekening mastfundaties type C
R3N-OWR-0006 Constructieberekening mastfundaties type D
R3N-OWR-0007 Constructieberekening mastfundaties type F
R3N-OWR-0008 Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties
R3N-OWR-0033 Bepaling belastingen mastfundaties
R3N-OWR-0039 Bemalingsadvies beheersgebied Rijnland
R3N-OWR-0040 Bemalingsadvies beheersgebied Schieland en de Krimpenerwaard

1.4. OPENSTAANDE PUNTEN

De volgende punten dienen in een latere fase nader uitgewerkt te worden:

- Aarding
- Temperatuursinvloeden op fundering
- Model verbetyeren d.m.v. dummy elementen aan bovenzijde palen
- Invloed krimp op fundering
- Optimalisatie wapening
- Optimalisatie palen
- Detailontwerp prefab beton

1.5. REVISIEBEHEER

Dit is de tweede uitgave. Er zijn nog vrijwel geen grondgegevens beschikbaar. Daarom is dit document voornamelijk bedoeld als 'proof of concept'.

Aangepast in 3e uitgave
Dit is de 3e uitgave. In deze revisie is toegevoegd:

- Mastbeeld toegevoegd,
- Nadere uitwerking milieuklasse
- Masttype W2H400 + 15 was in het overzicht zowel bij poer type C als D genoemd. Mast komt op type C.
- Masttype W2S400A+10 ontbrak in het overzicht. Toegevoegd bij poertype A
- Toelichting koppeling mast met fundatie

2. UITGANGSPUNTEN EN EISEN

2.1. UITGANGSPUNTEN

Op de funderingen worden de lasten geplaatst zoals afgeleid in document R3N-OWR-0033 'Bepaling belasting mastfundaties'. Deze zijn afgeleid van de mastberekeningen zoals door TenneT beschikbaar gesteld.

2.2. GEHANTEERDE NORMEN

De eurocode serie NEN-EN-1990 tm 1997 wordt gehanteerd

NEN-EN50341

2.3. EISEN

De eisen zoals vermeld in ontwerpnota R3N-OWN-0001 §3 zijn gehanteerd bij het ontwerp.
Voor de masten gelden specifiek onderstaande eisen:

- De fundamenten van de staalconstructies ten behoeve van de masten worden gedimensioneerd op een maximale vervorming van 0.005 RAD onder representatieve waarden van de belastingen,
- Tot 1,5 m diepte mag de straalomtrek van de fundering niet groter zijn dan 1,0 m meer dan de straal van de mast,
- De ZRO-breedte tussen de (schoor)paalpunten en andere ondergrondse constructies van de masten is maximaal 2x 22 m voor de 2x 380kV (solo) verbinding en 2 x 27 m voor de 2 x 150 kV/380 kV (combi) verbinding.
- Tolerantie van mastlocatie naar buiten is 10 cm, tolerantie naar binnen is 0 cm.

2.4. VERMOEIING

De aan te leggen fundamenten worden gedimensioneerd op een vermoeiingsbelasting. De wisseling van belasting komt uit wind. Het aantal en de grote van de wisselingen gedurende 50 jaar is bepaald conform de ROK. De toetsingsprocedure van de constructie conform NEN-EN 1992-1-1:2005.

2.5. MATERIAALGEGEVENS

In onderstaande paragrafen worden de gehanteerde materiaaleigenschappen benoemd.

2.5.1. BETONKWALITEITEN

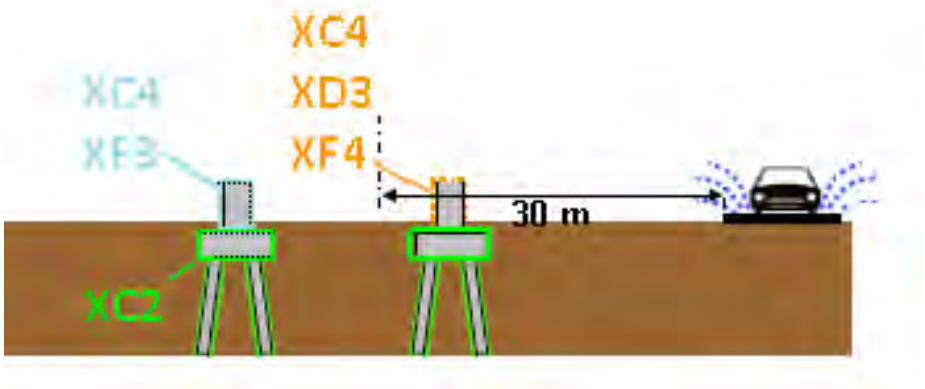
Voor het constructief beton worden bij de detaillering de volgende sterkteklassen aangehouden. De betonkwaliteit van de ronde opstort (C35/45) is voorgeschreven. Bij gescheurd beton wordt in eerste instantie gerekend met $E_{beton;gescheurd} \approx 1/3\ E_{beton;ongescheurd}$. Tevens is een ca. 2 x zo hoge E-modulus beschouwd.

Onderdeel	Sterkteklasse	Elastisciteitsmodulus [N/mm²]		
		ongescheurd	Gescheurd lage E	Gescheurd matige E
in het werk gestort gewapend beton:	C30/37	31.000	11.000	22.000
in het werk gestort gewapend beton, ronde opstort	C35/45	33.500		
geprefabriceerd beton (U-bakken):	C35/45	33.500		
geprefabriceerd voorgespannen beton (palen):	C45/55	36.000		

Tabel 2.5.1-1 Betonkwaliteiten

2.5.2. MILIEUKLASSE

Voor de betondelen welke meer dan 1,0 m onder maaiveld liggen geldt milieuklasse XC2
Voor de hoger gelegen betondelen is de milieuklasse afhankelijk van de aanwezigheid van openbare wegen. De wegen naar de OSP's zullen niet gestrooid worden en bovendien nauwelijks bereden worden, waardoor het wegspatten van water met dooizouten niet aan de orde is. De afstanden in onderstaande schets geldt voor snelwegen, bij ander wegen zou deze eventueel kleiner kunnen.



2.5.3. BETONDEKKING

Betondekking conform NEN EN 1992-1-1:2011

$$c_{min} = \max \{c_{min,b};\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add};\ 10\ mm\} \qquad (4.2)$$

waarin:

$c_{min,b}$	is de minimumdekking op basis van de aanhechtingseisen, zie 4.4.1.2 (3);
$c_{min,dur}$	is de minimumdekking op basis van de milieu-omstandigheden, zie 4.4.1.2 (5);
$\Delta c_{dur,\gamma}$	is een aanvullende veiligheidsmarge, zie 4.4.1.2 (6);
$\Delta c_{dur,st}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van roestvast staal, zie 4.4.1.2 (7);
$\Delta c_{dur,add}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van aanvullende bescherming, zie 4.4.1.2 (8).

De verwachting is dat $c_{min;b}$ maatgevend wordt. Deze warade is afhankelijk van de staafdiameter, welk enog niet bekend is. Betondekking wordt in UO bepaald.Staalkwaliteiten
Voor het wapeningsstaal worden de volgende staalkwaliteiten aangehouden:

Omschrijving	Kwaliteit
betonstaal (staven)	B500 B
betonstaal (gepuntlaste wapeningsnetten):	B500 B

Tabel 2.5.2 Staalkwaliteiten

2.6. VEERCONSTANTE FUNDERINGSPALEN

De constructie wordt gefundeerd op prefab betonpalen. De palen worden horizontaal gesteund door de grond wat resulteert in een horizontale beddingconstante op de funderingspaal. Verticaal wordt de funderingspaal gesteund door een verticale puntveer. Beide veerconstanten zijn bepaald door de geotechnische adviseur in rapport R3N-OWR-0008.

In het model wordt gerekend met een verticale veerstijfheid van 120.000 kN/m.
Voor de horizontale bedding worden onderstaande waarden aangehouden.

Bij de palen voor funderingstype A staan er geen palen in elkaars schaduw. De factor voor groepswerking is daarom niet aanwezig. De groepswerking reduceerde de stijfheid in rapport R3N-OWR-0008 tot resp 39% in Y richting en 54 % in X richting.
Zonder groepswerking zijn de waarden dus aanzienlijk hoger. Pas een factor van 1,5 op de gegeven horizontale bedding in X-richting toe voor de palen bij fundatietype A. Hiermee is er nog steeds een reductie tot 81% van de bedding van een vrijstaande paal.

In de volgende tabel wordt de gehanteerde bedding constanten gepresenteerd. Er wordt alleen met de lage veerstijfheid gerekend, omdat deze resulteert in de grootste vervormingen.

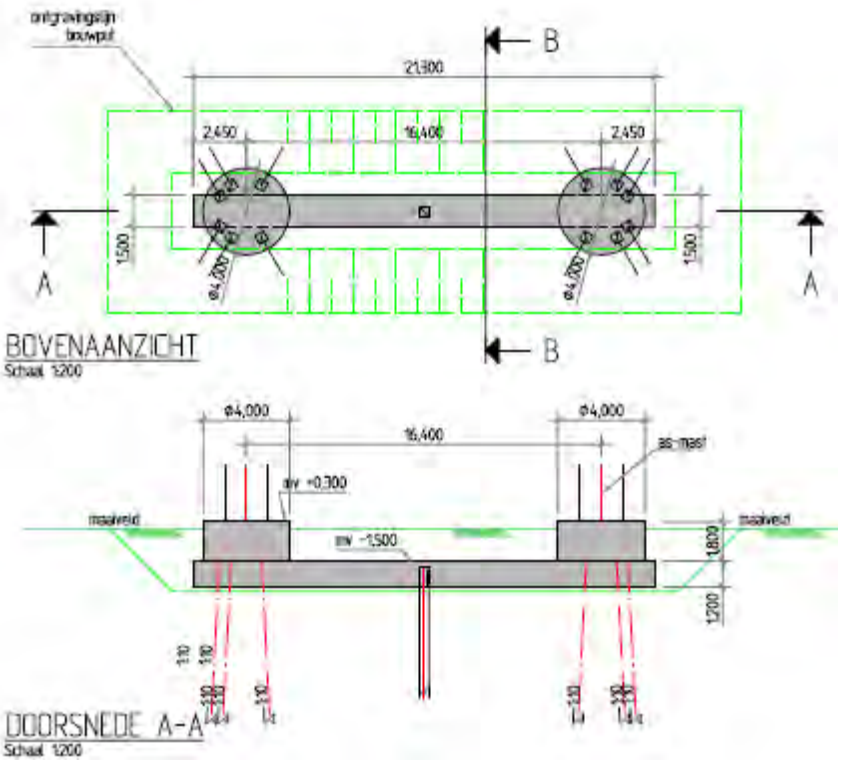
X-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag			per m'paal	
	[m+ NAP]			$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	
Veen	-1.6			1,050	
Klei	-2.7			450	
Veen	-5.1			1,050	
Klei	-6.0			600	
Veen	-11.2			1,050	
Zand	-12.1			10,35	
Zand	-22.0			12,45	

Figuur 3 Horizontale beddingsconstanten per belastingsrichting

3. BEREKENING POER TYPE B

3.1. GEOMETRIE

De geometrie van de type B poeren is als volgt:



3.2. BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES

3.2.1. BELASTINGSFACTOREN

De belasting uit de poeren bestaat vooral uit lasten uit de mast cq lijnen. Deze lasten zijn, incl. partiële factoren gegeven door de opdrachtgever op basis van een rapport van KEMA.

Daarnaast zijn er lasten op de poeren zelf. Hiervoor geldt dat vergelijking 6.10 b van de EN 1990 maatgevend is. Gecombineerd met CC3 gelden de volgende partiële factoren:

γ_G (ongunstig)	=	1,3	
γ_G (gunstig)	=	0,9	(zie §3.2.2, op eigen gewicht fundering wordt factor 0,54 toegepast)
γ_Q	=	1,65	

Opm: De meeste lasten zijn door de klant incl de factoren gegeven. Bovenstaande factoren hebben dus alleen invloed op het eigen gewicht, grond en belastingen op maaiveld.

3.2.2. BELASTINGSGEVALLEN

Eigen gewichtpoer
Eigen gewicht van de betonconstructie wordt gegenereerd in het model. Er wordt gerekend met een eigengewicht voor beton van 2500 kg/m$^{3.}$

Omdat er ook trek op de palen komt, is eigen gewicht al snel een gunstige belasting (druk eenvoudiger op te nemen dan trek).Indien de poer zich onderwater bevindt zal er een opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van het verplaatste water op de poer aanwezig zijn. Het effectieve gewicht van de poer reduceert hierdoor tot 1500 kg/m^3. Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 1350 kg/m^3. In totaal bedraagt de factor dan dus 1350/2500 = 0,54.

Eigen gewicht grond op poer
Op de poer ligt 1,5 m grond. Indien het grondwater lager ligt, is de last:
1,5 * 17 = 25,5 kN/m^2

Bij waterstand gelijk aan 0,5m onder maaiveld niveau is de last:
0,5 * 17 + 1,0 * (17-10) = 15,5 kN/m^2

Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 13,95 kN/m^2. In totaal bedraagt de factor dan dus 13,95/25,5 = 0,54. Reken met droge grond en pas een partiële factor van 0,54 op eigen gewicht poer en grond toe in het geval deze gunstig werken.

Belastingen uit de mast
Zie rapport 'Afleiding belasting uit masten'.

Er wordt gerekend met de volgende, donker aangegeven ULS en SLS lasten uit het rapport. De overige lasten zijn met deze gevallen afgedekt.

Voor het variabele deel dat zijn oorsprong vindt in wind, wordt gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,6	0,2	0

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4S400Z+5	0 deg	1a	2857	2634	600	102	54
W4S400Z+5	0 deg	3	804	4607	746	29	94
W4S400Z+5	90 deg	1a	0	17967	592	0	463
W4S400Z+5	0 deg	1a	2857	2069	561	102	43
W2S400+24	0 deg	1a	5841	547	921	163	0
W2S400+24	0 deg	3	1643	1036	1075	46	0
W2S400+24	90 deg	1a	0	19609	892	0	383
W2S400+24	0 deg	1a	5841	417	693	163	0
W2S400+22.5	0 deg	1a	5508	1538	878	157	18
W2S400+22.5	0 deg	3	1549	2784	1019	44	31
W2S400+22.5	90 deg	1a	0	21005	859	0	412
W2S400+22.5	0 deg	1a	5508	1201	659	157	14
W4S400Z+14	0 deg	1a	4319	443	777	136	0
W4S400Z+14	0 deg	3	1215	897	944	38	0
W4S400Z+14	90 deg	1a	0	18317	752	0	385
W4S400Z+14	0 deg	1a	4319	284	732	136	0

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4S400Z+5	0 deg	3	1905	5592	599	68	144
W4S400Z+5	90 deg	1a	1905	12556	494	68	321
W2S400+24	0 deg	1a	3894	4355	769	109	109
W2S400+24	0 deg	3	3894	4689	874	109	109
W2S400+24	90 deg	1a	3894	13158	748	109	255
W2S400+22.5	0 deg	3	3672	5880	828	105	130
W2S400+22.5	45 deg	1a	4314	9532	726	116	197
W2S400+22.5	90 deg	1a	3672	14266	718	105	278
W4S400Z+14	0 deg	3	2879	3560	763	91	91
W4S400Z+14	90 deg	1a	2879	12281	631	91	257

Belastingen op maaiveld
Op het maaiveld wordt gerekend met een verdeelde last van 10 kN/m^2 . Er is geen stempellast op de fundering voorzien. Echter, door spreiding van een puntlast over een diepte van 1,5 m, zal een lastvlak van 2 (breedte balk) x 3 (2*1,5) = 6 m^2 ontstaan, waardoor bij 10 kN/m^2 dus ook een puntlast van 60 kN toelaatbaar is.

Voor deze belastingen wordt in de combinatie gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,7	0,5	0,3

3.2.3. BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties in ULS conform vergelijking 6.10b van NEN EN 1990, waarbij:
0,7 * 1,65 = 1,16

En de belastingsfactoren voor de last uit de masten reeds in de ingevoerde belasting is meegenomen (factor 1,0 toegepast)

ULS							
Belastinggeval	Omschrijving	Combi 1	Combi 2	Combi 3	Combi 4	Combi 5	Combi6
1	Eigen gewicht	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
2	Grond	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
3	Belasting mast ULS 1	1,0		0,6		1,0	
4	Belasting mast ULS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	1,16	1,16	1,65	1,65		

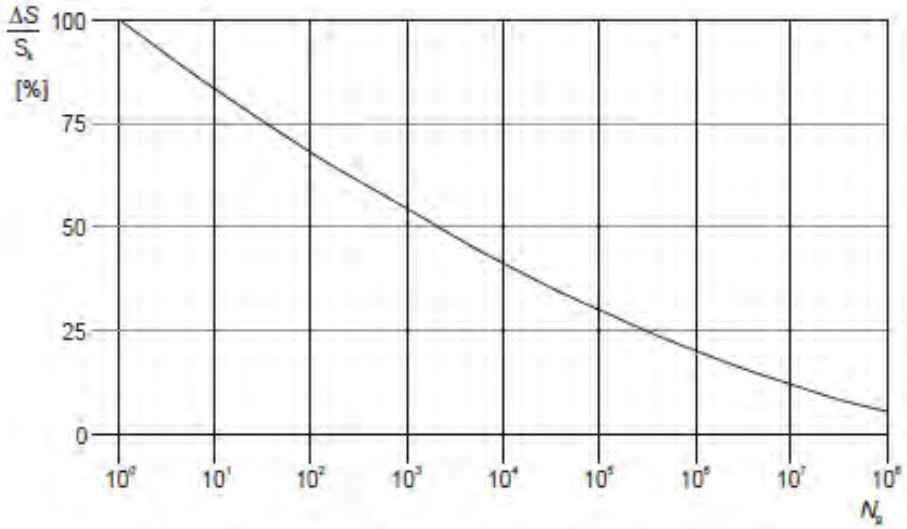
SLS							
Belastinggeval	Omschrijving	Combi 7	Combi 8	Combi 9	Comb i 10	Combi 11	Combi 12
5	Eigen gewicht	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
6	Grond	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
5	Belasting mast SLS 1	1,0		0,6		1,0	
6	Belasting mast SLS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	0,7	0,7	1,0	1,0		

3.3. WISSELENDE BELASTINGEN EN VERMOEIING

Door de wisselende belastingen van wind dient belasting door vermoeiing te worden meegenomen. Bij vermoeiing is het aantal wisselingen en de grootte van de wisseling van belang. In de NEN-EN 1991-1-4:2005 is in bijlage B.3 een figuur opgenomen waarin de verhouding tussen de grootte van de windlast en het aantal keren dat deze optreedt weergegeven.

B.3 Aantal belastingen voor dynamische respons

(1) Figuur B.3 geeft het aantal keren N_g dat de waarden ΔS van een windeffect worden bereikt of overschreden gedurende een periode van 50 jaar. ΔS wordt uitgedrukt in percentage van de waarde S_k, waar S_k het effect is van een windbelasting met een herhalingstijd van 50 jaar.



Figuur B.3 — Aantal windvlaagbelastingen N_g voor een effect $\Delta S/S_k$ gedurende een herhalingstijd van 50 jaar

De relatie wordt omschreven met de volgende uitdrukking

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0{,}7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17{,}4 \cdot \log(N_g) + 100 \qquad \text{(B.9)}$$

Bij vermoeiing wordt bij een bepaald spanningsniveau het aantal wisselingen op dit spanningsniveau bepaald en vervolgens wordt dit vergeleken met het aantal toelaatbare wisselingen op dat spanningsniveau. Door dit voor de voorkomende spanningsniveaus te doen is de weerstand tegen vermoeiing te controleren.

In de ROK van RWS is bovenstaande verdeling gediscretiseerd tot onderstaande tabel:

Tabel 5-1: Aantal wisselingen per windbelasting (referentieperiode 50 jaar)

ΔS / S_k (%)	n
100	1
98	1
90	8
75	90
61	900
48	9000
36	90000
25	900000
16	9000000
9	90000000

Van beton en wapeningsstaal is bekend hoeveel wisselingen bij een bepaald spanningsniveau toelaatbaar zijn. S_K is de spanning met een herhalingstijd van 50 jaar (de spanning waarop de constructie ontworpen is).

Met bovenstaande gegevens is te bepalen welke maximale spanning t.g.v. wind eens in de 50 jaar toelaatbaar is opdat de constructie ook voldoende weerstand tegen vermoeiing heeft.

Wapening

De totale schade van de belastingen dient volgens de beschadigingsregel van Miner kleiner dan 1 te zijn.
De toetsingsprocedure per wisseling conform NEN-EN 1992-1-1:2005, §6.8.4:
Voor de wapening is gekeken naar de toelaatbare spanning voor:

- Rechte staven
- Staven gebogen met een doordiameter 2,5*D
- Gelaste staven

Er volgt (zie berekening hieronder) dat voor gewone rechte staven er geen beperking is, echter gebogen of gelaste staven hebben de volgende spanningsbeperking

Buigdoorn 2,5ø → 244 N/mm^2
Buigdoorn 5ø → 283 N/mm^2
Gelaste staven → 317 N/mm^2

Omdat bij de toetsing van vermoeiing een ULS toestand met veiligheid 1,0 wordt getoetst, is de spanning altijd minimaal een factor van ca. 1,3 lager dan de normale ULS toestanden.

Bij een toelaatbare spanning van 435 N/mm^2 in ULS volgt bij toetsing op vermoeiing een spanning van maximaal 335 N/mm^2. De toelaatbare spanningen bij vermoeiing zijn nog iets lager. Hier dient in de detaillering rekening mee gehouden te worden. Een toetsing achteraf zal volstaan.

Rechte staven

maximale gebruiksspanning			435	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			162,5	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	
	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	435	7275	0,000137
1	98	426	8048	0,000124
8	90	392	12320	0,000649
90	75	326	30656	0,002936
900	61	265	86133	0,010449
9000	48	209	285505	0,031523
90000	36	157	1394937	0,064519
900000	25	109	37137862	0,024234
9000000	16	70	2061565470	0,004366
90000000	9	39	365674259232	0,000246
			Totale schade	**0,139183665**

Staven gebogen met doorndiameter 2,5*D

maximale gebruiksspanning			244	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			67,4	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	244	1613	0,000620
1	98	239	1784	0,000560
8	90	220	2731	0,002929
90	75	183	6796	0,013243
900	61	149	19095	0,047134
9000	48	117	63292	0,142197
90000	36	88	266714	0,337440
900000	25	61	2466861	0,364836
9000000	16	39	136938283	0,065723
90000000	9	22	24289699180	0,003705
			Totale schade	**0,978388484**

Staven gebogen met doorndiameter 5*D

maximale gebruiksspanning			283	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			78,0	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	283	1591	0,000629
1	98	277	1760	0,000568
8	90	255	2694	0,002970
90	75	212	6702	0,013428
900	61	173	18832	0,047792
9000	48	136	62422	0,144181
90000	36	102	263044	0,342148
900000	25	71	2406099	0,374050
9000000	16	45	133565305	0,067383
90000000	9	25	23691410595	0,003799
			Totale schade	**0,996946687**

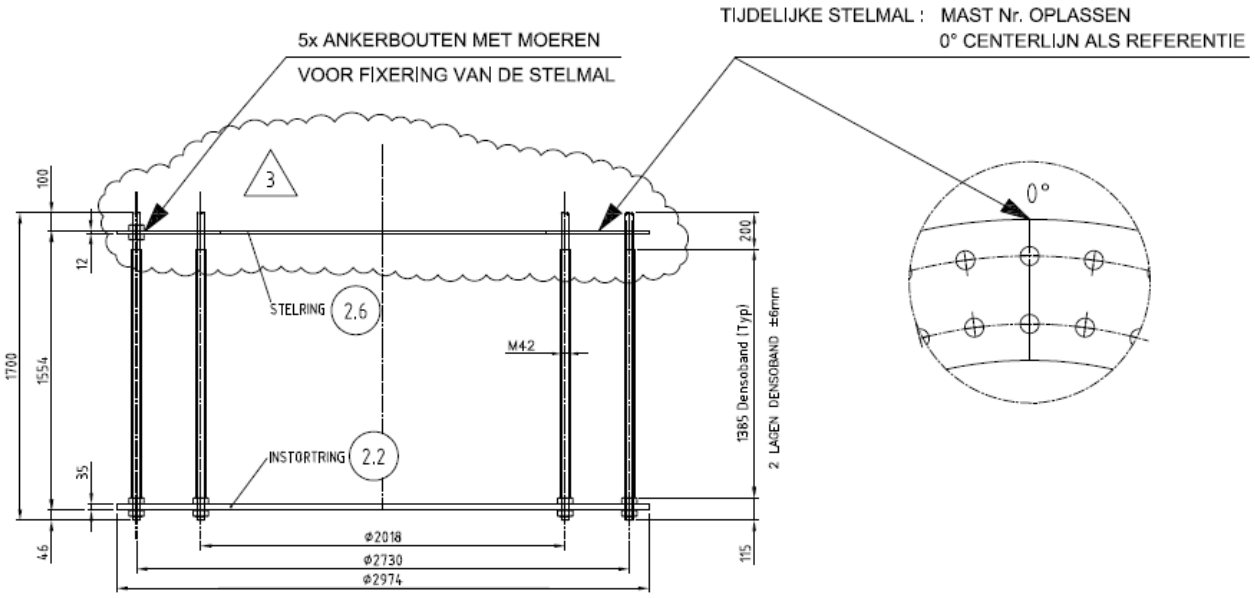
Gelaste staven

maximale gebruiksspanning			317	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			58,5	
		k1	3	
		k2	5	
		N*	1,00E+07	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	317	62848	0,000016
1	98	311	66775	0,000015
8	90	285	86211	0,000093
90	75	238	148972	0,000604
900	61	193	276886	0,003250
9000	48	152	568285	0,015837
90000	36	114	1347046	0,066813
900000	25	79	4022257	0,223755
9000000	16	51	20411885	0,440920
90000000	9	29	362468668	0,248297
			Totale schade	**0,999600179**

4. VERBINDING MAST-FUNDERING

De masten worden verbonden met de fundering d.m.v. een ingestorte ankerkooi. Een ankerkooi is hieronder weergegeven



DETAIL VERANKERING

NOTA : ALLE RESTERENDE MOEREN EN ONDERLEGRINGEN WORDEN LOS MEEGELEVERD

Prepared by: LV Revision: 3 Date: 5-7-2011	Material: – Quantity: 2 Equipm. no.: W4E350	**VDL KTI**	Project No.: 36002 Workprep. No.: Pos. No.: ANKERKOOI

De ankers en platen zijn berekend door Volker Infra Design bij het ontwerp van de masten. De ankerkooi bevindt zich in de ronde opstort. De ronde opstort is d.m.v. stekken verbonden met de kruisvormige balken. De stekken worden in de UO fase berekend.

4.1. BEREKENING FUNDERING

De poer is ingevoerd in een SCIA engineer model.

Er zijn 2 modellen gedraaid:

Model 1: Lage gescheurde E modulus
Model 2: Matige gescheurde E modulus

5. BIJLAGEN

Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde
Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – matige E-waarde

BIJLAGE 1 UITVOER SCIA ENGINEER – LAGE E-WAARDE

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	3
8. Subregio	3
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	4
11. Belastingsgevallen	6
11.1. Belastingsgevallen - BG1	6
11.1.1. Belasting grafisch	6
11.2. Belastingsgevallen - BG3	6
11.2.1. Vrije puntmomenten	7
11.2.2. Genereer vrije lasten	7
11.2.3. Belasting grafisch	8
11.3. Belastingsgevallen - BG2	8
11.3.1. Lasten op oppervlak	8
11.3.2. Belasting grafisch	9
11.4. Belastingsgevallen - BG4	9
11.4.1. Vrije puntmomenten	9
11.4.2. Genereer vrije lasten	9
11.4.3. Belasting grafisch	10
11.5. Belastingsgevallen - BG5	10
11.5.1. Vrije puntmomenten	10
11.5.2. Genereer vrije lasten	11
11.5.3. Belasting grafisch	11
11.6. Belastingsgevallen - BG6	12
11.6.1. Vrije puntmomenten	12
11.6.2. Genereer vrije lasten	12
11.6.3. Belasting grafisch	12
11.7. Belastingsgevallen - BG7	13
11.7.1. Lasten op oppervlak	13
11.7.2. Belasting grafisch	13
12. Combinaties	13
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	14
14. Reacties	14
15. 2D element - Interne krachten; mxD+	15
16. 2D element - Interne krachten; mxD-	15
17. 2D element - Interne krachten; myD+	16
18. 2D element - Interne krachten; myD-	16
19. 2D element - Interne krachten; vx	17
20. 2D element - Interne krachten; vy	17

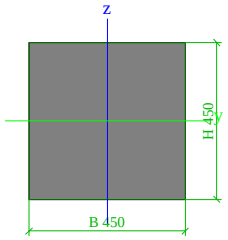
2. Overzicht

3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	1,1000e+04	0,2	4,5833e+03	0,00	30,00
C35/45	Beton	2500,0	3,4100e+04	0,2	1,4208e+04	0,00	35,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C35/45	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K47	0,400	0,750	0,000
K51	10,650	0,750	0,000
K52	10,650	0,750	-19,000
K81	0,100	-3,212	-19,000
K86	1,650	-0,662	0,000
K92	0,100	4,712	-19,000
K94	1,650	2,162	0,000
K143	0,000	0,000	0,000
K144	0,814	0,000	0,000
K145	4,086	0,000	0,000
K146	2,450	-1,050	0,000
K147	17,214	0,000	0,000
K148	20,486	0,000	0,000
K149	18,850	-1,050	0,000
K150	21,300	0,000	0,000
K151	21,300	1,500	0,000
K152	20,486	1,500	0,000
K153	17,214	1,500	0,000
K154	18,850	2,550	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K155	4,086	1,500	0,000
K156	0,814	1,500	0,000
K157	2,450	2,550	0,000
K158	0,000	1,500	0,000
K159	0,650	0,750	0,000
K160	4,100	0,000	0,000
K161	4,100	1,500	0,000
K162	4,300	0,750	0,000
K163	17,200	1,500	0,000
K164	17,200	0,000	0,000
K165	17,000	0,750	0,000
K166	20,650	0,750	0,000
K167	1,450	0,750	0,000
K169	3,250	-0,662	0,000
K170	4,800	-3,212	-19,000
K171	3,250	2,162	0,000
K172	4,800	4,712	-19,000
K173	16,500	-3,212	-19,000
K174	16,500	4,712	-19,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K175	21,200	-3,212	-19,000
K176	21,200	4,712	-19,000
K177	18,050	-0,662	0,000
K178	18,050	2,162	0,000
K179	19,650	-0,662	0,000
K180	19,650	2,162	0,000
K183	20,900	0,750	0,000
K184	19,850	0,750	0,000
K185	21,336	-1,550	-19,000
K187	21,336	3,050	-19,000
K188	19,786	0,000	0,000
K189	19,786	1,500	0,000
K190	-0,036	3,050	-19,000
K191	-0,036	-1,550	-19,000
K192	1,514	0,000	0,000
K193	1,514	1,500	0,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S3	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,000	Lijn	K51	K52	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S19	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K86	K81	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S24	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K94	K92	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S50	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K169	K170	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S51	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K171	K172	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S52	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K177	K173	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S53	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K178	K174	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S54	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K179	K175	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S55	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K180	K176	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S56	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,126	Lijn	K188	K185	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S58	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,126	Lijn	K189	K187	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S59	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,126	Lijn	K193	K190	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S60	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,126	Lijn	K192	K191	Algemeen (0)	standaard	Laag1

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E2	C30/37	3000	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type						
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Regio3	E2	C30/37	konstant	K156	Cirkelboog
	Boven	0		1800	K157	
					K155	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio4	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K144	Lijn
					K145	Cirkelboog
					K146	
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio6	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K153	Cirkelboog
					K154	
					K152	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio7	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K147	Lijn
					K148	Cirkelboog
					K149	
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio8	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K158	Lijn
					K156	Cirkelboog
					K159	
					K144	Lijn
					K143	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio9	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K160	Cirkelboog
					K162	
					K161	Lijn

2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K163 K165 K164	Cirkelboog Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio10	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K152 K151 K150 K148 K166	Lijn Lijn Lijn Cirkelboog

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn3	K52	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K81	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K92	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn41	K173	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn42	K174	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn45	K172	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn46	K170	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn47	K176	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn49	K175	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn50	K185	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn52	K187	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn53	K190	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn54	K191	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S3	Slb43 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb163 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb83 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb3 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb123 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb97 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb137 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb17 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb57 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb177 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb182 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb142 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb22 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb62 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb102 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb209 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb210 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb208 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb206 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb207 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S51	Slb214 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S51	Slb215 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S51	Slb213 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S51	Slb211 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S51	Slb212 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb219 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb220 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb218 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb216 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb217 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb224 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb225 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb223 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb221 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb222 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb229 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb230 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb228 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb226 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb227 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb234 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb235 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb233 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb231 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb232 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb239 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb240 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb238 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb236 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb237 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb249 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb250 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb248 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb246 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb247 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb254 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

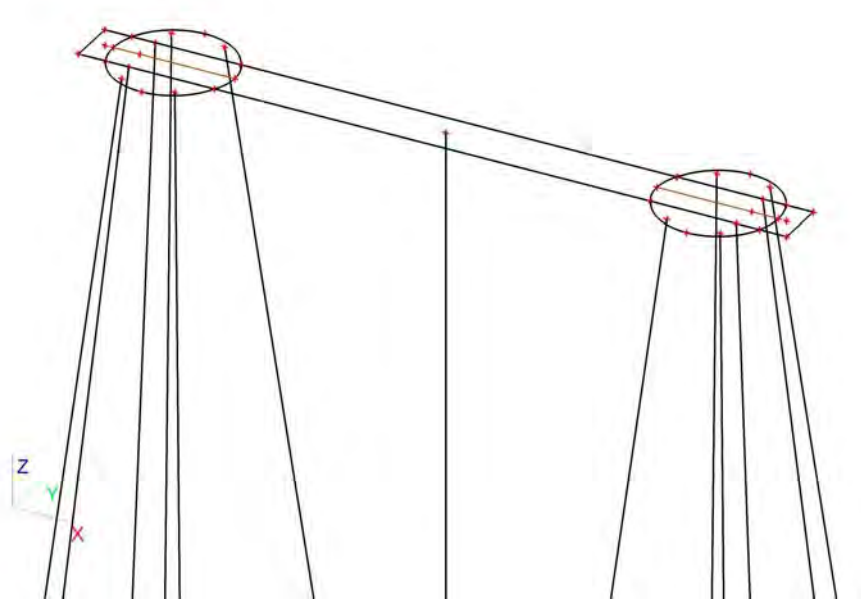
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S59	Slb255 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb253 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb251 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb252 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb259 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb260 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb258 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb256 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb257 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

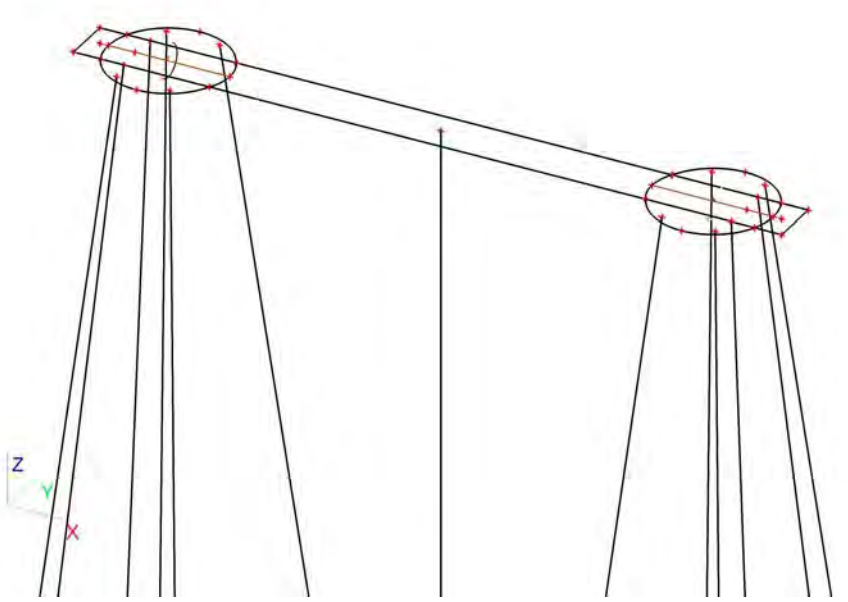
11.2.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	-5841,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	-5841,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	547,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	547,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	415,65	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	415,65	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	-13,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	2,440	0,757	0,000	GCS

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF1	-921,00	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF2	-921,00	GCS Lengte
GFF5	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM6	415,65	GCS Lengte
GFF6	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF3	163,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF5	0,00	GCS Lengte
GFF9	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF4	163,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF6	0,00	GCS Lengte
GFF25	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM7	0,00	GCS Lengte
GFF27	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM8	0,00	GCS Lengte
GFF41	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM1	-5841,00	GCS Lengte
GFF42	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM2	-5841,00	GCS Lengte
GFF43	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM3	547,00	GCS Lengte
GFF44	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM4	547,00	GCS Lengte
GFF45	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM5	415,65	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



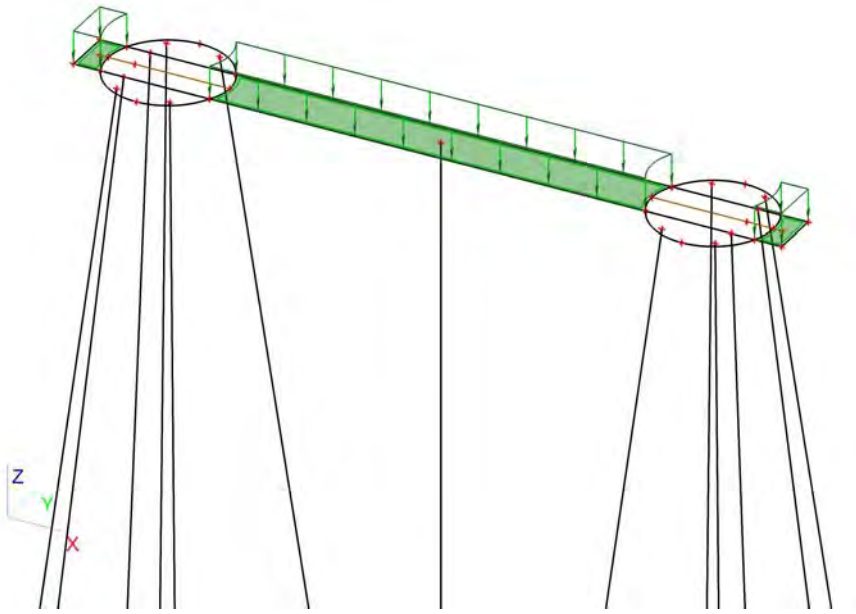
11.3. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG8	Standaard

11.3.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m^2]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF2	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF3	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte

11.3.2. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.4.1. Vrije puntmomenten

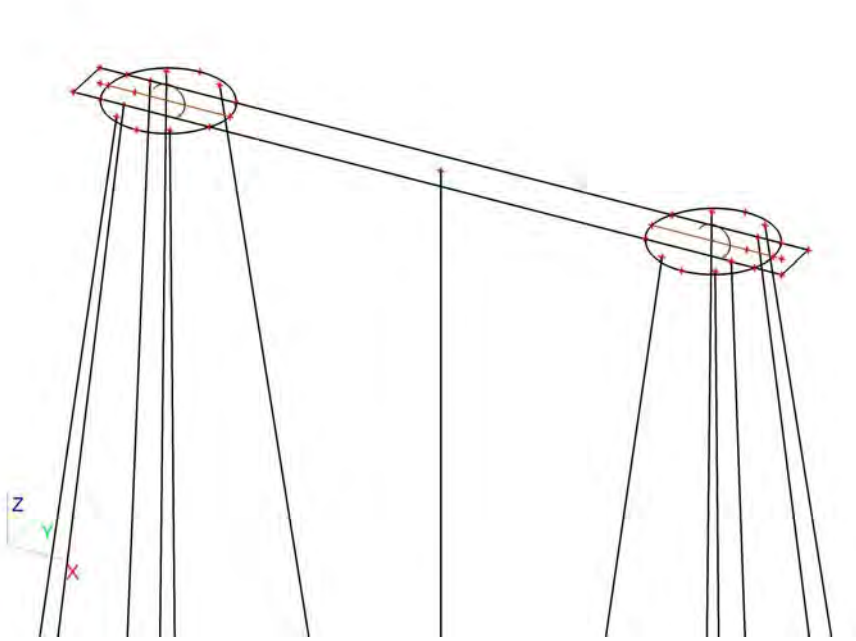
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	20,275	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	21005,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-12,525	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	21005,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	1050,60	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	1050,60	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF2	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF9	0,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF7	-859,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM13	0,00	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF8	-859,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM14	0,00	GCS Lengte
GFF16	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF10	0,00	GCS Lengte
GFF18	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF11	412,00	GCS Lengte
GFF19	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF12	412,00	GCS Lengte
GFF20	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM10	0,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF22	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM15	 1050,60	GCS Lengte
GFF24	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM16	 1050,60	GCS Lengte
GFF29	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM11	 21005,00	GCS Lengte
GFF31	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM12	 21005,00	GCS Lengte
GFF46	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM9	 0,00	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

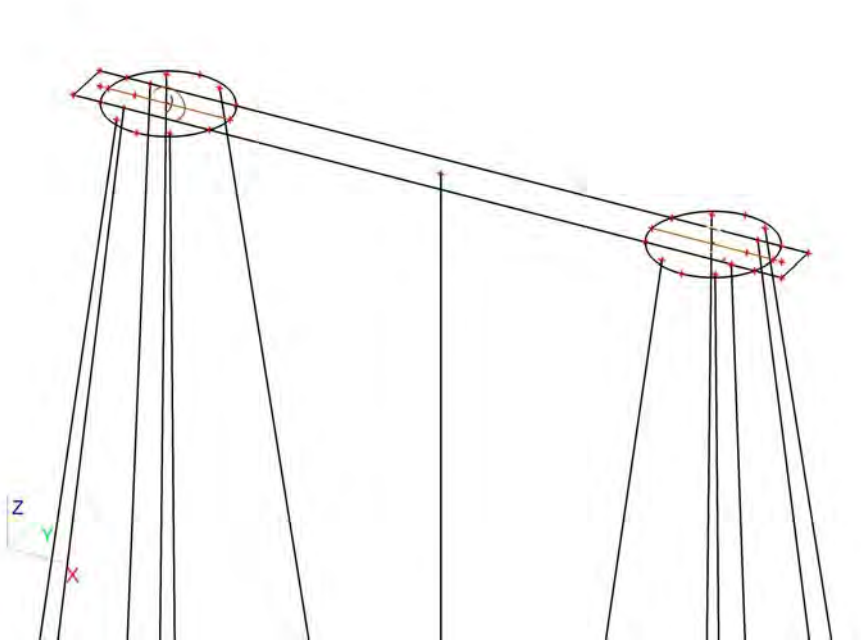
11.5.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-4314,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-4314,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	9532,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	9532,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	295,80	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	295,80	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	295,80	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	295,80	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	267,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	267,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	708,90	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	-14,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	708,90	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	1,440	0,757	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM19	 9532,00	GCS Lengte
GFF8	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM17	 -4314,00	GCS Lengte
GFF11	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM18	 -4314,00	GCS Lengte
GFF17	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM20	 9532,00	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF13	-726,00	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF14	-726,00	GCS Lengte
GFF26	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF15	116,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF16	116,00	GCS Lengte
GFF30	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF17	197,00	GCS Lengte
GFF32	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF18	197,00	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM29	 267,75	GCS Lengte
GFF40	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM30	 267,75	GCS Lengte
GFF47	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM21	 295,80	GCS Lengte
GFF48	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM22	 295,80	GCS Lengte
GFF49	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM23	 295,80	GCS Lengte
GFF50	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM24	 295,80	GCS Lengte
GFF55	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM31	 708,90	GCS Lengte
GFF56	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM32	 708,90	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

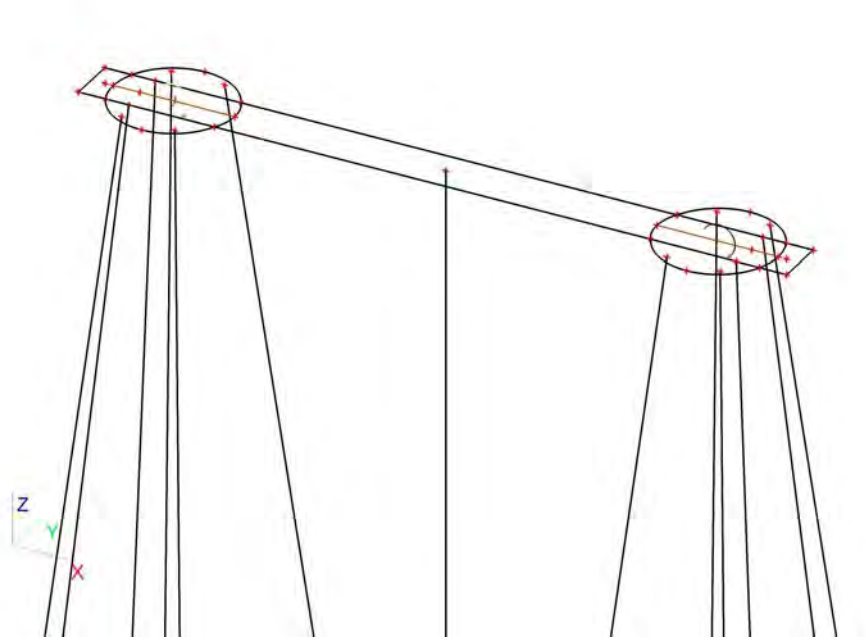
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-3672,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-3672,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	14266,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	14266,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF33	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF19	-718,00	GCS Lengte
GFF34	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF20	-718,00	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF21	105,00	GCS Lengte
GFF36	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF22	105,00	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF23	278,00	GCS Lengte
GFF39	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF24	278,00	GCS Lengte
GFF51	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM25	-3672,00	GCS Lengte
GFF52	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM26	-3672,00	GCS Lengte
GFF53	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM27	14266,00	GCS Lengte
GFF54	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM28	14266,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



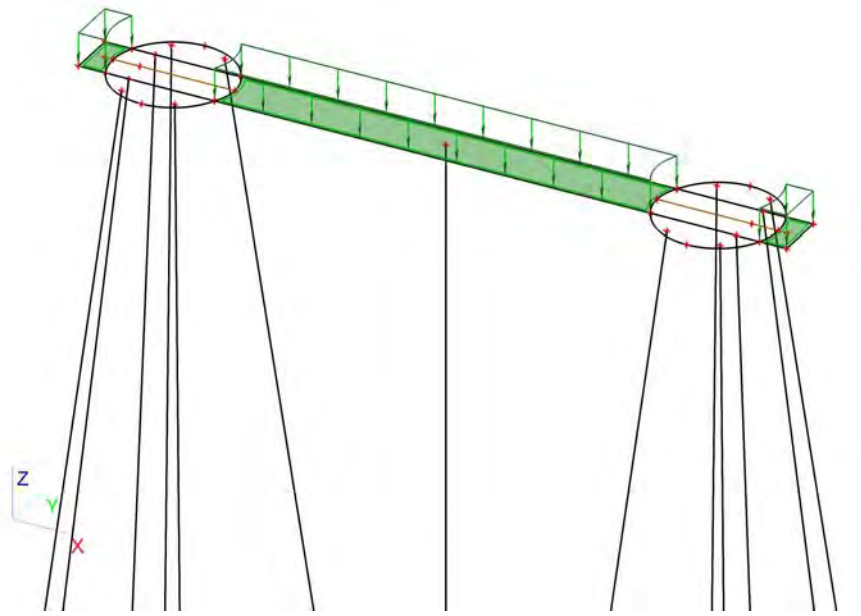
11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF4	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF5	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF6	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch



12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende -	BG1 - Eigengewicht	0,54

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi6	Omhullende - bruikbaarheid	BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

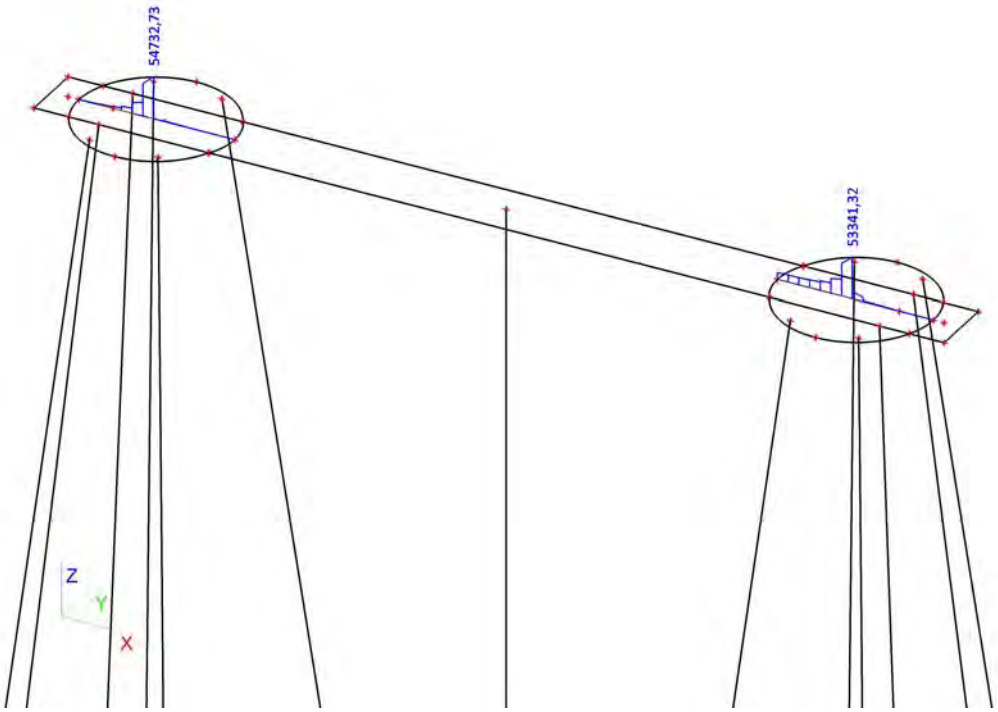
BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG5	Snede2	709	3,674	**7,6**	**4,0**	**-9,6**	-3,1	4,5	**1,6**
BG5	Snede1	27	2,750	**7,6**	4,1	-5,3	-3,1	4,4	-1,4
BG5	Snede1	80	3,650	7,6	**4,1**	-9,2	-3,1	4,2	-1,3
BG5	Snede1	58	0,000	7,6	4,0	**7,0**	**-3,1**	4,5	**-1,6**
BG5	Snede1	23	1,750	7,6	4,0	-0,9	**-3,2**	**4,8**	-1,5
BG5	Snede2	168	0,000	7,6	4,1	6,5	-3,1	**4,2**	1,3

14. Reacties

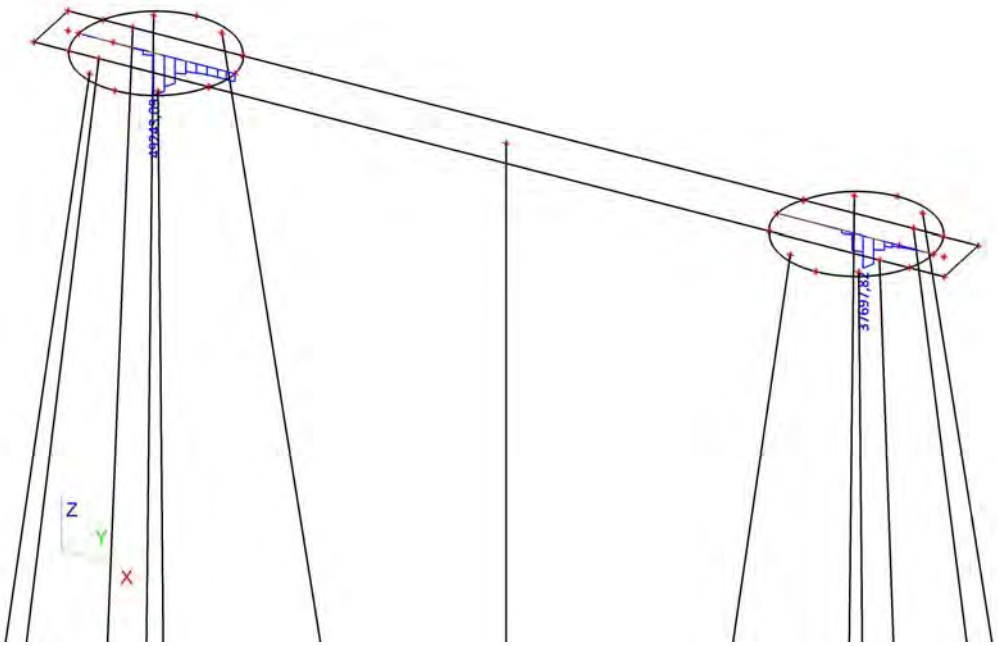
Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn45/K172	Combi2/1	**-120,16**	**-197,09**	**1348,75**	0,00	0,00	0,00
Sn42/K174	Combi1/2	**108,92**	-179,25	1226,78	0,00	0,00	0,00
Sn46/K170	Combi2/1	-120,16	**197,09**	1348,74	0,00	0,00	0,00
Sn54/K191	Combi6/3	-61,88	-61,48	**-686,23**	0,00	0,00	0,00
Sn3/K52	Combi2/1	-0,57	0,00	1049,97	**0,00**	0,00	0,00
Sn42/K174	Combi2/4	-15,75	25,30	-166,39	**0,00**	0,00	0,00
Sn3/K52	Combi4/5	-0,34	0,00	1053,09	0,00	**0,00**	0,00
Sn41/K173	Combi3/6	42,55	70,02	483,05	0,00	**0,00**	0,00
Sn3/K52	Combi1/7	0,00	0,00	847,07	0,00	0,00	**0,00**

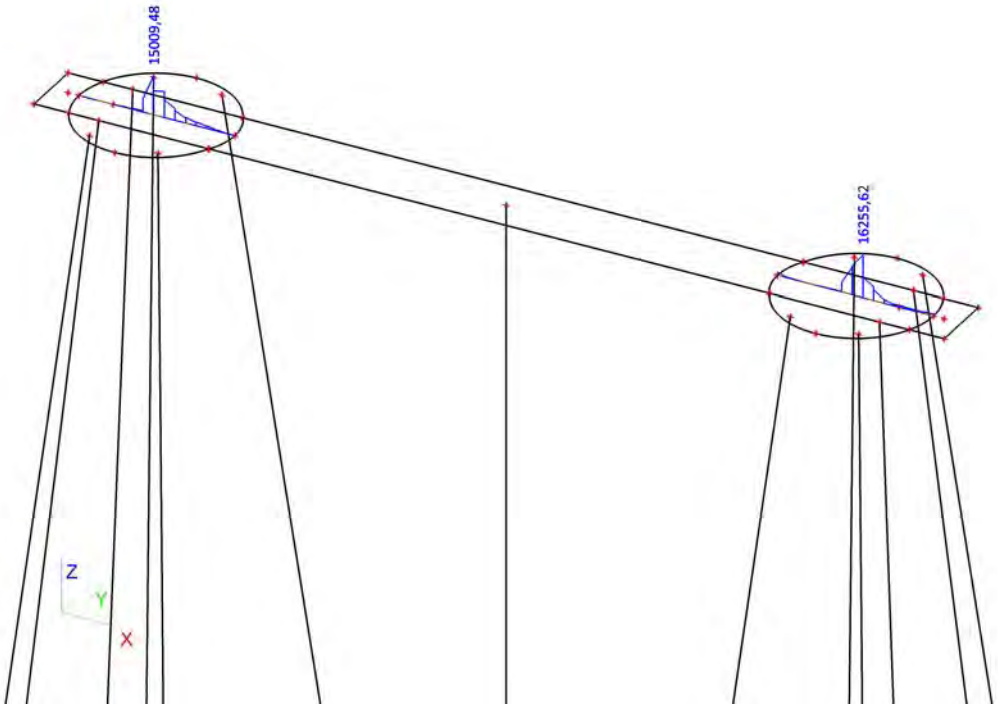
15. 2D element - Interne krachten; mxD+



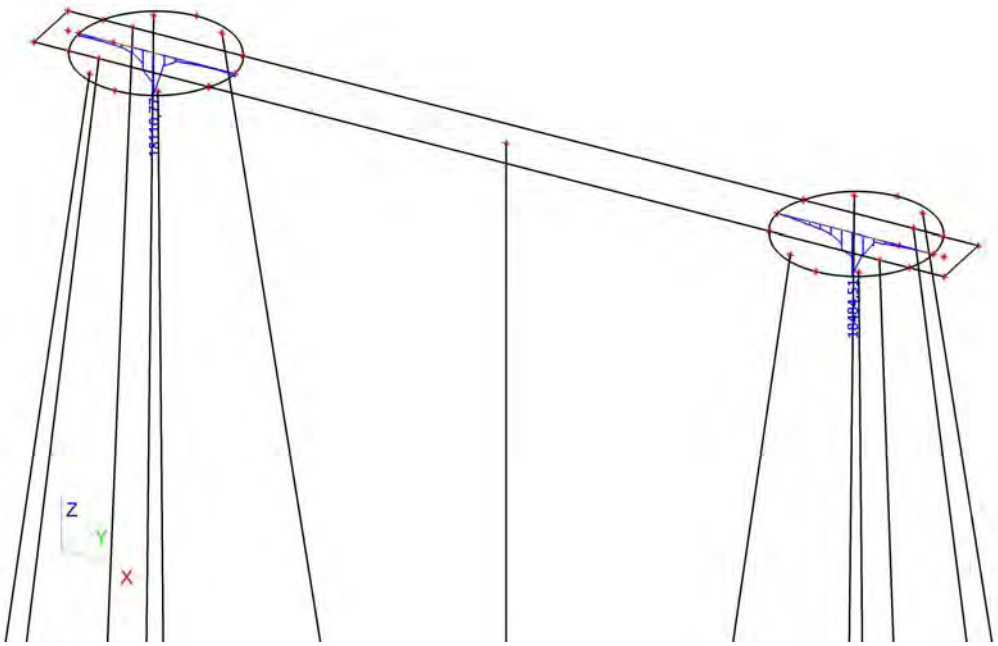
16. 2D element - Interne krachten; mxD-



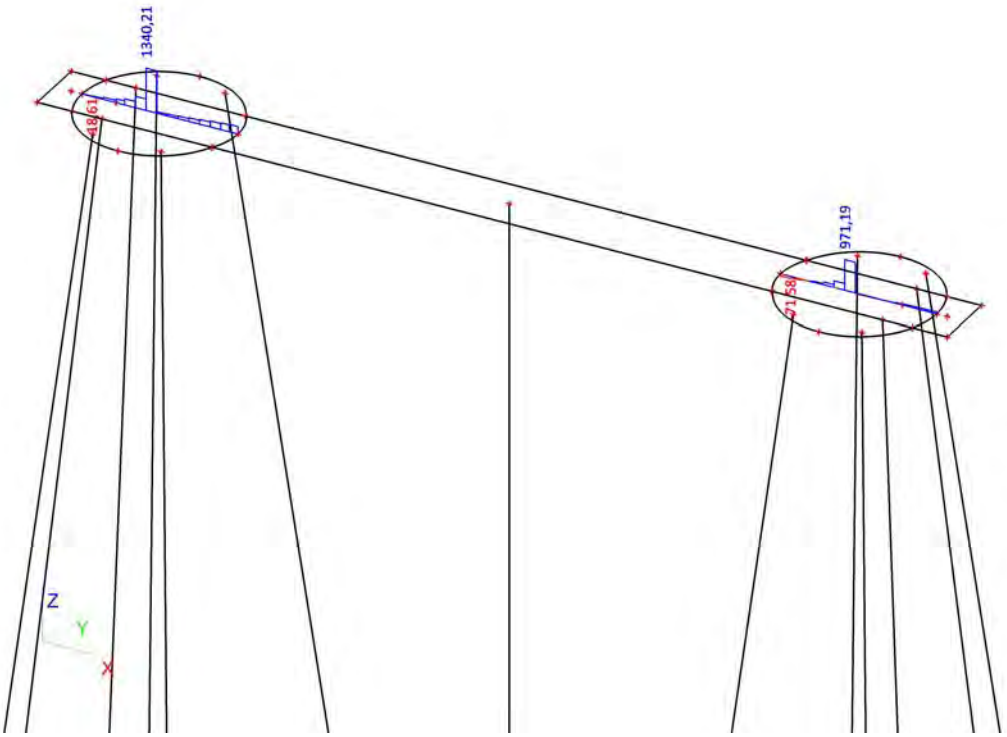
17. 2D element - Interne krachten; myD+



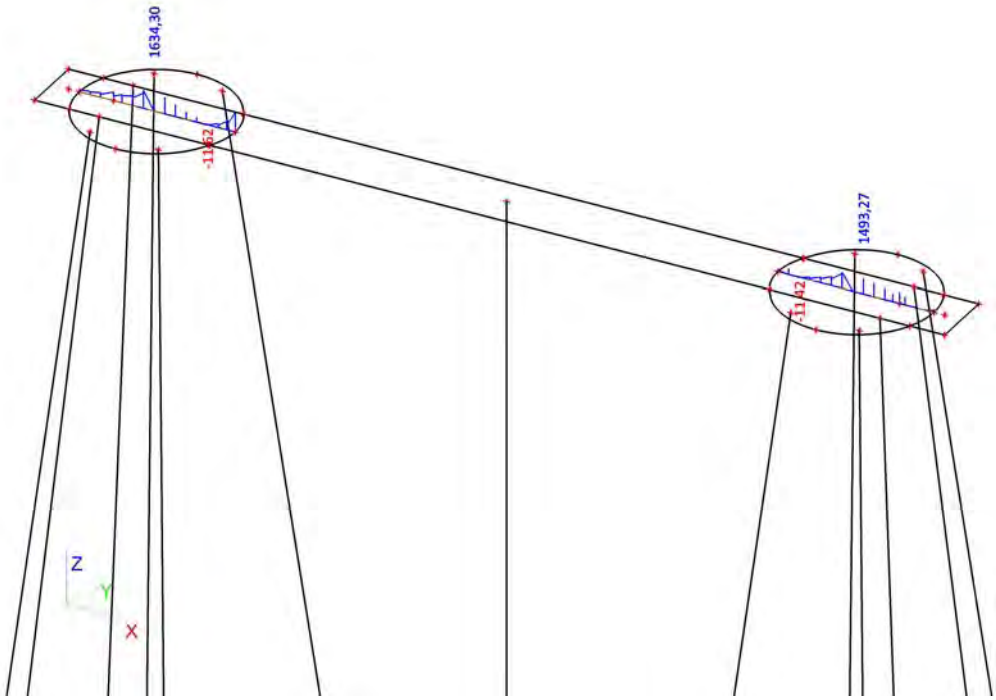
18. 2D element - Interne krachten; myD-



19. 2D element - Interne krachten; vx



20. 2D element - Interne krachten; vy



BIJLAGE 2 UITVOER SCIA ENGINEER – MATIGE-WAARDE

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	3
8. Subregio	3
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	4
11. Belastingsgevallen	6
11.1. Belastingsgevallen - BG1	6
11.1.1. Belasting grafisch	6
11.2. Belastingsgevallen - BG3	6
11.2.1. Vrije puntmomenten	7
11.2.2. Genereer vrije lasten	7
11.2.3. Belasting grafisch	8
11.3. Belastingsgevallen - BG2	8
11.3.1. Lasten op oppervlak	8
11.3.2. Belasting grafisch	9
11.4. Belastingsgevallen - BG4	9
11.4.1. Vrije puntmomenten	9
11.4.2. Genereer vrije lasten	9
11.4.3. Belasting grafisch	10
11.5. Belastingsgevallen - BG5	10
11.5.1. Vrije puntmomenten	10
11.5.2. Genereer vrije lasten	11
11.5.3. Belasting grafisch	11
11.6. Belastingsgevallen - BG6	12
11.6.1. Vrije puntmomenten	12
11.6.2. Genereer vrije lasten	12
11.6.3. Belasting grafisch	12
11.7. Belastingsgevallen - BG7	13
11.7.1. Lasten op oppervlak	13
11.7.2. Belasting grafisch	13
12. Combinaties	13
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	14
14. Verplaatsing van knopen SLS 2	14
15. Reacties	14
16. 2D element - Interne krachten; mxD+	15
17. 2D element - Interne krachten; mxD-	15
18. 2D element - Interne krachten; myD+	16
19. 2D element - Interne krachten; myD-	16
20. 2D element - Interne krachten; vx	17
21. 2D element - Interne krachten; vy	17

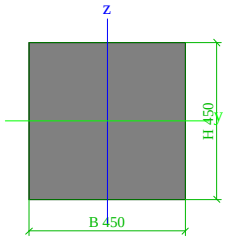
2. Overzicht

3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	2,2000e+04	0,2	9,1667e+03	0,00	30,00
C35/45	Beton	2500,0	3,4100e+04	0,2	1,4208e+04	0,00	35,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C35/45	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K47	0,400	0,750	0,000
K51	10,650	0,750	0,000
K52	10,650	0,750	-19,000
K81	0,100	-3,212	-19,000
K86	1,650	-0,662	0,000
K92	0,100	4,712	-19,000
K94	1,650	2,162	0,000
K143	0,000	0,000	0,000
K144	0,814	0,000	0,000
K145	4,086	0,000	0,000
K146	2,450	-1,050	0,000
K147	17,214	0,000	0,000
K148	20,486	0,000	0,000
K149	18,850	-1,050	0,000
K150	21,300	0,000	0,000
K151	21,300	1,500	0,000
K152	20,486	1,500	0,000
K153	17,214	1,500	0,000
K154	18,850	2,550	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K155	4,086	1,500	0,000
K156	0,814	1,500	0,000
K157	2,450	2,550	0,000
K158	0,000	1,500	0,000
K159	0,650	0,750	0,000
K160	4,100	0,000	0,000
K161	4,100	1,500	0,000
K162	4,300	0,750	0,000
K163	17,200	1,500	0,000
K164	17,200	0,000	0,000
K165	17,000	0,750	0,000
K166	20,650	0,750	0,000
K167	1,450	0,750	0,000
K169	3,250	-0,662	0,000
K170	4,800	-3,212	-19,000
K171	3,250	2,162	0,000
K172	4,800	4,712	-19,000
K173	16,500	-3,212	-19,000
K174	16,500	4,712	-19,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K175	21,200	-3,212	-19,000
K176	21,200	4,712	-19,000
K177	18,050	-0,662	0,000
K178	18,050	2,162	0,000
K179	19,650	-0,662	0,000
K180	19,650	2,162	0,000
K183	20,900	0,750	0,000
K184	19,850	0,750	0,000
K185	21,336	-1,550	-19,000
K187	21,336	3,050	-19,000
K188	19,786	0,000	0,000
K189	19,786	1,500	0,000
K190	-0,036	3,050	-19,000
K191	-0,036	-1,550	-19,000
K192	1,514	0,000	0,000
K193	1,514	1,500	0,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S3	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,000	Lijn	K51	K52	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S19	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K86	K81	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S24	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K94	K92	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S50	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K169	K170	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S51	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K171	K172	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S52	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K177	K173	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S53	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K178	K174	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S54	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K179	K175	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S55	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,233	Lijn	K180	K176	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S56	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,126	Lijn	K188	K185	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S58	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,126	Lijn	K189	K187	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S59	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,126	Lijn	K193	K190	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S60	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,126	Lijn	K192	K191	Algemeen (0)	standaard	Laag1

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E2	C30/37	3000	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type						
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Regio3	E2	C30/37	konstant	K156	Cirkelboog
	Boven	0		1800	K157	
					K155	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio4	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K144	Lijn
					K145	Cirkelboog
					K146	
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio6	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K153	Cirkelboog
					K154	
					K152	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio7	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K147	Lijn
					K148	Cirkelboog
					K149	
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio8	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K158	Lijn
					K156	Cirkelboog
					K159	
					K144	Lijn
					K143	Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio9	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K160	Cirkelboog
					K162	
					K161	Lijn

2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K163 K165 K164	Cirkelboog Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio10	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K152 K151 K150 K148 K166	Lijn Lijn Lijn Cirkelboog

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn3	K52	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K81	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K92	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn41	K173	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn42	K174	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn45	K172	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn46	K170	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn47	K176	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn49	K175	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn50	K185	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn52	K187	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn53	K190	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn54	K191	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S3	Slb43 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb163 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb83 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb3 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb123 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb97 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb137 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb17 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb57 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb177 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb182 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb142 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb22 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb62 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb102 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb209 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb210 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb208 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb206 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S50	Slb207 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S51	Slb214 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S51	Slb215 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S51	Slb213 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S51	Slb211 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S51	Slb212 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb219 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb220 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb218 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb216 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S52	Slb217 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb224 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb225 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb223 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb221 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S53	Slb222 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb229 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb230 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb228 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb226 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb227 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb234 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb235 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb233 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb231 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb232 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb239 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb240 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb238 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb236 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb237 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb249 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb250 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb248 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb246 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb247 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb254 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

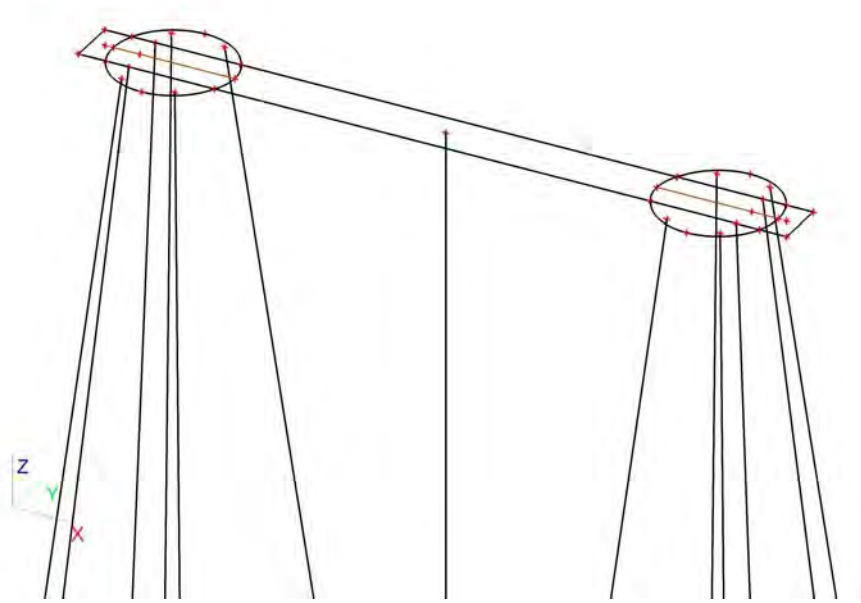
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S59	Slb255 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb253 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb251 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb252 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb259 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb260 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb258 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb256 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb257 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

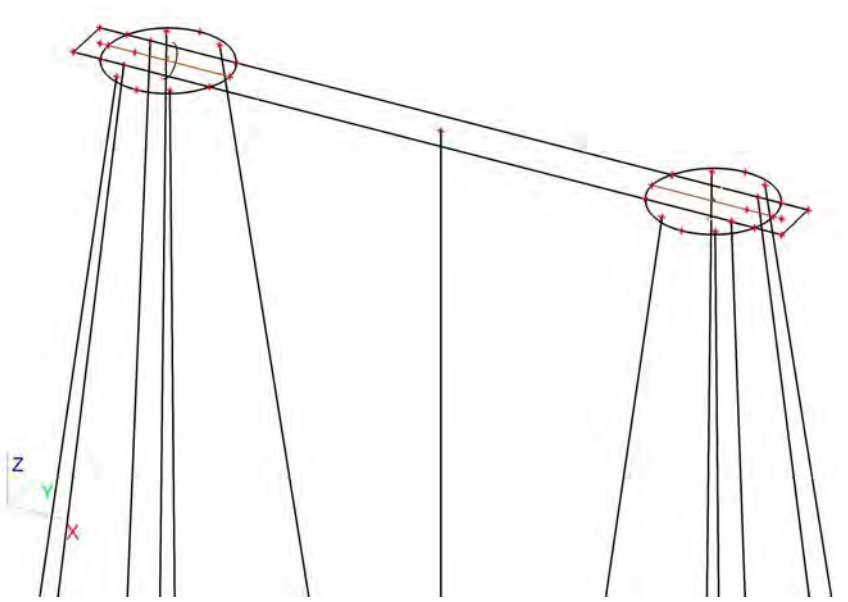
11.2.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	-5841,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	-5841,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	547,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	547,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	415,65	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	415,65	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	-13,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	2,440	0,757	0,000	GCS

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF1	-921,00	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF2	-921,00	GCS Lengte
GFF5	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM6	415,65	GCS Lengte
GFF6	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF3	163,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF5	0,00	GCS Lengte
GFF9	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF4	163,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF6	0,00	GCS Lengte
GFF25	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM7	0,00	GCS Lengte
GFF27	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM8	0,00	GCS Lengte
GFF41	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM1	-5841,00	GCS Lengte
GFF42	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM2	-5841,00	GCS Lengte
GFF43	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM3	547,00	GCS Lengte
GFF44	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM4	547,00	GCS Lengte
GFF45	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM5	415,65	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



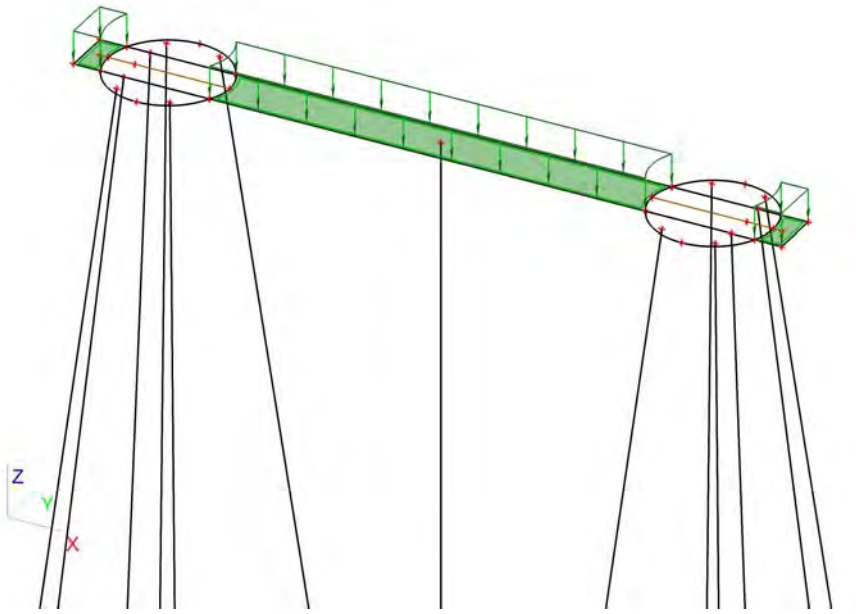
11.3. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG8	Standaard

11.3.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m^2]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF2	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF3	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte

11.3.2. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.4.1. Vrije puntmomenten

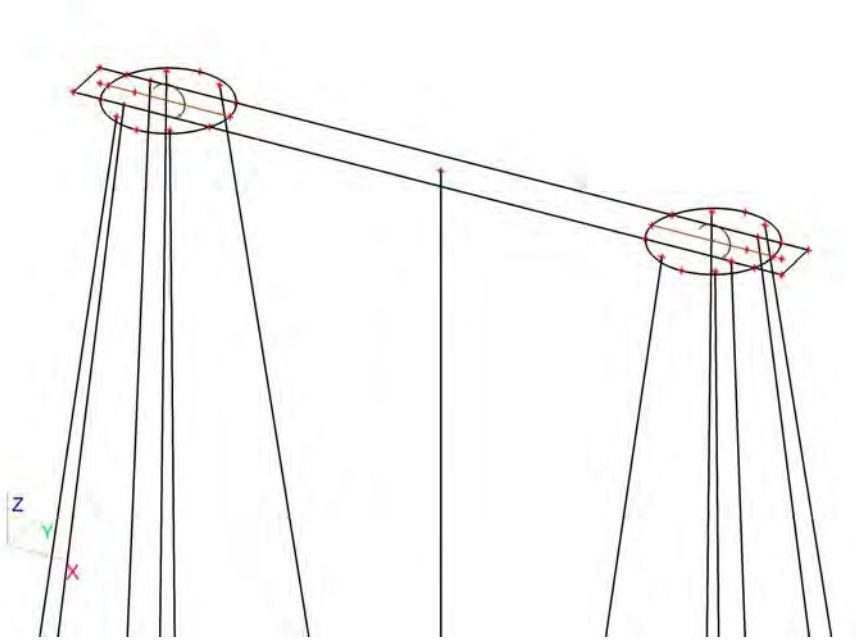
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	20,275	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	21005,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-12,525	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	21005,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	1050,60	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	1050,60	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF2	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF9	0,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF7	-859,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM13	0,00	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF8	-859,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM14	0,00	GCS Lengte
GFF16	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF10	0,00	GCS Lengte
GFF18	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF11	412,00	GCS Lengte
GFF19	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF12	412,00	GCS Lengte
GFF20	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM10	0,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF22	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM15	 1050,60	GCS Lengte
GFF24	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM16	 1050,60	GCS Lengte
GFF29	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM11	 21005,00	GCS Lengte
GFF31	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM12	 21005,00	GCS Lengte
GFF46	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM9	 0,00	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

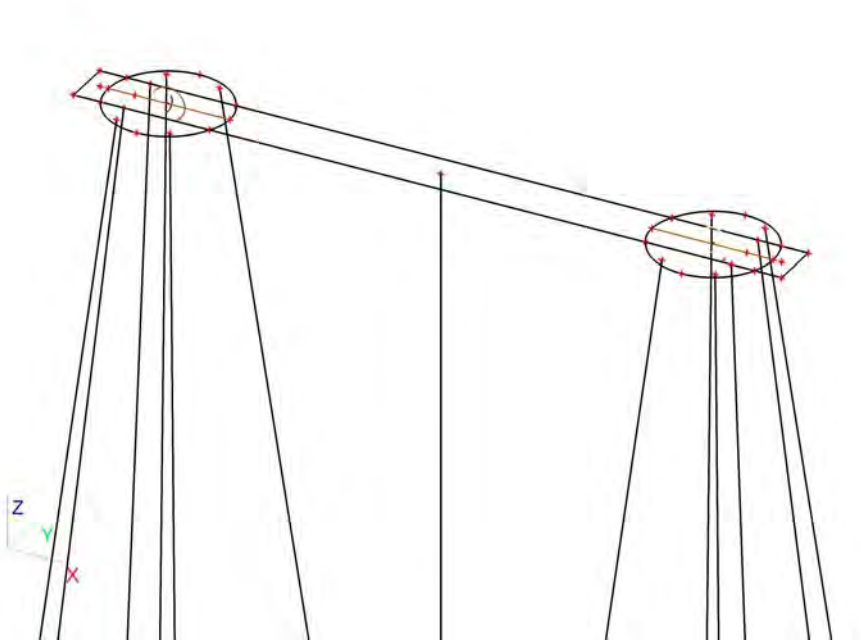
11.5.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-4314,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-4314,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	9532,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	9532,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	295,80	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	295,80	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	295,80	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	295,80	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	267,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	267,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	708,90	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	-14,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	708,90	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	1,440	0,757	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM19	 9532,00	GCS Lengte
GFF8	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM17	 -4314,00	GCS Lengte
GFF11	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM18	 -4314,00	GCS Lengte
GFF17	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM20	 9532,00	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF13	-726,00	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF14	-726,00	GCS Lengte
GFF26	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF15	116,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF16	116,00	GCS Lengte
GFF30	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF17	197,00	GCS Lengte
GFF32	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF18	197,00	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM29	 267,75	GCS Lengte
GFF40	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM30	 267,75	GCS Lengte
GFF47	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM21	 295,80	GCS Lengte
GFF48	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM22	 295,80	GCS Lengte
GFF49	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM23	 295,80	GCS Lengte
GFF50	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM24	 295,80	GCS Lengte
GFF55	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM31	 708,90	GCS Lengte
GFF56	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM32	 708,90	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

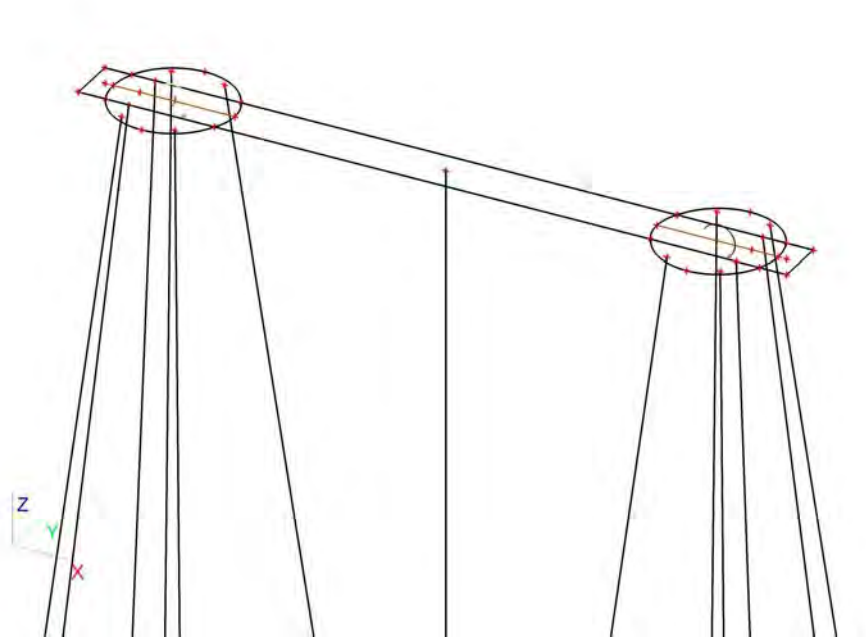
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-3672,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-3672,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	14266,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	14266,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF33	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF19	-718,00	GCS Lengte
GFF34	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF20	-718,00	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF21	105,00	GCS Lengte
GFF36	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF22	105,00	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF23	278,00	GCS Lengte
GFF39	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF24	278,00	GCS Lengte
GFF51	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM25	-3672,00	GCS Lengte
GFF52	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM26	-3672,00	GCS Lengte
GFF53	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM27	14266,00	GCS Lengte
GFF54	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM28	14266,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



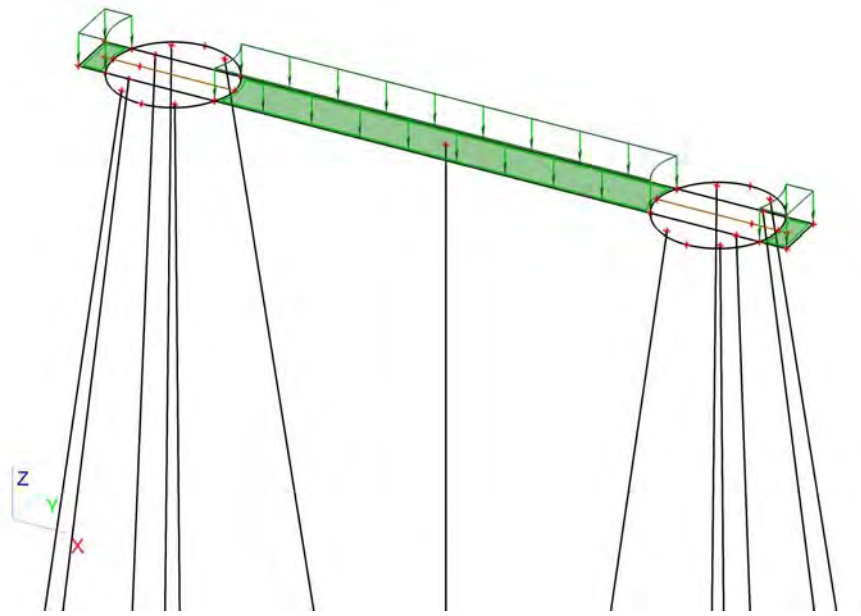
11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF4	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF5	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF6	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch



12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende -	BG1 - Eigengewicht	0,54

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi6	Omhullende - uiterste	BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG5	Snede2	709	3,674	**5,3**	4,0	**-7,2**	-3,1	2,7	**1,1**
BG5	Snede1	28	3,000	**5,3**	4,1	-3,4	-3,1	2,6	-0,9
BG5	Snede2	150	3,650	5,3	**4,0**	-7,1	-3,1	2,7	1,1
BG5	Snede1	80	3,650	5,3	**4,1**	-5,1	-3,1	**2,5**	-0,9
BG5	Snede1	58	0,000	5,3	4,0	**4,6**	**-3,1**	2,7	**-1,1**
BG5	Snede1	23	1,750	5,3	4,1	-0,1	**-3,1**	**2,8**	-1,0

14. Verplaatsing van knopen SLS 2

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG6

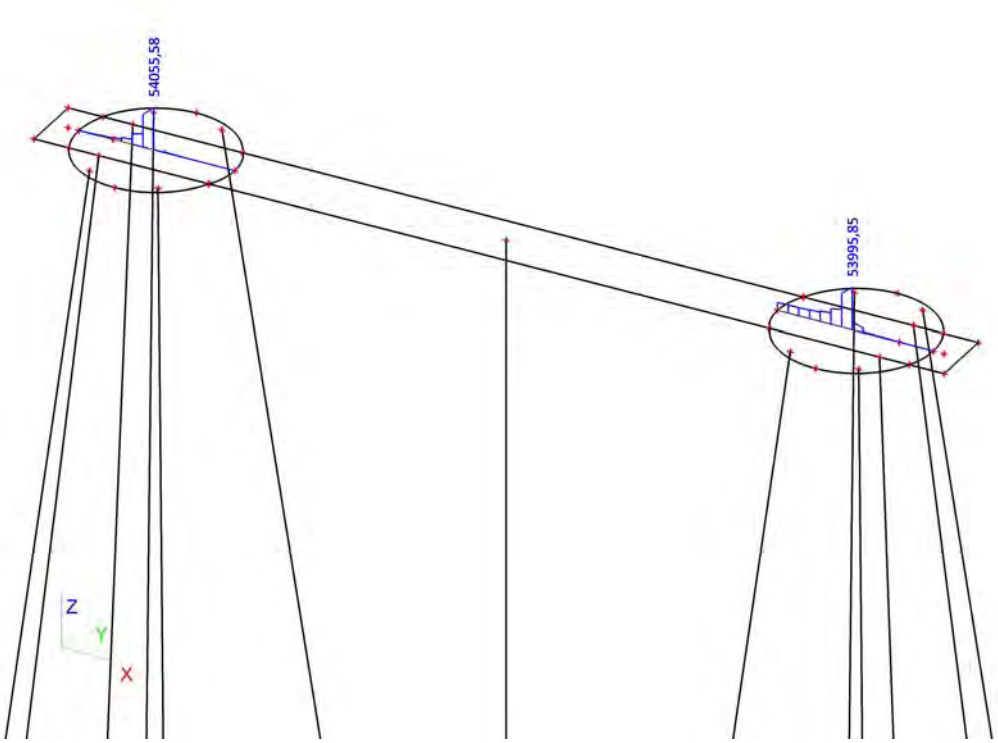
BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG6	Snede2	709	3,674	**7,3**	3,9	**-9,3**	-3,0	3,7	**1,1**
BG6	Snede1	28	3,000	**7,4**	3,9	-4,2	-3,0	3,5	-0,9
BG6	Snede2	150	3,650	7,3	**3,9**	-9,2	-3,0	3,7	1,1
BG6	Snede1	80	3,650	7,4	**3,9**	-6,4	-3,0	**3,4**	-0,9
BG6	Snede1	58	0,000	7,4	3,9	**6,7**	**-3,0**	3,7	**-1,1**
BG6	Snede1	23	1,750	7,4	3,9	0,3	**-3,1**	**3,8**	-1,0

15. Reacties

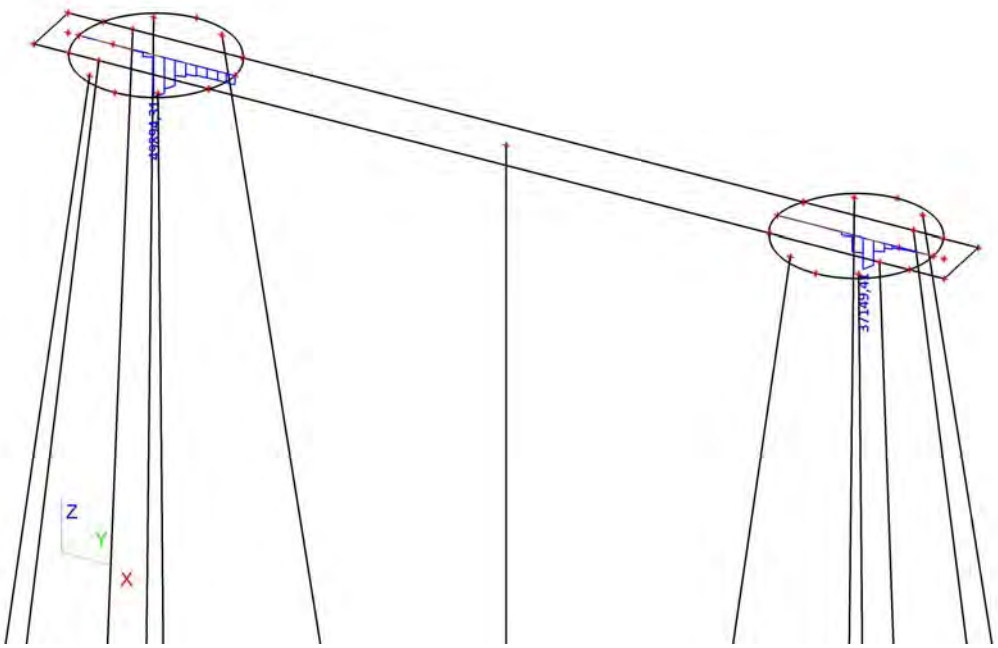
Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn45/K172	Combi1/1	**-109,19**	**-179,70**	**1229,81**	0,00	0,00	0,00
Sn42/K174	Combi1/1	**108,11**	-177,92	1217,70	0,00	0,00	0,00
Sn49/K175	Combi2/2	-96,41	**158,10**	1083,03	0,00	0,00	0,00
Sn54/K191	Combi6/3	-44,75	-44,41	**-494,97**	0,00	0,00	0,00
Sn3/K52	Combi2/2	-0,46	0,00	984,90	**0,00**	0,00	0,00
Sn9/K81	Combi3/4	25,05	41,20	286,67	**0,00**	0,00	0,00
Sn3/K52	Combi4/5	-0,27	0,00	979,53	0,00	**0,00**	0,00
Sn41/K173	Combi3/4	41,08	67,60	466,55	0,00	**0,00**	0,00
Sn3/K52	Combi1/6	0,00	0,00	784,38	0,00	0,00	**0,00**

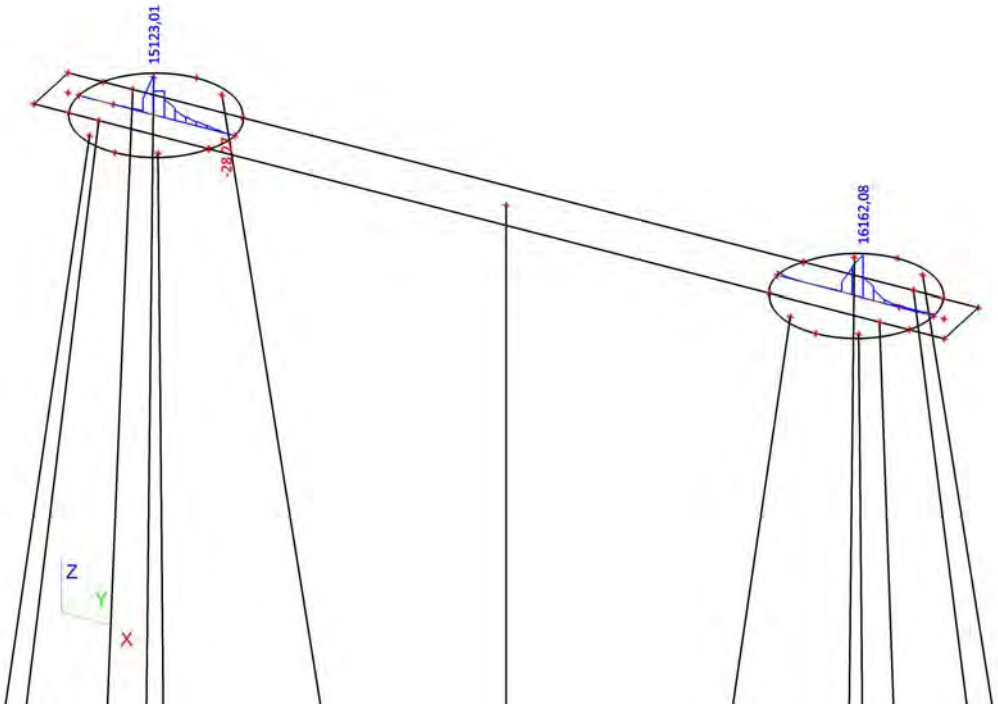
16. 2D element - Interne krachten; mxD+



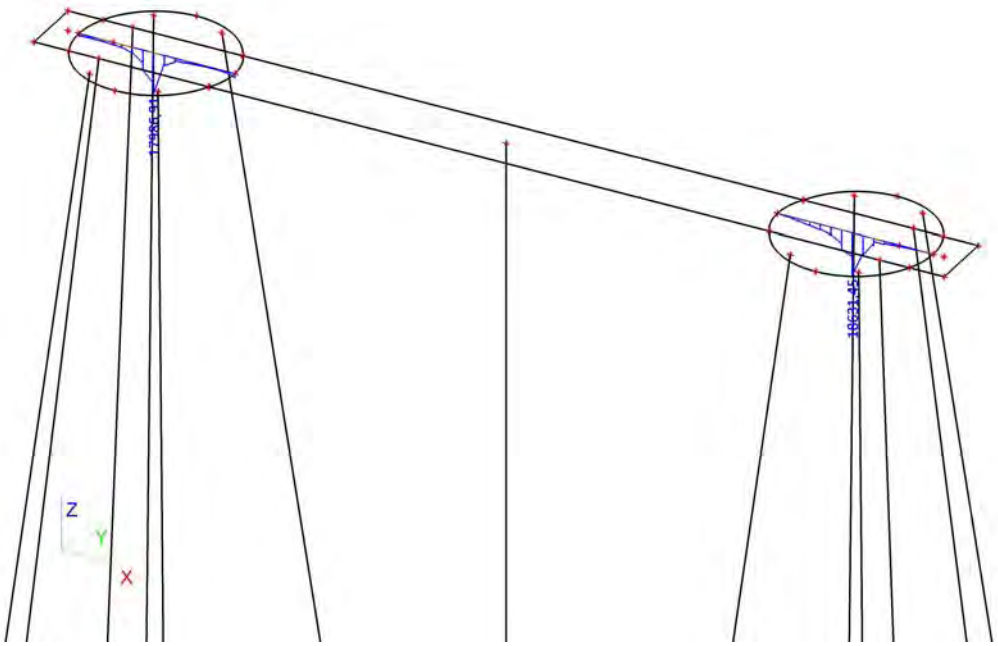
17. 2D element - Interne krachten; mxD-



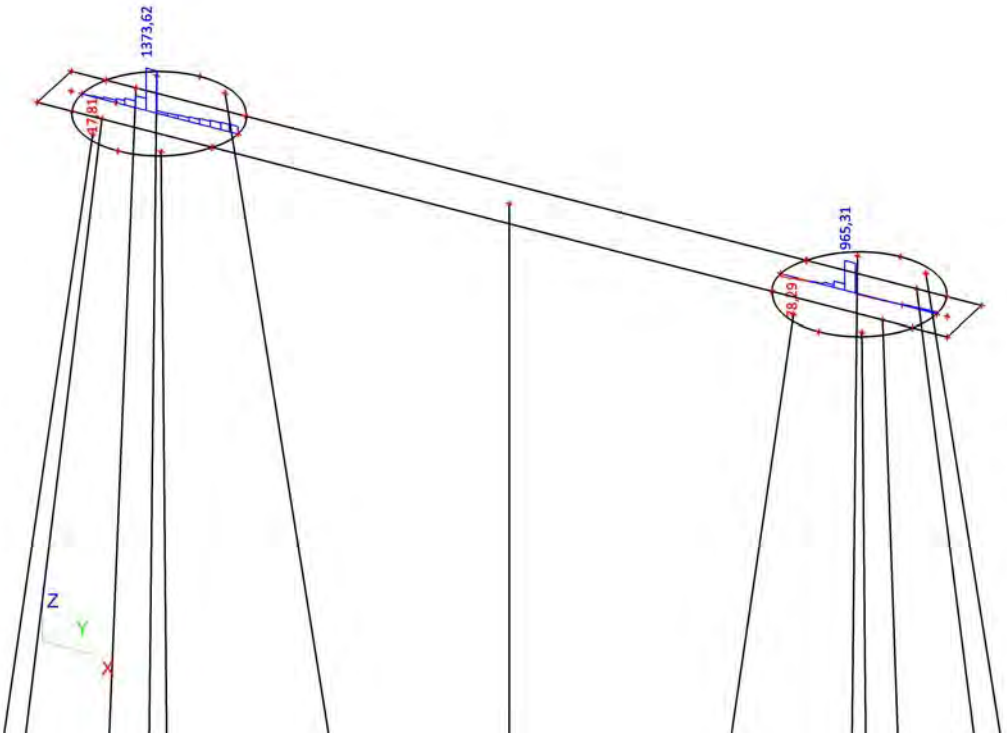
18. 2D element - Interne krachten; myD+



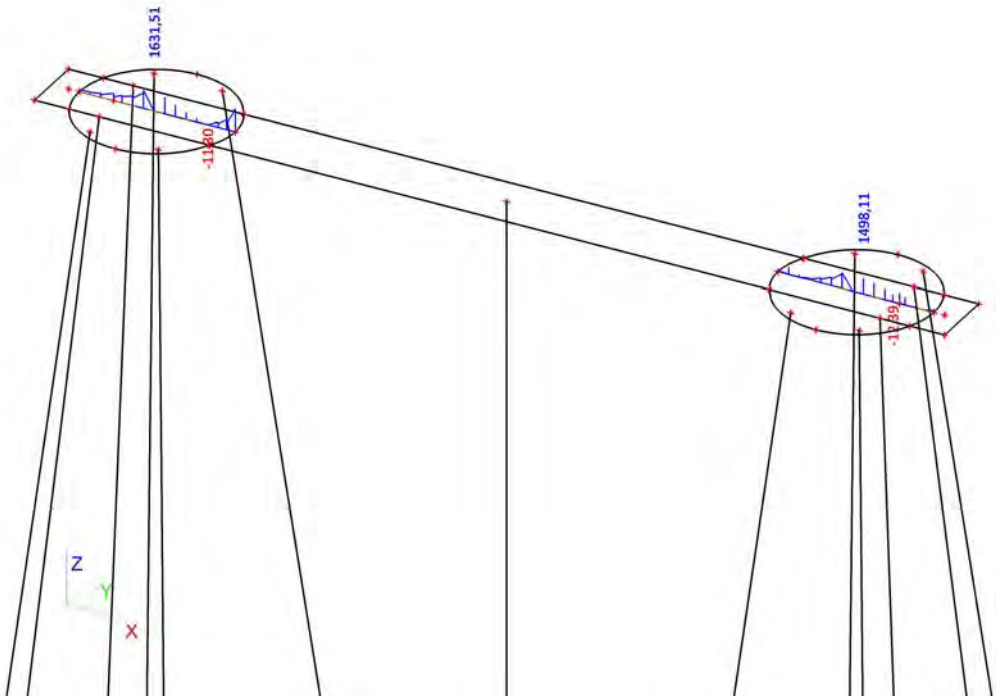
19. 2D element - Interne krachten; myD-



20. 2D element - Interne krachten; vx



21. 2D element - Interne krachten; vy



Constructieberekening mastfundatie type C

Project:
Randstad 380 kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	06-08-2013	Tweede uitgave
02	02-10-2013	T.b.v. 3e uitgave

Documentnummer: R3N-OWR-0005

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
A.L.A. van Noort Constructeur	P. de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael Desmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding *4*
1.1. Overzicht verschillende typen 4
1.1.1. Fundatietype A 5
1.1.2. Fundatietype B 5
1.1.3. Fundatietype C 6
1.1.4. Fundatietype D 6
1.1.5. Fundatietype F 7
1.2. Mastbeeld bij fundatie type C 8
1.3. Gerelateerde documenten 8
1.4. Openstaande punten 9
1.5. Revisiebeheer 9
2. Uitgangspunten en eisen *11*
2.1. Uitgangspunten 11
2.2. Gehanteerde normen 11
2.3. Eisen 11
2.4. Vermoeiing 11
2.5. Materiaalgegevens 11
2.5.1. Betonkwaliteiten 11
2.5.2. Milieuklasse *12*
2.5.3. Betondekking 12
2.5.4. Staalkwaliteiten *12*
2.6. Veerconstante funderingspalen 12
3. Berekening poer type C *15*
3.1. Geometrie 15
3.2. Belastingen en belastingcombinaties 15
3.2.1. Belastingsfactoren 15
3.2.2. Belastingsgevallen 16
3.2.3. Belastingcombinaties 18
3.3. Wisselende belastingen en vermoeiing 20
4. Verbinding mast-fundering *23*
4.1. Berekening fundering 23
5. Bijlagen *24*
Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde (model 1) 25
Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – Matige E-waarde (model 2) 26

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt de mastfundaties. Dit betreft ook de masten welke ter plaatse van een OSP zijn gelokaliseerd. De overige onderdelen van de OSP's zijn in een afzonderlijk document berekend evenals de funderingspalen.

Dit rapport betreft poer C. Een overzicht van de verschillende poertypen is gegeven is de ontwerpbasis R3N-OWR-0001.

1.1. OVERZICHT VERSCHILLENDE TYPEN

Binnen het project komen verschillende typen masten voor.
De verschillen komen voort uit:

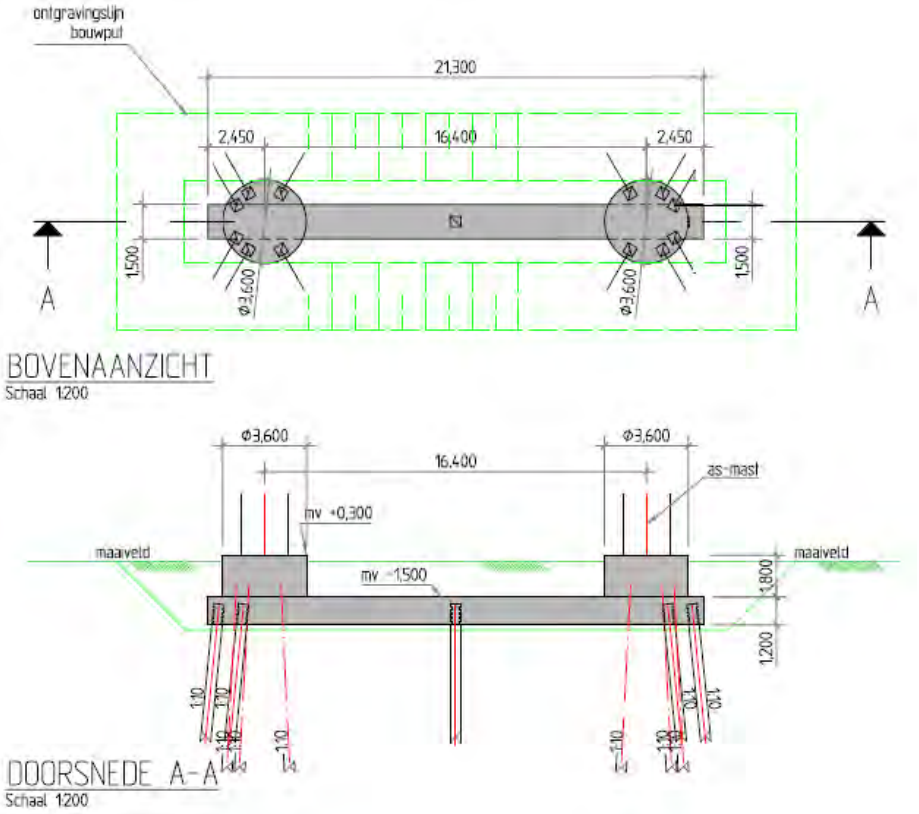
- aantal systemen dat een mastenpaar draagt, 2 systemen (2x380 kV) of 4 systemen (2x380 kV en 2x150 kV),
- de functie van de mast, Steunmast, Hoekmast of Eindmast,
- maximale veldlengte tussen masten 350 of 400 m,
- aanpassingen aan mast (b.v. +10 m extra hoogte).

Elke mast heeft een eigen belastingpatroon. Na analyse van de verschillende belastingen en geometrische eisen zijn er uiteindelijk 5 mastfundatie typen bepaal. Met deze 5 typen is er voor elke mast een geschikte fundatie beschikbaar.

De fundatietypen zijn hieronder weergegeven.

1.1.1. FUNDATIETYPE A

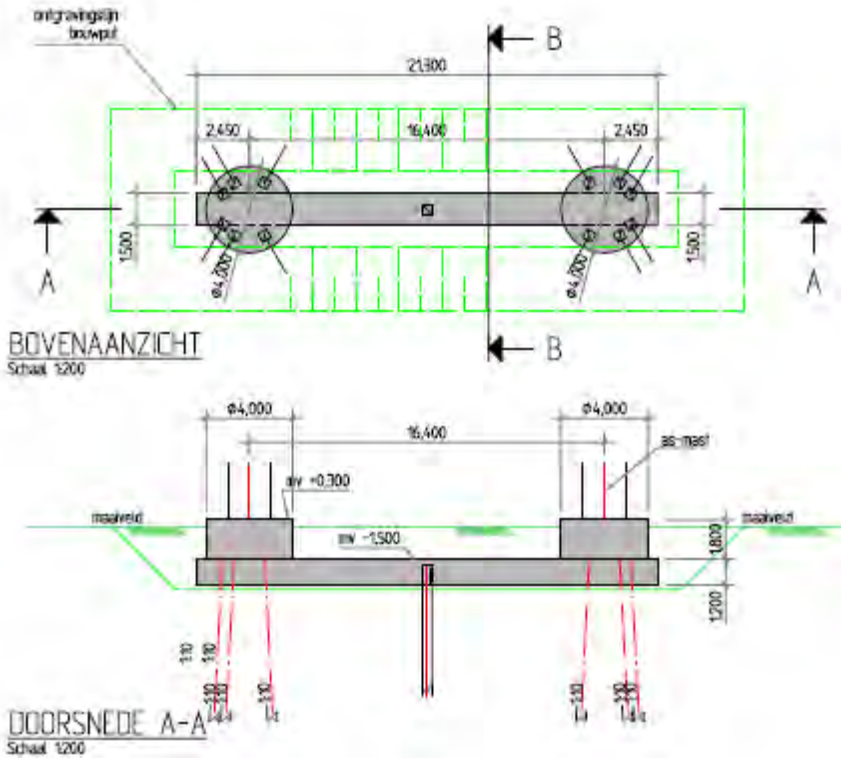
Toegepast bij masttype:
- W2S400 + 5
- W2S350 + 5
- W2S400A+10



1.1.2. FUNDATIETYPE B

Toegepast bij masttype:
- W4S400Z + 5
- W2S400 + 24
- W2S400 + 24
- W4S400Z + 14

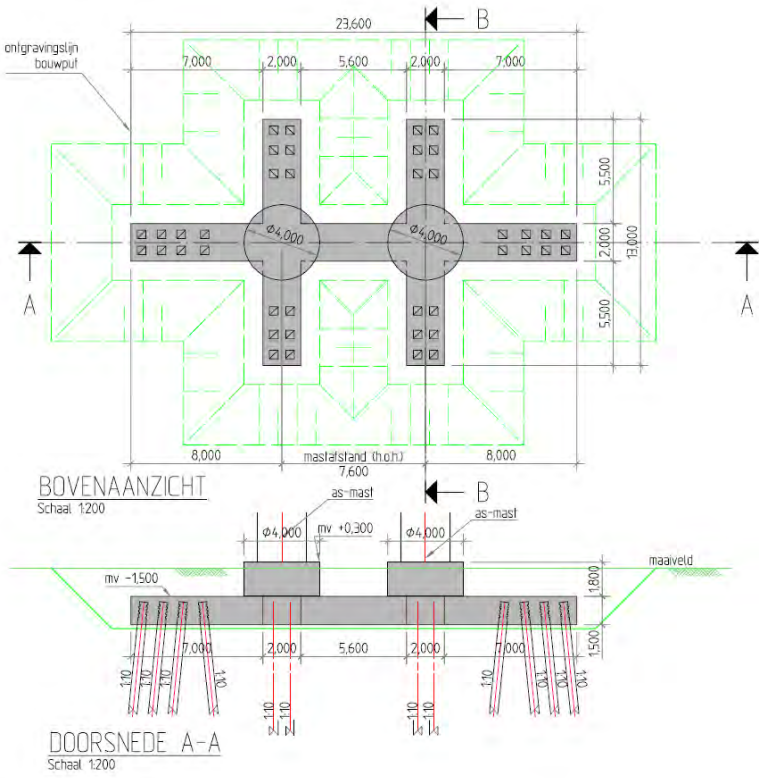
Opm: verschil met type A is diameter opstort.



1.1.3. FUNDATIETYPE C

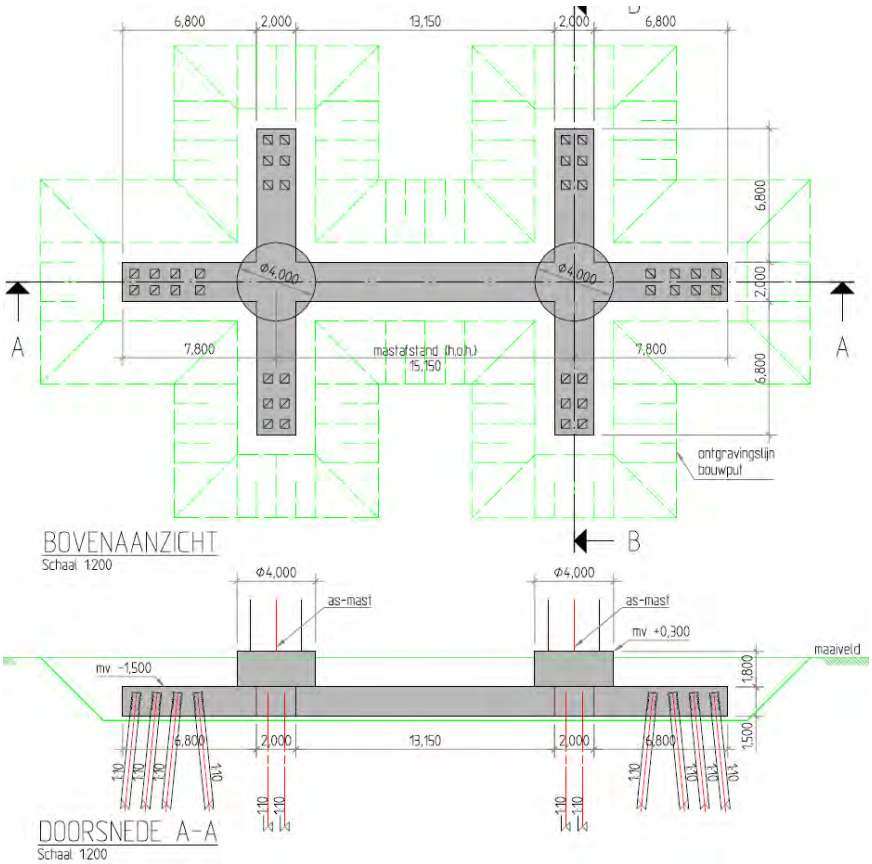
Toegepast bij masttype:
- W2H400 + 5
- W2H400 + 5
- W2H400 + 10
- W2H400 + 10 mast 133
- W2H400 + 15

Opm: mast 133 was in de oude nummering mast 82.



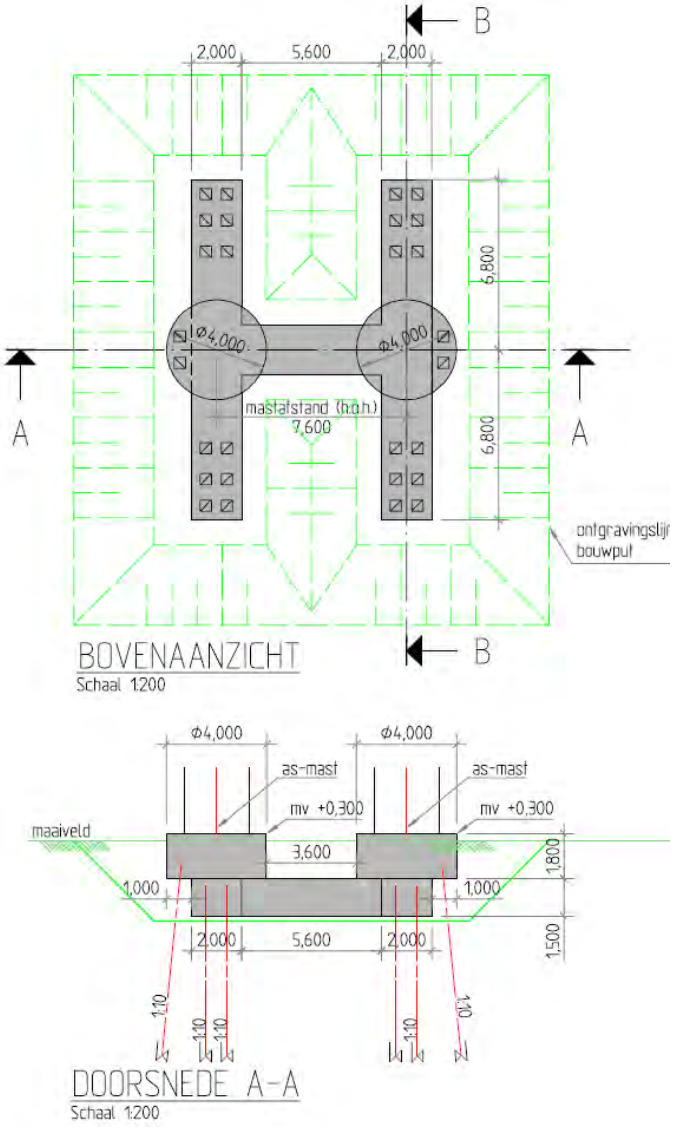
1.1.4. FUNDATIETYPE D

Toegepast bij masttype:
- W4H400Z + 5 (Afstap 150kV)
- W4H400Z +10 (Afstap 150kV)

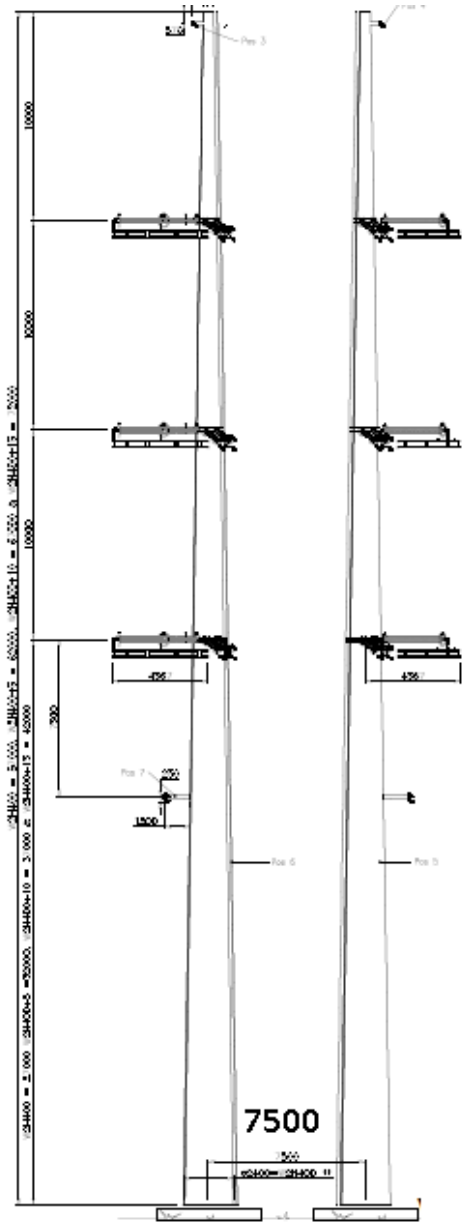


1.1.5. FUNDATIETYPE F

Toegepast bij masttype:
- W2E350 + 5
- W2E400
- W2E350



1.2. MASTBEELD BIJ FUNDATIE TYPE C



De h.o.h. afstand van de masten bedraagt 7500 mm i.p.v. de in de berekening aangehouden 7600mm. Dit kleine verschil heeft voor de berekening geen invloed

1.3. GERELATEERDE DOCUMENTEN

R3N-OWN-0001 Ontwerpnota Systeem Noordring
R3N-OWR-0003 Constructieberekening mastfundaties type A
R3N-OWR-0004 Constructieberekening mastfundaties type B
R3N-OWR-0005 Constructieberekening mastfundaties type C
R3N-OWR-0006 Constructieberekening mastfundaties type D
R3N-OWR-0007 Constructieberekening mastfundaties type F
R3N-OWR-0008 Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties
R3N-OWR-0033 Bepaling belastingen mastfundaties
R3N-OWR-0039 Bemalingsadvies beheersgebied Rijnland
R3N-OWR-0040 Bemalingsadvies beheersgebied Schieland en de Krimpenerwaard

1.4. OPENSTAANDE PUNTEN

De volgende punten dienen in een latere fase nader uitgewerkt te worden:

- Aarding, de wijze van aarden kan invloed hebben op de vermoeiing van het wapeningsstaal.
- Temperatuursinvloeden op fundering
- Model verbeteren d.m.v. dummy elementen aan bovenzijde palen
- Invloed krimp op fundering
- Optimalisatie wapening
- Optimalisatie palen
- Detailontwerp prefab beton\
- H.o.h afstand masten aanpassen van 7600 naar 7500 mm

1.5. REVISIEBEHEER

Aangepast in 2e uitgave
Er zijn nog vrijwel geen grondgegevens beschikbaar. Dit rapport is een principe berekening. Toegevoegd zijn enkele betonberekeningen. Daarnaast zijn er nu 2 modellen van de fundering gedraaid.

Aangepast in 3e uitgave
Dit is de 3e uitgave. In deze revisie is toegevoegd:

- Mastbeeld toegevoegd,
- Nadere uitwerking milieuklasse
- Masttype W2H400 + 15 was in het overzicht zowel bij poer type C als D genoemd. Mast komt op type C.
- Masttype W2S400A+10 ontbrak in het overzicht. Toegevoegd bij poertype A
- Toelichting koppeling mast met fundatie

2. UITGANGSPUNTEN EN EISEN

2.1. UITGANGSPUNTEN

De uitgangspunten vermeldt in de ontwerpnota R3N-OWR-00001 dienen als basis voor het ontwerp van de fundatie van de Wintrackmasten.

Op de funderingen worden de lasten geplaatst zoals afgeleid in document R3N-OWR-0033 'Bepaling belasting mastfundaties'.

2.2. GEHANTEERDE NORMEN

De normen zoals vermeld in ontwerpnota R3N-OWN-0001 §3 zijn gehanteerd bij het ontwerp.

2.3. EISEN

De eisen zoals vermeld in ontwerpnota R3N-OWN-0001 §3 zijn gehanteerd bij het ontwerp.
Voor de masten gelden specifiek onderstaande eisen:

- De fundamenten van de staalconstructies ten behoeve van de masten worden gedimensioneerd op een maximale vervorming van 0.005 RAD onder representatieve waarden van de belastingen;
- Tot 1,5 m diepte mag de straalomtrek van de fundering niet groter zijn dan 1,0 m meer dan de straal van de mast;
- De ZRO-breedte tussen de (schoor)paalpunten en andere ondergrondse constructies van de masten is maximaal 2x 22 m voor de 2x 380kV (solo) verbinding en 2 x 27 m voor de 2 x 150 kV/380 kV (combi) verbinding;
- Tolerantie van mastlocatie naar buiten is 10 cm, tolerantie naar binnen is 0 cm.

2.4. VERMOEIING

De aan te leggen fundamenten worden gedimensioneerd op een vermoeiingsbelasting. De wisseling van belasting komt uit wind. Het aantal en de grote van de wisselingen gedurende 50 jaar is bepaald conform de ROK. De toetsingsprocedure van de constructie conform NEN-EN 1992-1-1:2005.

2.5. MATERIAALGEGEVENS

In onderstaande paragrafen worden de gehanteerde materiaaleigenschappen benoemd.

2.5.1. BETONKWALITEITEN

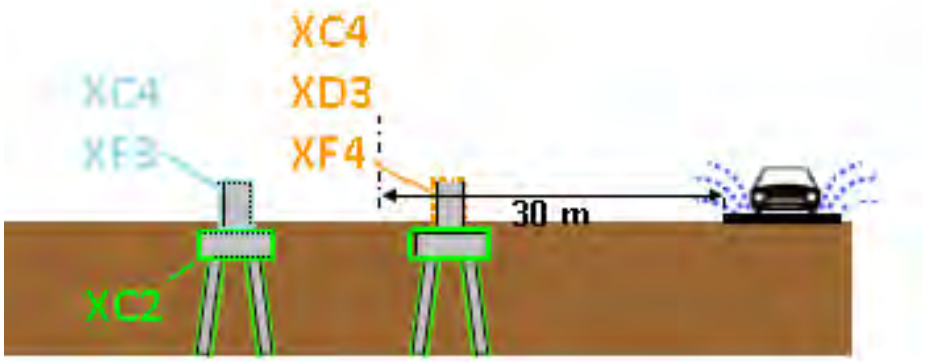
Voor het constructief beton worden bij de detaillering de volgende sterkteklassen aangehouden. De betonkwaliteit van de ronde opstort (C35/45) is voorgeschreven. Bij gescheurd beton wordt in eerste instantie gerekend met $E_{beton;gescheurd} \approx 1/3\ E_{beton;ongescheurd}$. Tevens is een ca. 2 x zo hoge E-modulus beschouwd.

Onderdeel	Sterkteklasse	Elastisciteitsmodulus [N/mm²]		
		ongescheurd	Gescheurd lage E	Gescheurd matige E
in het werk gestort gewapend beton:	C30/37	31.000	11.000	22.00
in het werk gestort gewapend beton, ronde opstort	C35/45	33.500		
geprefabriceerd beton (U-bakken):	C35/45	33.500		
geprefabriceerd voorgespannen beton (palen):	C45/55	36.000		

Tabel 2.5.1-1 Betonkwaliteiten

2.5.2. MILIEUKLASSE

Voor de betondelen welke meer dan 1,0 m onder maaiveld liggen geldt milieuklasse XC2
Voor de hoger gelegen betondelen is de milieuklasse afhankelijk van de aanwezigheid van openbare wegen. De wegen naar de OSP's zullen niet gestrooid worden en bovendien nauwelijks bereden worden, waardoor het wegspatten van water met dooizouten niet aan de orde is. De afstanden in onderstaande schets geldt voor snelwegen, bij ander wegen zou deze eventueel kleiner kunnen.



2.5.3. BETONDEKKING

Betondekking conform NEN EN 1992-1-1:2011

$$c_{min} = \max \{c_{min,b};\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add};\ 10\ mm\} \qquad (4.2)$$

waarin:

$c_{min,b}$	is de minimumdekking op basis van de aanhechtingseisen, zie 4.4.1.2 (3);
$c_{min,dur}$	is de minimumdekking op basis van de milieu-omstandigheden, zie 4.4.1.2 (5);
$\Delta c_{dur,\gamma}$	is een aanvullende veiligheidsmarge, zie 4.4.1.2 (6);
$\Delta c_{dur,st}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van roestvast staal, zie 4.4.1.2 (7);
$\Delta c_{dur,add}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van aanvullende bescherming, zie 4.4.1.2 (8).

De verwachting is dat $c_{min;b}$ maatgevend wordt. Deze warade is afhankelijk van de staafdiameter, welk enog niet bekend is. Betondekking wordt in UO bepaald.

2.5.4. STAALKWALITEITEN

Voor het wapeningsstaal worden de volgende staalkwaliteiten aangehouden:

Omschrijving	Kwaliteit
betonstaal (staven)	B500 B
betonstaal (gepuntlaste wapeningsnetten):	B500 B

Tabel 2.5.2 Staalkwaliteiten

2.6. VEERCONSTANTE FUNDERINGSPALEN

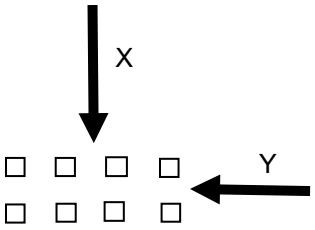
De constructie wordt gefundeerd op prefab betonpalen. De palen worden horizontaal gesteund door de grond wat resulteert in een horizontale beddingconstante op de funderingspaal. Verticaal wordt de funderingspaal gesteund door een verticale puntveer. Beide veerconstanten zijn bepaald door de geotechnische adviseur in rapport R3N-OWR-0008.

In het model wordt gerekend met een verticale veerstijfheid van 90.000 kN/m.
Voor de horizontale bedding worden onderstaande waarden aangehouden.

In de volgende tabellen worden deze gereduceerde beddingsconstanten gepresenteerd.

X-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	[m+ NAP]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
Veen	-1.6	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-2.7	500	1,200	300	600
Veen	-5.1	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-6.0	800	1,800	400	900
Veen	-11.2	1,400	3,200	700	1,600
Zand	-12.1	13,600	30,600	6,900	15,600
Zand	-22.0	16,300	36,700	8,300	18,700

Tabel 6 - Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de X-richting



Y-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	[m+ NAP]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
Veen	-1.6	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-2.7	400	900	200	400
Veen	-5.1	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-6.0	600	1,300	300	700
Veen	-11.2	1,000	2,300	500	1,200
Zand	-12.1	9,800	22,100	5,000	11,300
Zand	-22.0	11,800	26,500	6,000	13,500

Tabel 7 - Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de Y-richting

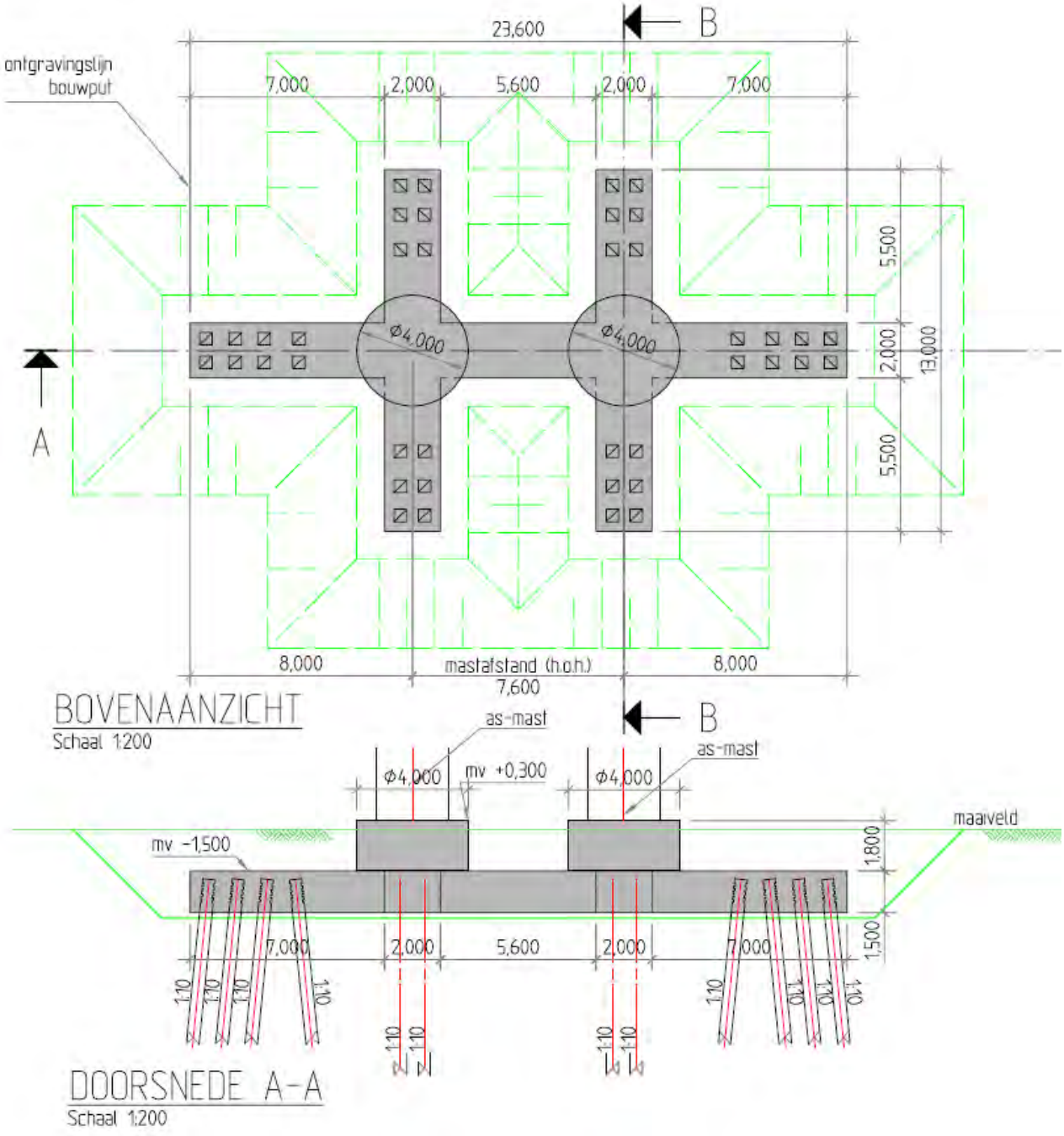
Figuur 3 Horizontale beddingsconstanten per belastingsrichting

Voor alle richtingen is steeds de lage waarde van de beddingsconstante, richting Y aangehouden.

3. BEREKENING POER TYPE C

3.1. GEOMETRIE

De geometrie van de type C poeren is als volgt:



3.2. BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES

3.2.1. BELASTINGSFACTOREN

De belasting uit de poeren bestaat vooral uit lasten uit de mast cq lijnen. Deze lasten zijn, incl. partiële factoren gegeven door de opdrachtgever op basis van een rapport van KEMA.

Daarnaast zijn er lasten op de poeren zelf. Hiervoor geldt dat vergelijking 6.10 b van de EN 1990 maatgevend is. Gecombineerd met CC3 gelden de volgende partiële factoren:

γ_G (ongunstig)	=	1,3	
γ_G (gunstig)	=	0,9	(zie §3.2.2, op eigen gewicht fundering wordt factor 0,54 toegepast)
γ_Q	=	1,65	

Opm: De meeste lasten zijn door de klant incl de factoren gegeven. Bovenstaande factoren hebben dus alleen invloed op het eigen gewicht , grond en belastingen op maaiveld.

3.2.2. BELASTINGSGEVALLEN

Eigen gewichtpoer
Eigen gewicht van de b etonconstructie wordt gegenereerd in het model. Er wordt gerekend met een eigengewicht voor beton van 2500 kg/m$^{3.}$

Omdat er ook trek op de palen komt, is eigen gewicht al snel een gunstige belasting (druk eenvoudiger op te nemen dan trek).Indien de poer zich onderwater bevindt zal er een opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van het verplaatste water op de poer aanwezig zijn. Het effectieve gewicht van de poer reduceert hierdoor tot 1500 kg/m^3. Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 1350 kg/m^3. In totaal bedraagt de factor dan dus 1350/2500 = 0,54.

Eigen gewicht grond op poer
Op de poer ligt 1,5 m grond. Indien het grondwater lager ligt, is de last:
1,5 * 17 = 25,5 kN/m^2

Bij waterstand gelijk aan 0,5m onder maaiveld niveau is de last:
0,5 * 17 + 1,0 * (17-10) = 15,5 kN/m^2

Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 13,95 kN/m^2. In totaal bedraagt de factor dan dus 13,95/25,5 = 0,54.

Reken met droge grond en pas een partiële factor van 0,54 op eigen gewicht poer en grond toe in het geval deze gunstig werken.

Belastingen uit de mast
Zie rapport 'Afleiding belasting uit masten'.

Er wordt gerekend met de volgende, donker aangegeven ULS en SLS lasten uit het rapport. De overige lasten zijn met deze gevallen afgedekt.

Voor het variabele deel dat zijn oorsprong vindt in wind, wordt gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,6	0,2	0

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2H400+5	90 deg	3	0	37867	1025	0	943
W2H400+5	0 deg	1b	665	16478	682	23	401
W2H400+5	45 deg	1a	14930	27013	682	382	678
W2H400+5	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
W2H400+5	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
W2H400A+5 (mast 74)	0 deg	3	1034	31674	1024	36	784
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	1a	1308	36670	903	53	910
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	1a	15738	26743	678	415	667
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
W2H400+10	0 deg	3	1300	38231	1280	42	829
W2H400+10	90 deg	3	0	45178	1276	0	990
W2H400+10	45 deg	1a	17515	32392	853	404	726
W2H400+10	0 deg	3	1300	26959	1176	42	582
W2H400+10	90 deg	1a	0	33107	1139	0	757
W2H400+10	90 deg	3	0	33678	1172	0	738
W2H400+10	45 deg	1a	8721	25248	855	218	575
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	3	4565	34528	1258	152	731
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	1574	41927	1127	53	931
W2H400+10 (mast 82)	-45 deg	1a	18211	30577	848	430	682
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	3	3002	24614	1167	99	522
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	1233	31402	1133	42	712
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	1b	21118	11542	847	471	245
W2H400+15	0 deg	3	1560	40126	1413	47	785
W2H400+15	90 deg	1a	0	49086	1264	0	1006
W2H400+15	45 deg	1a	20418	35375	952	433	725
W2H400+15	0 deg	1a	5546	1538	1284	167	18
W2H400+15	0 deg	3	1560	2784	1425	47	31
W2H400+15	90 deg	1a	0	21043	1265	0	422
W2H400+15	0 deg	1a	5546	1201	964	167	14

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2H400+5	0 deg	1b	2363	20045	757	81	512
W2H400+5	45 deg	1a	8801	23569	757	234	595
W2H400+5	90 deg	3	2363	31280	835	81	794
W2H400+5	-45 deg	1a	8108	23569	757	234	595
W2H400A+5 (mast 74)	0 deg	1b	3321	19716	753	120	499
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	3	4602	30221	821	172	751
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	1a	8941	23276	753	269	583
W2H400+10	0 deg	3	3081	33806	1046	99	765
W2H400+10	45 deg	1a	10468	28323	949	253	639
W2H400+10	90 deg	1a	3081	32890	946	99	734
W2H400+10	90 deg	3	3081	37539	1043	99	843
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	1a	4010	21112	949	130	481
W2H400+10 (mast 82)	45 deg	3	4263	32798	1029	158	726
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	4307	31284	941	140	691
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	3	5665	34675	1028	186	765
W2H400+10 (mast 82)	-45 deg	1a	10407	26626	945	283	597
W2H400+15	0 deg	3	3697	35947	1157	111	742
W2H400+15	45 deg	1a	12353	30742	1060	276	634
W2H400+15	90 deg	1a	3697	36518	1056	111	745
W2H400+15	90 deg	3	3697	40557	1154	111	830
W2H400+15	-45 deg	1a	11270	30742	1060	276	634

Belastingen op maaiveld

Op het maaiveld wordt gerekend met een verdeelde last van 10 kN/m^2 . Er is geen stempellast op de fundering voorzien. Echter, door spreiding van een puntlast over een diepte van 1,5 m, zal een lastvlak van 2 (breedte balk) x 3 (2*1,5) = 6 m^2 ontstaan, waardoor bij 10 kN/m^2 dus ook een puntlast van 60 kN toelaatbaar is.

Voor deze belastingen wordt in de combinatie gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,7	0,5	0,3

3.2.3. BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties in ULS conform vergelijking 6.10b van NEN EN 1990, waarbij:
0,7 * 1,65 = 1,16

En de belastingsfactoren voor de last uit de masten reeds in de ingevoerde belasting is meegenomen (factor 1,0 toegepast).

ULS

Belastinggeval	Omschrijving	Combi 1	Combi 2	Combi 3	Combi 4	Combi 5	Combi 6
1	Eigen gewicht	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
2	Grond	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
3	Belasting mast ULS 1	1,0		0,6		1,0	
4	Belasting mast ULS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	1,16	1,16	1,65	1,65		

SLS

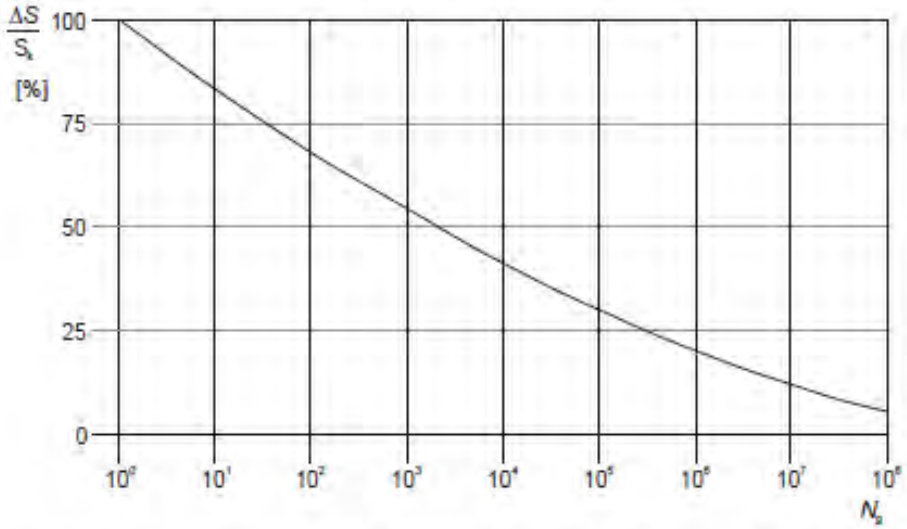
Belastinggeval	Omschrijving	Combi 7	Combi 8	Combi 9	Comb i 10	Combi 11	Combi 12
5	Eigen gewicht	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
6	Grond	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
5	Belasting mast SLS 1	1,0		0,6		1,0	
6	Belasting mast SLS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	0,7	0,7	1,0	1,0		

3.3. WISSELENDE BELASTINGEN EN VERMOEIING

Door de wisselende belastingen van wind dient belasting door vermoeiing te worden meegenomen. Bij vermoeiing is het aantal wisselingen en de grootte van de wisseling van belang. In de NEN-EN 1991-1-4:2005 is in bijlage B.3 een figuur opgenomen waarin de verhouding tussen de grootte van de windlast en het aantal keren dat deze optreedt weergegeven.

B.3 Aantal belastingen voor dynamische respons

(1) Figuur B.3 geeft het aantal keren N_g dat de waarden ΔS van een windeffect worden bereikt of overschreden gedurende een periode van 50 jaar. ΔS wordt uitgedrukt in percentage van de waarde S_k, waar S_k het effect is van een windbelasting met een herhalingstijd van 50 jaar.



Figuur B.3 — Aantal windvlaagbelastingen N_g voor een effect $\Delta S/S_k$ gedurende een herhalingstijd van 50 jaar

De relatie wordt omschreven met de volgende uitdrukking

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0{,}7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17{,}4 \cdot \log(N_g) + 100 \qquad \text{(B.9)}$$

Bij vermoeiing wordt bij een bepaald spanningsniveau het aantal wisselingen op dit spanningsniveau bepaald en vervolgens wordt dit vergeleken met het aantal toelaatbare wisselingen op dat spanningsniveau. Door dit voor de voorkomende spanningsniveaus te doen is de weerstand tegen vermoeiing te controleren.

In de ROK van RWS is bovenstaande verdeling gediscretiseerd tot onderstaande tabel:

Tabel 5-1: Aantal wisselingen per windbelasting (referentieperiode 50 jaar)

ΔS / S_k (%)	n
100	1
98	1
90	8
75	90
61	900
48	9000
36	90000
25	900000
16	9000000
9	90000000

Van beton en wapeningsstaal is bekend hoeveel wisselingen bij een bepaald spanningsniveau toelaatbaar zijn. S_K is de spanning met een herhalingstijd van 50 jaar (de spanning waarop de constructie ontworpen is).

Met bovenstaande gegevens is te bepalen welke maximale spanning t.g.v. wind eens in de 50 jaar toelaatbaar is opdat de constructie ook voldoende weerstand tegen vermoeiing heeft.

Wapening

De totale schade van de belastingen dient volgens de beschadigingsregel van Miner kleiner dan 1 te zijn.
De toetsingsprocedure per wisseling conform NEN-EN 1992-1-1:2005, §6.8.4:
Voor de wapening is gekeken naar de toelaatbare spanning voor:

- Rechte staven
- Staven gebogen met een doordiameter 2,5*D
- Gelaste staven

Er volgt (zie berekening hieronder) dat voor gewone rechte staven er geen beperking is, echter gebogen of gelaste staven hebben de volgende spanningsbeperking:

Buigdoorn 2,5ø → 244 N/mm^2
Buigdoorn 5ø → 283 N/mm^2
Gelaste staven → 317 N/mm^2

Omdat bij de toetsing van vermoeiing een ULS toestand met veiligheid 1,0 wordt getoetst, is de spanning altijd minimaal een factor van ca. 1,3 lager dan de normale ULS toestanden.

Bij een toelaatbare spanning van 435 N/mm^2 in ULS volgt bij toetsing op vermoeiing een spanning van maximaal 335 N/mm^2. De toelaatbare spanningen bij vermoeiing zijn nog iets lager. Hier dient in de detaillering rekening mee gehouden te worden. Een toetsing achteraf zal volstaan.

Rechte staven

maximale gebruiksspanning			435	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			162,5	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	
	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	435	7275	0,000137
1	98	426	8048	0,000124
8	90	392	12320	0,000649
90	75	326	30656	0,002936
900	61	265	86133	0,010449
9000	48	209	285505	0,031523
90000	36	157	1394937	0,064519
900000	25	109	37137862	0,024234
9000000	16	70	2061565470	0,004366
90000000	9	39	365674259232	0,000246
			Totale schade	**0,139183665**

Staven gebogen met doorndiameter 2,5*D

maximale gebruiksspanning			244	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			67,4	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	244	1613	0,000620
1	98	239	1784	0,000560
8	90	220	2731	0,002929
90	75	183	6796	0,013243
900	61	149	19095	0,047134
9000	48	117	63292	0,142197
90000	36	88	266714	0,337440
900000	25	61	2466861	0,364836
9000000	16	39	136938283	0,065723
90000000	9	22	24289699180	0,003705
			Totale schade	**0,978388484**

Staven gebogen met doorndiameter 5*D

maximale gebruiksspanning			283	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			78,0	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	283	1591	0,000629
1	98	277	1760	0,000568
8	90	255	2694	0,002970
90	75	212	6702	0,013428
900	61	173	18832	0,047792
9000	48	136	62422	0,144181
90000	36	102	263044	0,342148
900000	25	71	2406099	0,374050
9000000	16	45	133565305	0,067383
90000000	9	25	23691410595	0,003799
			Totale schade	**0,996946687**

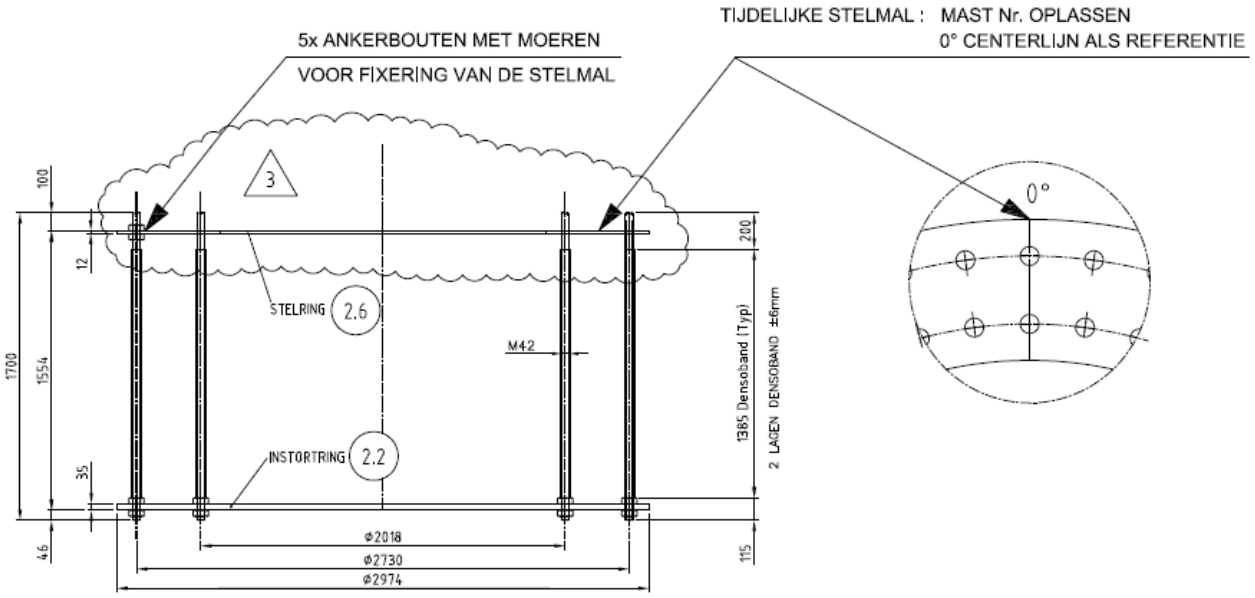
Gelaste staven

maximale gebruiksspanning			317	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			58,5	
		k1	3	
		k2	5	
		N*	1,00E+07	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	317	62848	0,000016
1	98	311	66775	0,000015
8	90	285	86211	0,000093
90	75	238	148972	0,000604
900	61	193	276886	0,003250
9000	48	152	568285	0,015837
90000	36	114	1347046	0,066813
900000	25	79	4022257	0,223755
9000000	16	51	20411885	0,440920
90000000	9	29	362468668	0,248297
			Totale schade	**0,999600179**

4. VERBINDING MAST-FUNDERING

De masten worden verbonden met de fundering d.m.v. een ingestorte ankerkooi. Een ankerkooi is hieronder weergegeven



DETAIL VERANKERING

NOTA : ALLE RESTERENDE MOEREN EN ONDERLEGRINGEN WORDEN LOS MEEGELEVERD

Prepared by: LV Revision: 3 Date: 5-7-2011	Material: – Quantity: 2 Equipm. no.: W4E350	**VDL KTI**	Project No.: 36002 Workprep. No.: Pos. No.: ANKERKOOI

De ankers en platen zijn berekend door Volker Infra Design bij het ontwerp van de masten. De ankerkooi bevindt zich in de ronde opstort. De ronde opstort is d.m.v. stekken verbonden met de kruisvormige balken. De stekken worden in de UO fase berekend.

4.1. BEREKENING FUNDERING

De poer is ingevoerd in een SCIA engineer model.

Er zijn 2 modellen gedraaid:

Model 1: Lage gescheurde E modulus
Model 2: Matige gescheurde E modulus

5. BIJLAGEN

Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde (model 1)

Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – matige E-waarde (model 2)

BIJLAGE 1 UITVOER SCIA ENGINEER – LAGE E-WAARDE (MODEL 1)

BIJLAGE 2 UITVOER SCIA ENGINEER – MATIGE E-WAARDE (MODEL 2)

Constructieberekening mastfundaties type D

Project:
Randstad 380kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	10-07-2013	Eerste uitgave
01	19-07-2013	Opmerkingen review verwerkt
02	06-08-2013	Definitief. Tweede uitgave
03	02-10-2013	T.b.v. 3e uitgave

Documentnummer: R3N-OWR-0006

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
A.L.A. van Noort Constructeur	P. de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael Desmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding *4*
1.1. Overzicht verschillende typen 4
1.1.1. Fundatietype A 5
1.1.2. Fundatietype B 5
1.1.3. Fundatietype C 6
1.1.4. Fundatietype D 6
1.1.5. Fundatietype F 7
1.2. Mastbeeld bij fundatie type D 8
1.3. Gerelateerde documenten 8
1.4. Openstaande punten 9
1.5. Revisiebeheer 9
2. Uitgangspunten en eisen *10*
2.1. Uitgangspunten 10
2.2. Gehanteerde normen 10
2.3. Eisen 10
2.4. Vermoeiing 10
2.5. Materiaalgegevens 10
2.5.1. Betonkwaliteiten 10
2.5.2. Milieuklasse *11*
2.5.3. Betondekking 11
2.6. Staalkwaliteiten 11
2.7. Veerconstante funderingspalen 11
3. Berekening poer type D *13*
3.1. Geometrie 13
3.2. Belastingen en belastingcombinaties 13
3.2.1. Belastingsfactoren 13
3.2.2. Belastingsgevallen 14
3.2.3. Belastingcombinaties 16
3.3. Wisselende belastingen en vermoeiing 17
4. Verbinding mast-fundering *20*
4.1. Controle ronde opstort 20
4.2. Berekening fundering 22
5. Bijlagen *23*
Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde 24
Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – matige E-waarde 25

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt de mastfundaties. Dit betreft ook de masten welke ter plaatse van een OSP zijn gelokaliseerd. De overige onderdelen van de OSP's zijn in een afzonderlijk document berekend evenals de funderingspalen.

Dit rapport betreft een poer D. Op poer D worden de volgende masttypen geplaatst: W2H400 + 15, W4H400Z + 5 (Afstap 150kV), W4H400Z +10 (Afstap 150kV)

De wapening wordt in het UO ontwerp uitgewerkt.

1.1. OVERZICHT VERSCHILLENDE TYPEN

Binnen het project komen verschillende typen masten voor.

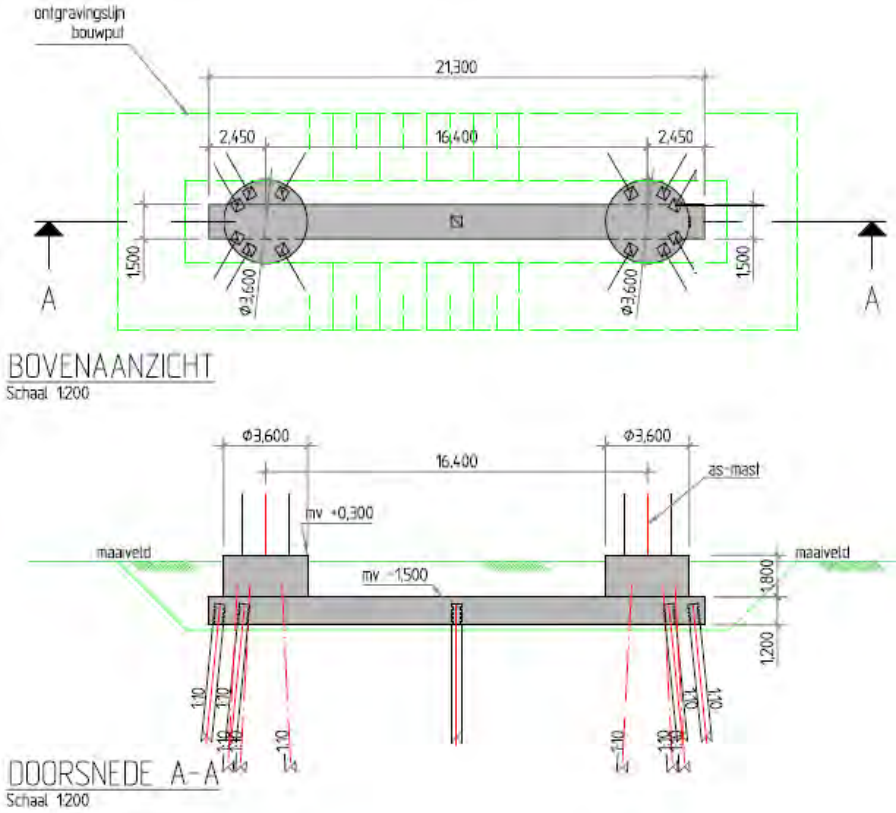
De verschillen komen voort uit:
- aantal systemen dat een mastenpaar draagt, 2 systemen (2x380 kV) of 4 systemen (2x380 kV en 2x150 kV);
- de functie van de mast, Steunmast, Hoekmast of Eindmast;
- maximale veldlengte tussen masten 350 of 400 m;
- aanpassingen aan mast (b.v. +10 m extra hoogte).

Elke mast heeft een eigen belastingpatroon. Na analyse van de verschillende belastingen en geometrische eisen zijn er uiteindelijk 5 mastfundatie typen bepaal. Met deze 5 typen is er voor elke mast een geschikte fundatie beschikbaar.

De fundatietypen zijn hieronder weergegeven

1.1.1. FUNDATIETYPE A

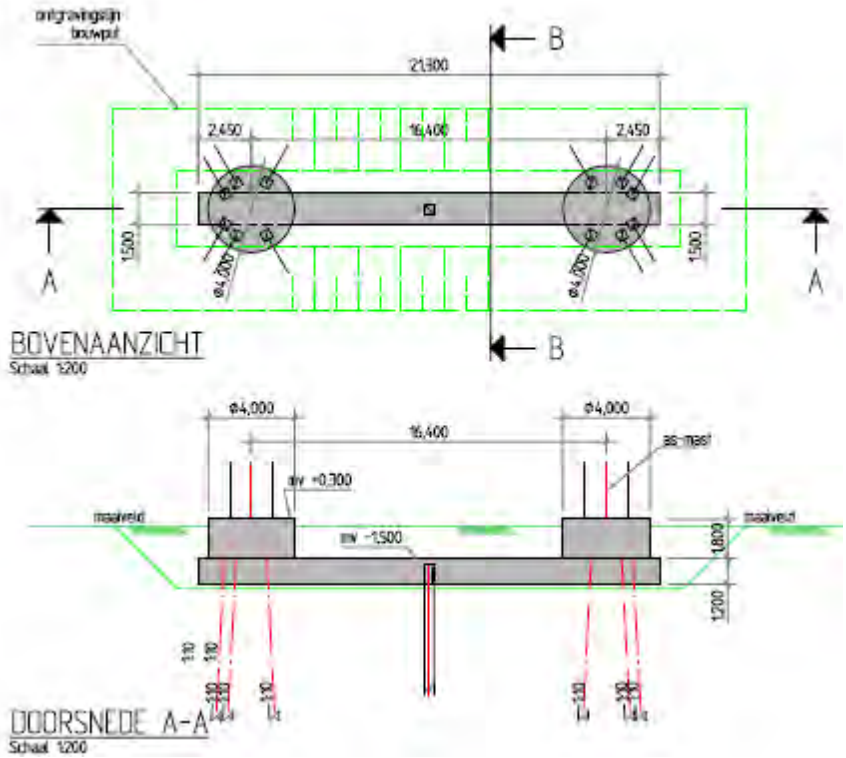
Toegepast bij masttype:
- W2S400 + 5
- W2S350 + 5
- W2S400A+10



1.1.2. FUNDATIETYPE B

Toegepast bij masttype:
- W4S400Z + 5
- W2S400 + 24
- W2S400 + 24
- W4S400Z + 14

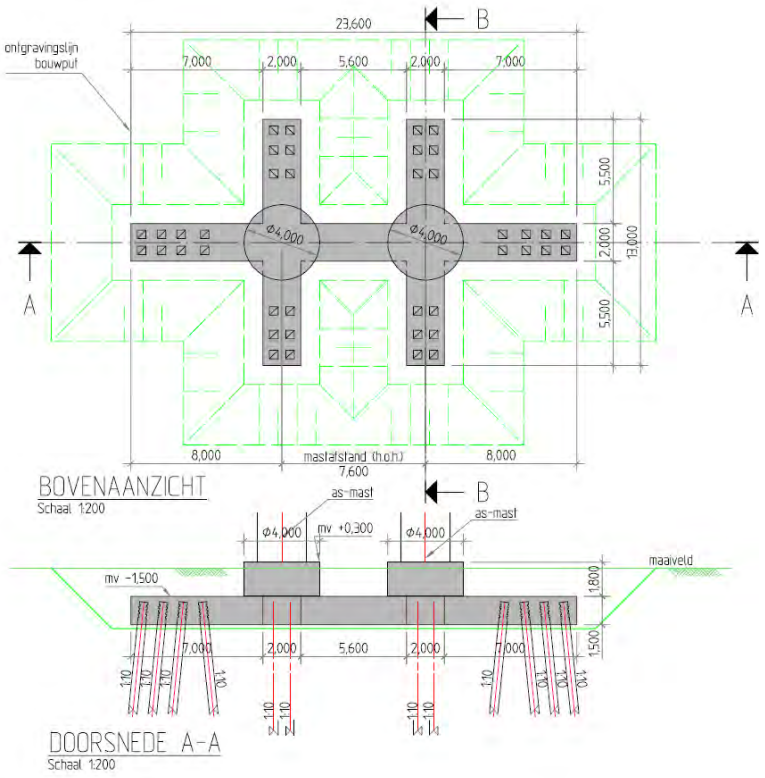
Opm: verschil met type A is diameter opstort.



1.1.3. FUNDATIETYPE C

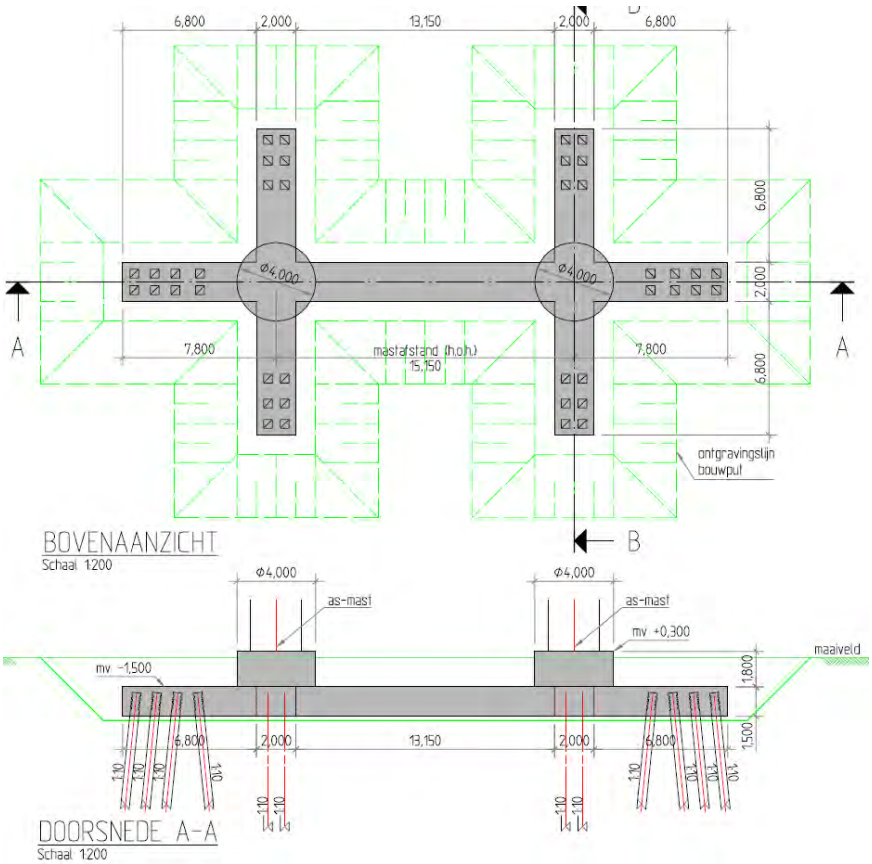
Toegepast bij masttype:
- W2H400 + 5
- W2H400 + 5
- W2H400 + 10
- W2H400 + 10 mast 133
- W2H400 + 15

Opm: mast 133 was in de oude nummering mast 82.



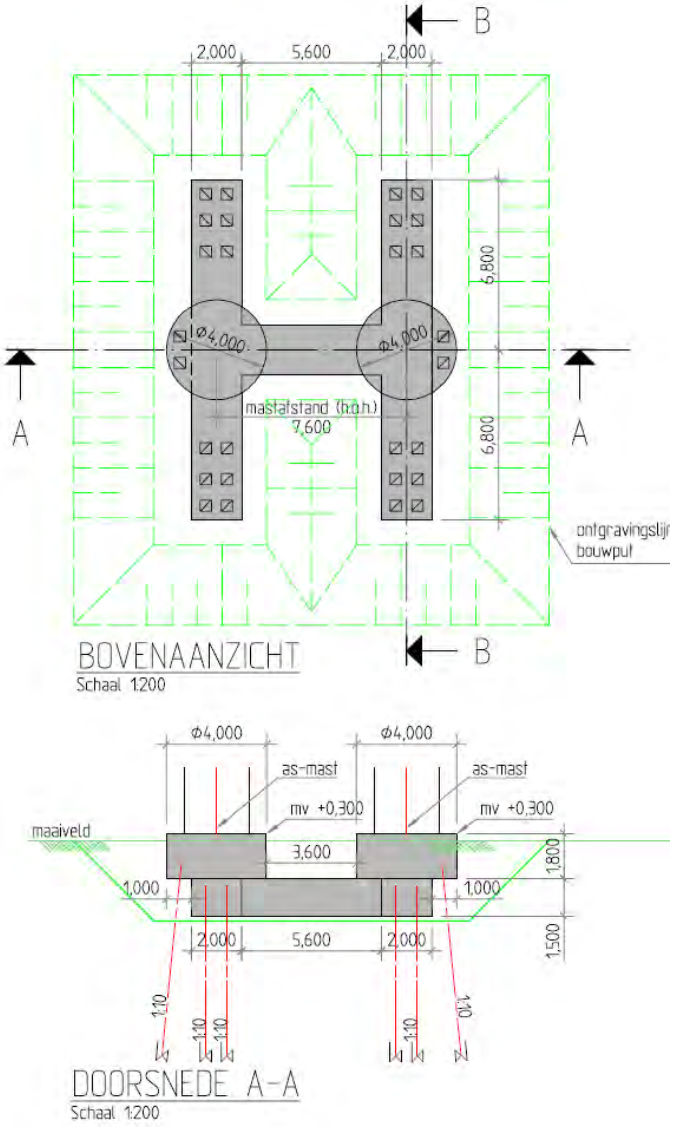
1.1.4. FUNDATIETYPE D

Toegepast bij masttype:
- W4H400Z + 5 (Afstap 150kV)
- W4H400Z +10 (Afstap 150kV)

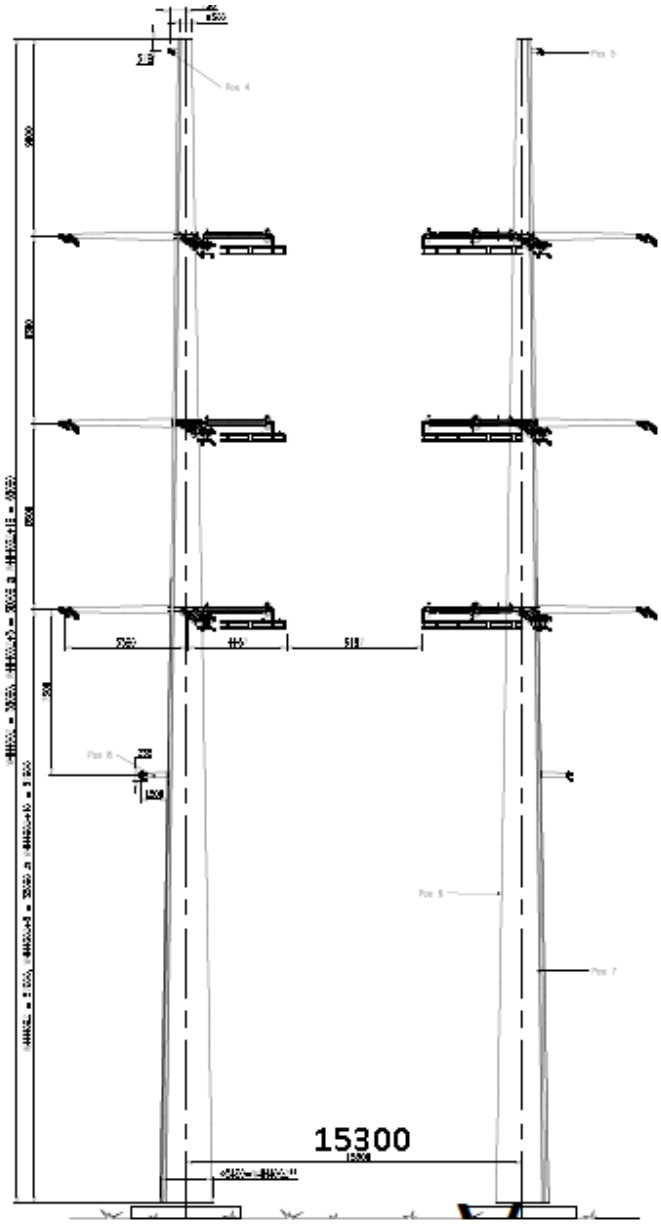


1.1.5. FUNDATIETYPE F

Toegepast bij masttype:
- W2E350 + 5
- W2E400
- W2E350



1.2. MASTBEELD BIJ FUNDATIE TYPE D



De h.o.h. afstand van de masten bedraagt 15300 mm i.p.v. de in de berekening aangehouden 15150mm. Dit kleine verschil heeft voor de berekening geen invloed

1.3. GERELATEERDE DOCUMENTEN

R3N-OWN-0001 Ontwerpnota Systeem Noordring
R3N-OWR-0003 Constructieberekening mastfundaties type A
R3N-OWR-0004 Constructieberekening mastfundaties type B
R3N-OWR-0005 Constructieberekening mastfundaties type C
R3N-OWR-0006 Constructieberekening mastfundaties type D
R3N-OWR-0007 Constructieberekening mastfundaties type F
R3N-OWR-0008 Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties
R3N-OWR-0033 Bepaling belastingen mastfundaties
R3N-OWR-0039 Bemalingsadvies beheersgebied Rijnland
R3N-OWR-0040 Bemalingsadvies beheersgebied Schieland en de Krimpenerwaard

1.4. OPENSTAANDE PUNTEN

De volgende punten dienen in een latere fase nader uitgewerkt te worden:

- Aarding, de wijze van aarden kan invloed hebben op de vermoeiing van het wapeningsstaal.
- Temperatuursinvloeden op fundering
- Model verbetyeren d.m.v. dummy elementen aan bovenzijde palen
- Invloed krimp op fundering
- Optimalisatie wapening
- Optimalisatie palen
- Detailontwerp prefab beton
- H.o.h. afstand masten aanpassen van 15150 naar 15300

1.5. REVISIEBEHEER

Dit is de 2e uitgave. Er zijn nog vrijwel geen grondgegevens beschikbaar. Dit rapport is een principe berekening. Toegevoegd zijn enkele betonberekeningen.

Aangepast in 3e uitgave
Dit is de 3e uitgave. In deze revisie is toegevoegd:

- Mastbeeld toegevoegd,
- Nadere uitwerking milieuklasse
- Masttype W2H400 + 15 was in het overzicht zowel bij poer type C als D genoemd. Mast komt op type C.
- Masttype W2S400A+10 ontbrak in het overzicht. Toegevoegd bij poertype A
- Toelichting koppeling mast met fundatie

2. UITGANGSPUNTEN EN EISEN

2.1. UITGANGSPUNTEN

Op de funderingen worden de lasten geplaatst zoals afgeleid in document R3N-OWR-0033 'Bepaling belasting mastfundaties'. Deze zijn afgeleid van de mastberekeningen zoals door TenneT beschikbaar gesteld.

2.2. GEHANTEERDE NORMEN

De eurocode serie NEN-EN-1990tm1997 wordt gehanteerd

NEN-EN50341

2.3. EISEN

Voor de masten gelden specifiek onderstaande eisen:

- De fundamenten van de staalconstructies ten behoeve van de masten worden gedimensioneerd op een maximale vervorming van 0.005 RAD onder representatieve waarden van de belastingen.
- Tot 1,5 m diepte mag de straalomtrek van de fundering niet groter zijn dan 1,0 m meer dan de straal van de mast.
- De ZRO-breedte tussen de (schoor)paalpunten en andere ondergrondse constructies van de masten is maximaal 2x 22 m voor de 2x 380kV (solo) verbinding en 2 x 27 m voor de 2 x 150 kV/380 kV (combi) verbinding.
- Tolerantie van mastlocatie naar buiten is 10 cm, tolerantie naar binnen is 0 cm.

2.4. VERMOEIING

De aan te leggen fundamenten worden gedimensioneerd op een vermoeiingsbelasting. De wisseling van belasting komt uit wind. Het aantal en de grote van de wisselingen gedurende 50 jaar is bepaald conform de ROK. De toetsingsprocedure van de constructie conform NEN-EN 1992-1-1:2005

2.5. MATERIAALGEGEVENS

In onderstaande paragrafen worden de gehanteerde materiaaleigenschappen benoemd.

2.5.1. BETONKWALITEITEN

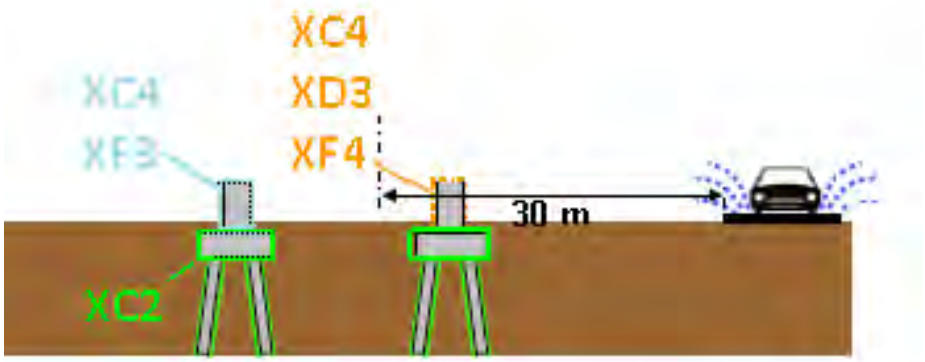
Voor het constructief beton worden bij de detaillering de volgende sterkteklassen aangehouden. De betonkwaliteit van de ronde opstort (C35/45) is voorgeschreven. Bij gescheurd beton wordt in eerste instantie gerekend met $E_{beton;gescheurd}$ = 1/3 $E_{beton;ongescheurd}$. Tevens is een 2 x zo hoge E-modulus beschouwd.

Onderdeel	Sterkteklasse	Elastisciteitsmodulus [N/mm²]		
		ongescheurd	Gescheurd lage E	Gescheurd matige E
in het werk gestort gewapend beton:	C30/37	31.000	11.000	22.000
in het werk gestort gewapend beton, ronde opstort	C35/45	33.500		
geprefabriceerd beton (U-bakken):	C35/45	33.500		
geprefabriceerd voorgespannen beton (palen):	C45/55	36.000		

Tabel 2.5.1-1 Betonkwaliteiten

2.5.2. MILIEUKLASSE

Voor de betondelen welke meer dan 1,0 m onder maaiveld liggen geldt milieuklasse XC2
Voor de hoger gelegen betondelen is de milieuklasse afhankelijk van de aanwezigheid van openbare wegen. De wegen naar de OSP's zullen niet gestrooid worden en bovendien nauwelijks bereden worden, waardoor het wegspatten van water met dooizouten niet aan de orde is. De afstanden in onderstaande schets geldt voor snelwegen, bij ander wegen zou deze eventueel kleiner kunnen.



2.5.3. BETONDEKKING

Betondekking conform NEN EN 1992-1-1:2011

$$c_{min} = \max \{c_{min,b};\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add};\ 10\ mm\} \qquad (4.2)$$

waarin:

$c_{min,b}$	is de minimumdekking op basis van de aanhechtingseisen, zie 4.4.1.2 (3);
$c_{min,dur}$	is de minimumdekking op basis van de milieu-omstandigheden, zie 4.4.1.2 (5);
$\Delta c_{dur,\gamma}$	is een aanvullende veiligheidsmarge, zie 4.4.1.2 (6);
$\Delta c_{dur,st}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van roestvast staal, zie 4.4.1.2 (7);
$\Delta c_{dur,add}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van aanvullende bescherming, zie 4.4.1.2 (8).

De verwachting is dat $c_{min;b}$ maatgevend wordt. Deze warade is afhankelijk van de staafdiameter, welk enog niet bekend is. Betondekking wordt in UO bepaald.

2.6. STAALKWALITEITEN

Voor het wapeningsstaal worden de volgende staalkwaliteiten aangehouden:

Omschrijving	Kwaliteit
betonstaal (staven)	B500 B

Tabel 2.5.2 Staalkwaliteiten

2.7. VEERCONSTANTE FUNDERINGSPALEN

De constructie wordt gefundeerd op prefab betonpalen. De palen worden horizontaal gesteund door de grond wat resulteert in een horizontale beddingconstante op de funderingspaal. Verticaal wordt de funderingspaal gesteund door een verticale puntveer. Beide veerconstanten zijn bepaald door de geotechnische adviseur in rapport R3N-OWR-0008.

In het model wordt gerekend met een vertivcale veerstijfheid van laag 60.000 kN/m en hoog 120.000 kN/m.

Voor de horizontale bedding worden onderstaande waarden aangehouden.

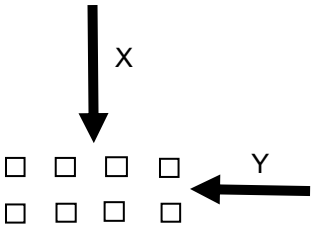
In de volgende tabellen worden deze gereduceerde beddingsconstanten gepresenteerd.

X-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	[m+ NAP]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
Veen	-1.6	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-2.7	500	1,200	300	600
Veen	-5.1	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-6.0	800	1,800	400	900
Veen	-11.2	1,400	3,200	700	1,600
Zand	-12.1	13,600	30,600	6,900	15,600
Zand	-22.0	16,300	36,700	8,300	18,700

Tabel 6 Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de X-richting

Y-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	[m+ NAP]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
Veen	-1.6	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-2.7	400	900	200	400
Veen	-5.1	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-6.0	600	1,300	300	700
Veen	-11.2	1,000	2,300	500	1,200
Zand	-12.1	9,800	22,100	5,000	11,300
Zand	-22.0	11,800	26,500	6,000	13,500

Tabel 7 Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de Y-richting



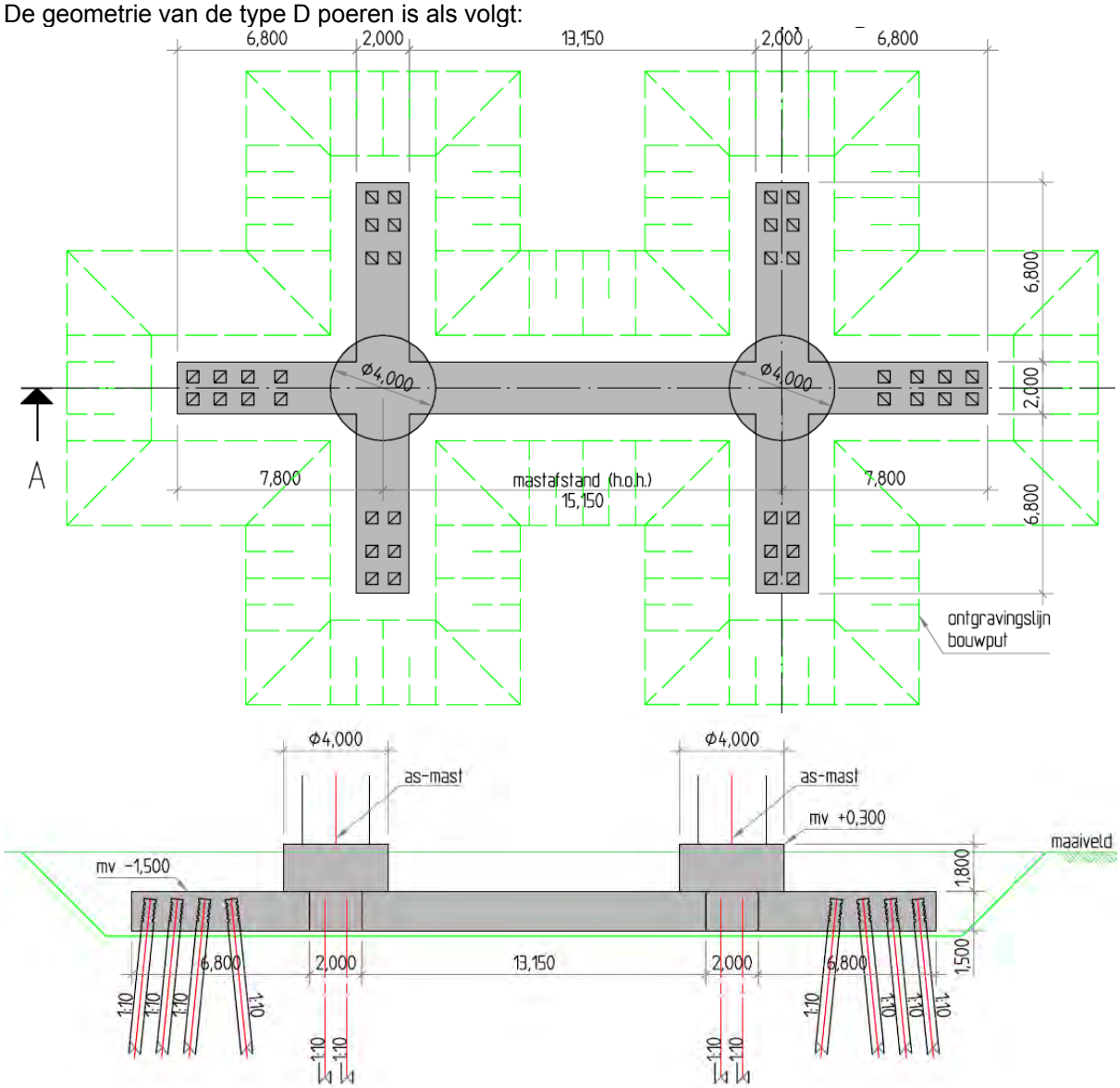
Figuur 3 - Horizontale beddingsconstanten per belastingsrichting

Voor alle richtingen is steeds de lage waarde van de beddingsconstante in Y-richting aangehouden.

3. BEREKENING POER TYPE D

3.1. GEOMETRIE

De geometrie van de type D poeren is als volgt:



3.2. BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES

3.2.1. BELASTINGSFACTOREN

De belasting uit de poeren bestaat vooral uit lasten uit de mast cq lijnen. Deze lasten zijn, incl. partiële factoren gegeven door de opdrachtgever op basis van een rapport van KEMA (zie ons rapport R3N-OWR-0033).

Daarnaast zijn er lasten op de poeren zelf. Hiervoor geldt dat vergelijking 6.10 b van de EN 1990 maatgevend is. Gecombineerd met CC3 gelden de volgende partiële factoren:

γ_G (ongunstig)	=	1,3	
γ_G (gunstig)	=	0,9	(zie §3.2.2, op eigen gewicht fundering wordt factor 0,54 toegepast)
γ_Q	=	1,65	

Opm: De meeste lasten zijn door de klant incl de factoren gegeven. Bovenstaande factoren hebben dus alleen invloed op het eigen gewicht , grond en belastingen op maaiveld.

3.2.2. BELASTINGSGEVALLEN

Eigengewicht poer
Eigen gewicht van de betonconstructie wordt gegenereerd in het model. Er wordt gerekend met een eigengewicht voor beton van 2500 kg/m^3.

Omdat er ook trek op de palen komt, is eigen gewicht al snel een gunstige belasting (druk eenvoudiger op te nemen dan trek). Indien de poer zich onderwater bevindt zal er een opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van het verplaatste water op de poer aanwezig zijn. Het effectieve gewicht van de poer reduceert hierdoor tot 1500 kg/m^3. Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 1350 kg/m^3. In totaal bedraagt de factor dan dus 1350/2500 = 0,54.

Eigen gewicht grond op poer
Op de poer ligt 1,5 m grond. Indien het grondwater lager ligt, is de last:

1,5 * 17 = 25,5 kN/m^2

Bij waterstand gelijk aan 0,5m onder maaiveld niveau is de last:

0,5 * 17 + 1,0 * (17-10) = 15,5 kN/m^2

Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 13,95 kN/m^2. In totaal bedraagt de factor dan dus 13,95/25,5 = 0,54.

Reken met droge grond en pas een partiële factor van 0,54 op eigen gewicht poer en grond toe in het geval deze gunstig werken.

Belastingen uit de mast
Zie rapport 'Afleiding belasting uit masten' (§0).

Er wordt gerekend met de volgende, donker aangegeven ULS en SLS lasten uit het rapport. De overige lasten zijn met deze gevallen afgedekt.

Voor het variabele deel dat zijn oorsprong vindt in wind, wordt gerekend met

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,6	0,2	0

ULS Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4H400Z+5	90 deg	3	0	44494	1133	0	1119
W4H400Z+5	45 deg	1a	16697	31259	749	436	799
W4H400Z+5	45 deg	3	24827	13896	943	780	434
W4H400Z+5	90 deg	1a	-9505	20923	970	-260	683
W4H400Z+5	90 deg	3	-11374	20604	992	-318	663
W4H400ZA+5	90 deg	1a	7658	15619	986	188	421
W4H400ZA+5	90 deg	3	7995	10376	1111	197	264
W4H400ZA+5	-45 deg	1a	9456	9314	986	259	254
W4H400ZA+5	90 deg	1a	5652	10385	986	139	292
W4H400ZA+5	90 deg	3	6162	8221	1014	152	212
W4H400ZA+5	90 deg	3	35215	4924	943	880	130

W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	1a	6367	23846	1084	137	570
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	43362	18257	1190	951	415
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	1a	3804	12106	971	115	390
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	4371	10353	995	132	324
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	27696	6071	948	865	191

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4H400Z+5	0 deg	1b	2098	23277	832	77	603
W4H400Z+5	45 deg	1a	9556	27308	832	259	700
W4H400Z+5	90 deg	3	2098	36338	922	77	931
W4H400ZA+5	0 deg	1b	6590	4113	821	188	126
W4H400ZA+5	45 deg	1b	6564	4721	821	187	141
W4H400ZA+5	90 deg	1a	7976	10768	821	221	289
W4H400ZA+5	90 deg	3	8480	8911	905	234	243
W4H400ZA+5	-45 deg	1b	6065	4732	821	190	141
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	0 deg	1b	7912	8572	896	205	219
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	1a	7700	16972	902	198	403
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	9134	15504	972	231	372
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	-45 deg	1a	9410	11965	898	253	293

Belastingen op maaiveld

Op het maaiveld wordt gerekend met een verdeelde last van 10 kN/m^2 . Er is geen stempellast op de fundering voorzien. Echter, door spreiding van een puntlast over een diepte van 1,5 m, zal een lastvlak van 2 (breedte balk) x 3 (2*1,5) = 6 m^2 ontstaan, waardoor bij 10 kN/m^2 dus ook een puntlast van 60 kN toelaatbaar is.

Voor deze belastingen wordt in de combinatie gerekend met

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,7	0,5	0,3

Belasting t.g.v. temperatuurvariaties in fundering

N.t.b.

Belasting t.g.v. krimp

N.t.b.

3.2.3. BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties in ULS conform vergelijking 6.10b van NEN EN 1990, waarbij:

0,7 * 1,65 = 1,16

En de belastingsfactoren voor de last uit de masten reeds in de ingevoerde belasting is meegenomen (factor 1,0 toegepast)

ULS	Combinatie												
BG	Omschrijving	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Eigen gewicht	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
2	Grond	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
3	Belasting mast ULS 1	1,0		0,6		1,0		-1,0		-0,6		-1,0	
4	Belasting mast ULS 2		1,0		0,6		1,0		-1,0		-0,6		-1,0
7	Belasting op maaiveld	1,16	1,16	1,65	1,65			1,16	1,16	1,65	1,65		

SLS							
Belastinggeval	Omschrijving	Combi 7	Combi 8	Combi 9	Comb i 10	Combi 11	Combi 12
5	Eigen gewicht	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
6	Grond	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
5	Belasting mast SLS 1	1,0		0,6		1,0	
6	Belasting mast SLS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	0,7	0,7	1,0	1,0		

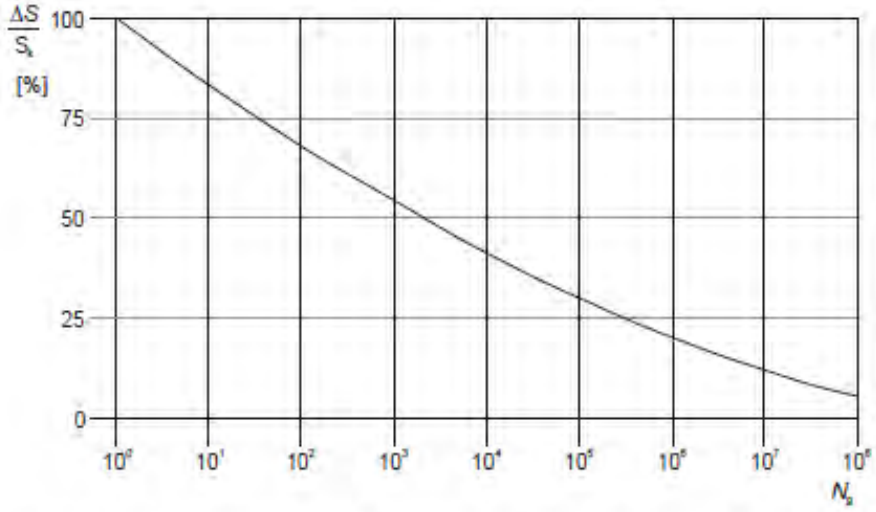
SLS	Combinatie												
BG	Omschrijving	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Eigen gewicht	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
2	Grond	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
5	Belasting mast SLS 1	1,0		0,6		1,0		-1,0		-0,6		-1,0	
6	Belasting mast SLS 2		1,0		0,6		1,0		-1,0		-0,6		-1,0
7	Belasting op maaiveld	0,7	0,7	1,0	1,0			0,7	0,7	1,0	1,0		

3.3. WISSELENDE BELASTINGEN EN VERMOEIING

Door de wisselende belastingen van wind dient belasting door vermoeiing te worden meegenomen. Bij vermoeiing is het aantal wisselingen en de grootte van de wisseling van belang. In de NEN-EN 1991-1-4:2005 is in bijlage B.3 een figuur opgenomen waarin de verhouding tussen de grootte van de windlast en het aantal keren dat deze optreedt weergegeven.

B.3 Aantal belastingen voor dynamische respons

(1) Figuur B.3 geeft het aantal keren N_g dat de waarden ΔS van een windeffect worden bereikt of overschreden gedurende een periode van 50 jaar. ΔS wordt uitgedrukt in percentage van de waarde S_k, waar S_k het effect is van een windbelasting met een herhalingstijd van 50 jaar.



Figuur B.3 — Aantal windvlaagbelastingen N_g voor een effect $\Delta S/S_k$ gedurende een herhalingstijd van 50 jaar

De relatie wordt omschreven met de volgende uitdrukking

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0{,}7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17{,}4 \cdot \log(N_g) + 100 \qquad \text{(B.9)}$$

Bij vermoeiing wordt bij een bepaald spanningsniveau het aantal wisselingen op dit spanningsniveau bepaald en vervolgens wordt dit vergeleken met het aantal toelaatbare wisselingen op dat spanningsniveau. Door dit voor de voorkomende spanningsniveaus te doen is de weerstand tegen vermoeiing te controleren.

In de ROK van RWS is bovenstaande verdeling gediscretiseerd tot onderstaande tabel:

Tabel 5-1: Aantal wisselingen per windbelasting (referentieperiode 50 jaar)

ΔS / S_k (%)	n
100	1
98	1
90	8
75	90
61	900
48	9000
36	90000
25	900000
16	9000000
9	90000000

Van beton en wapeningsstaal is bekend hoeveel wisselingen bij een bepaald spanningsniveau toelaatbaar zijn. S_K is de spanning met een herhalingstijd van 50 jaar (de spanning waarop de constructie ontworpen is).

Met bovenstaande gegevens is te bepalen welke maximale spanning t.g.v. wind eens in de 50 jaar toelaatbaar is opdat de constructie ook voldoende weerstand tegen vermoeiing heeft.

Wapening
De totale schade van de belastingen dient volgens de beschadigingsregel van Miner kleiner dan 1 te zijn.
De toetsingsprocedure per wisseling conform NEN-EN 1992-1-1:2005, §6.8.4:
Voor de wapening is gekeken naar de toelaatbare spanning voor:

- Rechte staven
- Staven gebogen met een doordiameter 2,5*D
- Gelaste staven

Er volgt (zie berekening hieronder) dat voor gewone rechte staven er geen beperking is, echter gebogen of gelaste staven hebben de volgende spanningsbeperking

Buigdoorn 2,5ø → 244 N/mm^2
Buigdoorn 5ø → 283 N/mm^2
Gelaste staven → 317 N/mm^2

Omdat bij de toetsing van vermoeiing een ULS toestand met veiligheid 1,0 wordt getoetst, is de spanning altijd minimaal een factor van ca. 1,3 lager dan de normale ULS toestanden.

Bij een toelaatbare spanning van 435 N/mm^2 in ULS volgt bij toetsing op vermoeiing een spanning van maximaal 335 N/mm^2. De toelaatbare spanningen bij vermoeiing zijn nog iets lager. Hier dient in de detaillering rekening mee gehouden te worden. Een toetsing achteraf zal volstaan.

Rechte staven

maximale gebruiksspanning			435	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			162,5	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	435	7275	0,000137
1	98	426	8048	0,000124
8	90	392	12320	0,000649
90	75	326	30656	0,002936
900	61	265	86133	0,010449
9000	48	209	285505	0,031523
90000	36	157	1394937	0,064519
900000	25	109	37137862	0,024234
9000000	16	70	2061565470	0,004366
90000000	9	39	365674259232	0,000246
			Totale schade	**0,139183665**

Staven gebogen met doorndiameter 2,5*D

maximale gebruiksspanning			244	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			67,4	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	244	1613	0,000620
1	98	239	1784	0,000560
8	90	220	2731	0,002929
90	75	183	6796	0,013243
900	61	149	19095	0,047134
9000	48	117	63292	0,142197
90000	36	88	266714	0,337440
900000	25	61	2466861	0,364836
9000000	16	39	136938283	0,065723
90000000	9	22	24289699180	0,003705
			Totale schade	**0,978388484**

Staven gebogen met doorndiameter 5*D

maximale gebruiksspanning			283	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			78,0	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	283	1591	0,000629
1	98	277	1760	0,000568
8	90	255	2694	0,002970
90	75	212	6702	0,013428
900	61	173	18832	0,047792
9000	48	136	62422	0,144181
90000	36	102	263044	0,342148
900000	25	71	2406099	0,374050
9000000	16	45	133565305	0,067383
90000000	9	25	23691410595	0,003799
			Totale schade	**0,996946687**

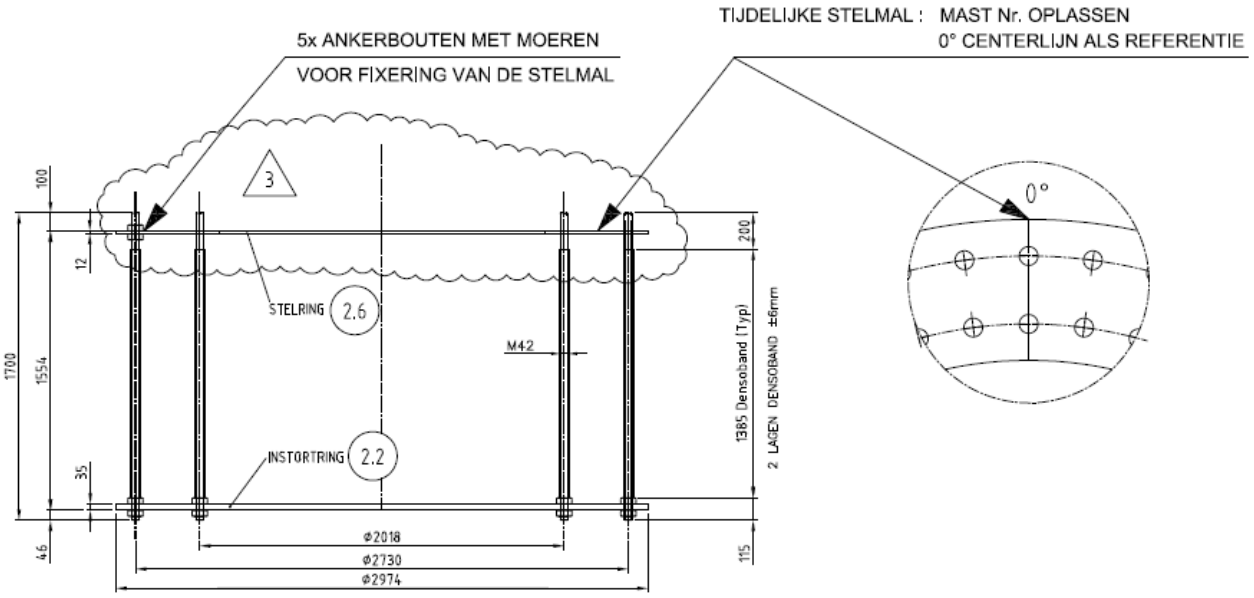
Gelaste staven

maximale gebruiksspanning			317	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			58,5	
		k1	3	
		k2	5	
		N*	1,00E+07	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	317	62848	0,000016
1	98	311	66775	0,000015
8	90	285	86211	0,000093
90	75	238	148972	0,000604
900	61	193	276886	0,003250
9000	48	152	568285	0,015837
90000	36	114	1347046	0,066813
900000	25	79	4022257	0,223755
9000000	16	51	20411885	0,440920
90000000	9	29	362468668	0,248297
			Totale schade	**0,999600179**

4. VERBINDING MAST-FUNDERING

De masten worden verbonden met de fundering d.m.v. een ingestorte ankerkooi. Een ankerkooi is hieronder weergegeven



DETAIL VERANKERING

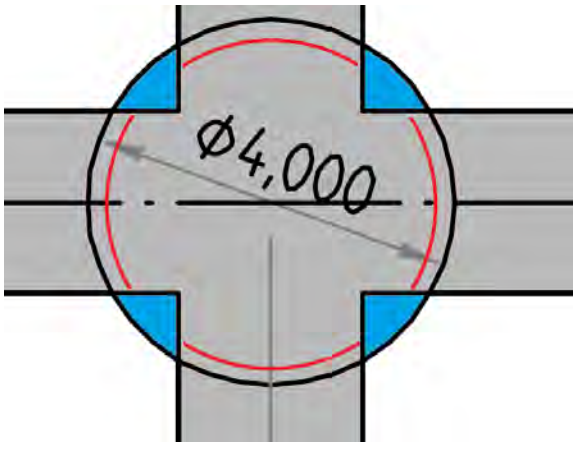
NOTA : ALLE RESTERENDE MOEREN EN ONDERLEGRINGEN WORDEN LOS MEEGELEVERD

Prepared by: LV Revision: 3 Date: 5-7-2011	Material: – Quantity: 2 Equipm. no.: W4E350	**VDL KTI**	Project No.: 36002 Workprep. No.: Pos. No.: ANKERKOOI

De ankers en platen zijn berekend door Volker Infra Design bij het ontwerp van de masten. De ankerkooi bevindt zich in de ronde opstort. De ronde opstort is d.m.v. stekken verbonden met de kruisvormige balken.

4.1. CONTROLE RONDE OPSTORT

De ronde opstort bevat het ankerpakket. Dit ankerpakket verschilt per masttype. De ronde opstort is op het kruisvormige balkrooster geplaatst. Hierdoor is de verbinding met de onderbouw niet continue. In de blauwe gebieden is geen verbinding.

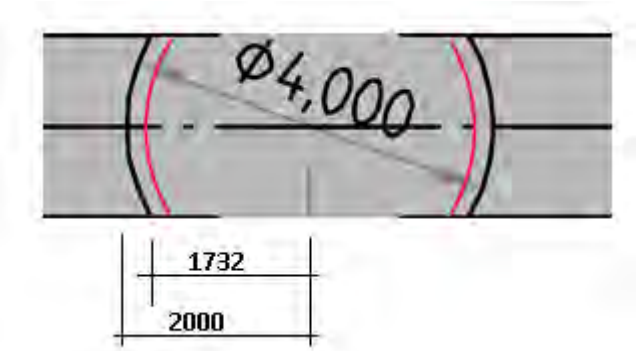


Bij de opstort is alleen de belasting uit de mast van toepassing

De diameter bij de voet van de mast is 2579 en 2758 mm. De belasting uit de mast wordt door de ankers aan de binnen en buitenzijde van de mast centrisch onder de mastwand ingeleid. In deze berekening wordt de mast met de kleinste basis beschouwd (2579mm)

De opstort wordt uitgevoerd in C35/45.

Voor opname van het moment, verwaarloos in de beschouwing het deel van de opstort dat niet boven de balken zit.



Opname horizontale belasting gelijkmatig over de 4 segmenten verdeelt.
In de berekening wordt de ronding verwaarloosd en een maat van 2x1800 = =3600 lang aangehouden.

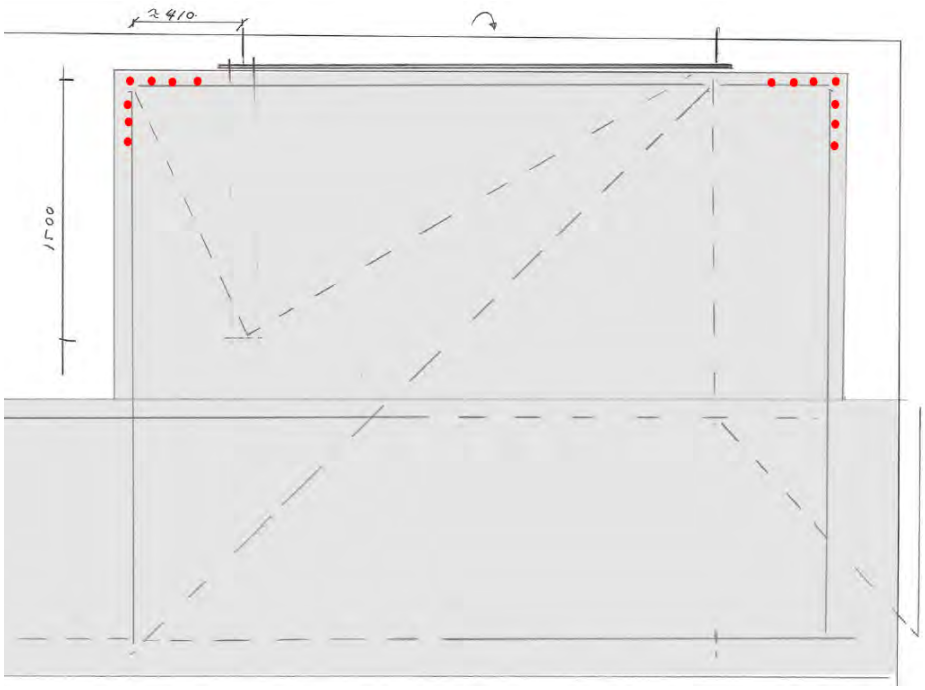
Wapening ronde opstort :
M_d = 43362 kNm
d= (0,5* 2579) + 1800-50-16-40= 2980 mm
z ≈ 2700 mm
$N_{d;trek}$ = 16060 kN
$A_{s;d}$ = 16060*10^3 / 435 = 36920 mm^2
Kies 36ø40 = 45238 mm^2
In 2 lagen. Staafafstand:
Balk 2000 mm breed, - 2x100 mm wand = 1800 mm, 18 staven per laag → h.o.h. 100 mm

Toetsing verticale wapening in SLS
$M_{rep;max}$ = 36338 kNm
Staalspanning 36338/43362 * 36920/45238 * 435 = 297 N/mm^2
Conform tabel 7.3N NEN-EN 1992-1-1 geldt bij w_k=0,3mm en h.o.h. 100 mm een toelaatbare spanning van 320 N/mm^2 > 297 N/mm^2, ok

Verankeringslengte (NEN-EN 1992-1-1 §8.4) – in funderingsbalk
$f_{bd;C30/35}$ = 2,25 * 1 * (132-40)/100 * 1,3 = 2,69
$L_{b;rqd}$ = 40/4 * 297/2,69 = 1105 mm
l_{bd} = 1 * 0,7 * 1 *1 * 1 * 1105 = 774 mm

In opstort loopt de staaf door tot bovenzijde. De staaf wordt “gelast” aan het anker, waarbij het anker alle last vanaf de verankeringsplaat in de constructie invoert. Controleer als normale overlapping, conservatief.
Anker zit 1500 mm diep, afstand van anker tot wapeningsstaaf is ca 430 mm. Benodigde overlapping:
$f_{bd;C35/45}$ = 2,25 * 1 * (132-40)/100 * 1,46 = 3,02
$L_{b;rqd}$ = 40/4 * 297/3,02 = 984 mm
l_0 = 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 984 = 984
Verhoogt lengte l_0 met tussenafstand van 430 mm, volgt benodigde lengte 1414 mm. ok

Horizontale wapening bovenzijde opstort



Bepaal spanning bovenzijde met vakwerkmodel. Anker (links) geeft drukdiagonaal welke in bovenvlak evenwicht maakt. Bij verticale last van 16060 kN volgt horizontaal 16060/1500*410 = 4400 kN.
A_{sd} = 4400*10^3 / 435 = 10115 mm^2
Bovenzijde afwapenen met ø25-100 op 2 m breedte dus 21 staven aanwezig is 10290 mm^2. Daarnaast wordt er nog rondlopende wapening bovenin de opstort geplaatst. Pas hiervoor 7 ø20 toe (3 verticaal, 3 horizontaal 1 in de hoek, zie rode stippen in bovenstaande schets). Dit geeft 2 x7ø20 = 4396 mm^2 extra wapening

Toetsing horizontale wapening in SLS (last is gevolg van moment
Staalspanning 36338/43362 * 10115/(10290+4396) * 435 = 251 N/mm^2
Conform tabel 7.3N NEN-EN 1992-1-1 geldt bij w_k=0,3mm en h.o.h. 100 mm een toelaatbare spanning van 320 N/mm^2 > 251 N/mm^2, ok

Flankwapening n.t.b.

4.2. BEREKENING FUNDERING

De poer is ingevoerd in een SCIA engineer model.

Er zijn 2 modellen gedraaid:

Model 1: Lage gescheurde E modulus
Model 2: Matige gescheurde E modulus

5. BIJLAGEN

Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde

Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – matige E-waarde

BIJLAGE 1 UITVOER SCIA ENGINEER – LAGE E-WAARDE

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	4
8. Subregio	4
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	5
11. Belastingsgevallen	11
11.1. Belastingsgevallen - BG1	11
11.1.1. Belasting grafisch	11
11.2. Belastingsgevallen - BG2	11
11.2.1. Vrije oppervlakte last	11
11.2.2. Genereer vrije lasten	12
11.2.3. Belasting grafisch	12
11.3. Belastingsgevallen - BG3	12
11.3.1. Vrije puntmomenten	12
11.3.2. Genereer vrije lasten	13
11.3.3. Belasting grafisch	13
11.4. Belastingsgevallen - BG4	13
11.4.1. Vrije puntmomenten	14
11.4.2. Genereer vrije lasten	14
11.4.3. Belasting grafisch	15
11.5. Belastingsgevallen - BG5	15
11.5.1. Vrije puntmomenten	15
11.5.2. Genereer vrije lasten	15
11.5.3. Belasting grafisch	16
11.6. Belastingsgevallen - BG6	16
11.6.1. Vrije puntmomenten	16
11.6.2. Genereer vrije lasten	17
11.6.3. Belasting grafisch	17
11.7. Belastingsgevallen - BG7	17
11.7.1. Lasten op oppervlak	17
11.7.2. Belasting grafisch	18
12. Combinaties	18
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	19
14. Verplaatsing van knopen SLS 2	19
15. Reacties	19
16. 2D element - Interne krachten; mxD+	20
17. 2D element - Interne krachten; mxD-	20
18. 2D element - Interne krachten; myD+	21
19. 2D element - Interne krachten; myD-	21
20. 2D element - Interne krachten; vx	22
21. 2D element - Interne krachten; vy	22

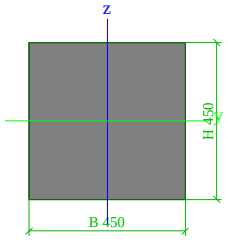
2. Overzicht

3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	1,1000e+04	0,2	4,5833e+03	0,00	30,00
C35/45	Beton	2500,0	3,4100e+04	0,2	1,4208e+04	0,00	35,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C35/45	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	0,000	0,000
K2	0,000	2,000	0,000
K3	6,800	2,000	0,000
K4	6,800	8,800	0,000
K5	8,800	8,800	0,000
K6	8,800	2,000	0,000
K7	21,950	2,000	0,000
K8	21,950	8,800	0,000
K9	23,950	8,800	0,000
K10	23,950	2,000	0,000
K11	30,750	2,000	0,000
K12	30,750	0,000	0,000
K13	23,950	0,000	0,000
K14	23,950	-6,800	0,000
K15	21,950	-6,800	0,000
K16	21,950	0,000	0,000
K17	8,800	0,000	0,000
K18	8,800	-6,800	0,000
K19	6,800	-6,800	0,000
K20	6,800	0,000	0,000
K21	5,800	1,000	0,000
K23	20,950	1,000	0,000
K25	6,800	-0,732	0,000
K26	8,800	-0,732	0,000
K27	7,800	-1,000	0,000
K28	9,516	0,000	0,000
K29	9,532	2,000	0,000
K30	9,800	1,000	0,000
K31	8,800	2,732	0,000
K32	6,800	2,732	0,000
K33	7,800	3,000	0,000
K34	6,065	2,000	0,000
K35	6,068	0,000	0,000
K36	21,950	-0,732	0,000
K37	23,950	-0,732	0,000
K38	22,950	-1,000	0,000
K39	24,682	0,000	0,000
K40	24,682	2,000	0,000
K41	24,950	1,000	0,000
K42	23,950	2,732	0,000
K43	21,950	2,732	0,000
K44	22,950	3,000	0,000
K45	21,257	2,000	0,000
K46	21,218	0,000	0,000
K47	0,500	0,500	0,000
K48	-1,700	0,500	-22,000
K49	1,700	0,500	0,000
K50	-0,500	0,500	-22,000
K51	2,900	0,500	0,000
K52	2,900	0,500	-22,000
K53	4,100	0,500	0,000
K54	6,300	0,500	-22,000
K55	-1,700	1,500	-22,000
K56	-0,500	1,500	-22,000
K57	2,900	1,500	-22,000
K58	6,300	1,500	-22,000
K59	0,500	1,500	0,000
K60	1,700	1,500	0,000
K61	2,900	1,500	0,000
K62	4,100	1,500	0,000
K63	24,450	0,500	-22,000
K64	27,850	0,500	-22,000
K65	31,250	0,500	-22,000
K66	24,450	1,500	-22,000
K67	27,850	1,500	-22,000
K68	31,250	1,500	-22,000
K69	26,650	0,500	0,000
K70	27,850	0,500	0,000
K71	29,050	0,500	0,000
K72	26,650	1,500	0,000
K73	27,850	1,500	0,000
K74	29,050	1,500	0,000
K75	32,450	0,500	-22,000
K76	32,450	1,500	-22,000
K77	30,250	0,500	0,000
K78	30,250	1,500	0,000
K81	7,300	-8,500	-22,000
K82	7,300	-5,300	-22,000
K85	7,300	-5,300	0,000
K86	7,300	-6,300	0,000
K87	8,300	-8,500	-22,000
K88	8,300	-5,300	-22,000
K89	8,300	-6,300	0,000
K90	8,300	-5,300	0,000
K91	7,300	-1,900	-22,000
K92	8,300	-1,900	-22,000
K93	7,300	-4,100	0,000
K94	8,300	-4,100	0,000
K95	22,475	10,500	-22,000
K96	23,475	10,500	-22,000
K97	22,475	3,900	-22,000
K98	22,475	7,100	-22,000
K99	23,475	3,900	-22,000
K100	23,475	7,100	-22,000
K101	22,475	6,100	0,000
K102	22,475	7,100	0,000
K103	23,475	6,100	0,000
K104	23,475	7,100	0,000
K105	22,475	8,300	0,000
K106	23,475	8,300	0,000
K107	22,450	-8,500	-22,000
K108	22,450	-5,300	-22,000
K109	23,450	-8,500	-22,000
K110	23,450	-5,300	-22,000
K111	22,450	-1,900	-22,000
K112	23,450	-1,900	-22,000
K113	22,450	-6,300	0,000
K114	22,450	-5,300	0,000
K115	23,450	-6,300	0,000
K116	23,450	-5,300	0,000
K117	22,450	-4,100	0,000
K118	23,450	-4,100	0,000
K131	7,325	6,100	0,000
K132	7,325	3,900	-22,000
K133	7,325	7,100	0,000
K134	7,325	7,100	-22,000
K135	8,325	6,100	0,000
K136	8,325	3,900	-22,000
K137	8,325	7,100	0,000
K138	8,325	7,100	-22,000
K139	7,325	8,300	0,000
K140	7,325	10,500	-22,000
K141	8,325	8,300	0,000
K142	8,325	10,500	-22,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S1	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K47	K48	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S2	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K49	K50	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S3	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K51	K52	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S4	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K53	K54	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S5	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K59	K55	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S6	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K60	K56	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S7	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K61	K57	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S8	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K62	K58	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S9	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K69	K63	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S10	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K70	K64	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S11	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K71	K65	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S12	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K72	K66	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S13	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K73	K67	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S14	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K74	K68	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S15	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K77	K75	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S16	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K78	K76	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S19	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K86	K81	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S20	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K85	K82	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S21	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K89	K87	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S22	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K90	K88	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S23	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K93	K91	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S24	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K94	K92	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S25	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K101	K97	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S26	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K102	K98	Algemeen (0)	standaard	Laag1

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S27	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K103	K99	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S28	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K104	K100	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S29	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K105	K95	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S30	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K106	K96	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S31	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K113	K107	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S32	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K114	K108	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S33	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K115	K109	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S34	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K116	K110	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S35	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K117	K111	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S36	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K118	K112	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S43	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K131	K132	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S44	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K133	K134	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S45	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K135	K136	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S46	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K137	K138	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S47	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K139	K140	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S48	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K141	K142	Algemeen (0)	standaard	Laag1

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E1	C30/37	1500	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio1	E1	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Midden	900		3300	K20	Lijn
					K25	Cirkelboog
					K27	
					K26	Lijn
					K17	Lijn
					K28	Cirkelboog
					K30	
					K29	Lijn
					K6	Lijn
					K31	Cirkelboog
					K33	
					K32	Lijn
					K3	Lijn
					K34	Cirkelboog
					K21	
					K35	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio2	E1	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Midden	900		3300	K16	Lijn
					K36	Cirkelboog
					K38	
					K37	Lijn
					K13	Lijn
					K39	Cirkelboog
					K41	
					K40	Lijn
					K10	Lijn
					K42	Cirkelboog
					K44	
					K43	Lijn
					K7	Lijn
					K45	Cirkelboog
					K23	
					K46	Lijn

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn1	K48	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K50	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K52	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	K54	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn5	K55	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn6	K56	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn7	K57	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn8	K58	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K81	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn10	K82	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn11	K87	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn12	K88	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn13	K91	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K92	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn15	K132	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn16	K134	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn17	K136	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn18	K138	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn19	K140	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn20	K142	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn21	K63	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn22	K64	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn23	K65	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn24	K66	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn25	K67	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn26	K68	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn27	K75	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn28	K76	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn29	K95	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn30	K96	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn31	K97	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn32	K98	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn33	K99	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn34	K100	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn35	K107	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn36	K108	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn37	K109	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn38	K110	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn39	K111	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn40	K112	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S1	Slb121 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S1	Slb81 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S1	Slb41 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S1	Slb161 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S1	Slb1 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb82 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb162 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb2 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb122 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb42 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb83 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb123 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb163 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb3 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb43 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S4	Slb124 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S4	Slb4 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S4	Slb84 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S4	Slb164 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S4	Slb44 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb45 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb165 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb85 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb125 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb5 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb46 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb86 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb126 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb6 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb166 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb7 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb87 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb167 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb47 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb127 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb8 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb128 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb88 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb48 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb168 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb129 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb89 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb49 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb9 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb169 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb10 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb50 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb90 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb170 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb130 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S11	Slb91 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S11	Slb131 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S11	Slb11 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S11	Slb51 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S11	Slb171 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb172 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb132 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb12 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb52 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb92 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb13 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb133 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb93 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb53 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb173 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb174 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb14 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb54 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb134 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb94 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb15 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb95 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb175 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb135 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb55 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb56 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb16 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb176 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb136 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb96 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb137 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb97 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb177 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb57 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb17 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S20	Slb58 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S20	Slb98 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S20	Slb18 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S20	Slb138 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S20	Slb178 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb19 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb179 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb139 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb59 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb99 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb180 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb100 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb140 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb60 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb20 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb141 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb181 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb61 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb21 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb101 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb62 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb182 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb142 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb22 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb102 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb183 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb23 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb63 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb103 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb143 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb24 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb104 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb184 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb64 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb144 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S27	Slb145 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S27	Slb65 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S27	Slb185 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S27	Slb25 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S27	Slb105 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb66 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb26 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb106 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb186 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb146 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb27 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb187 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb107 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb67 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb147 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb68 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb28 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb108 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb188 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb148 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb189 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb149 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb29 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb109 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb69 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb110 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb150 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb190 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb70 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb30 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb191 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb31 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb111 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb151 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb71 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S34	Slb72 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S34	Slb32 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S34	Slb112 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S34	Slb152 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S34	Slb192 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb113 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb33 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb193 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb153 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb73 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb154 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb74 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb194 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb114 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb34 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb115 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb195 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb75 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb35 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb155 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb196 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb36 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb156 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb76 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb116 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb37 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb197 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb157 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb77 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb117 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb78 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb158 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb198 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb38 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb118 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb199 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb119 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb39 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb79 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb159 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

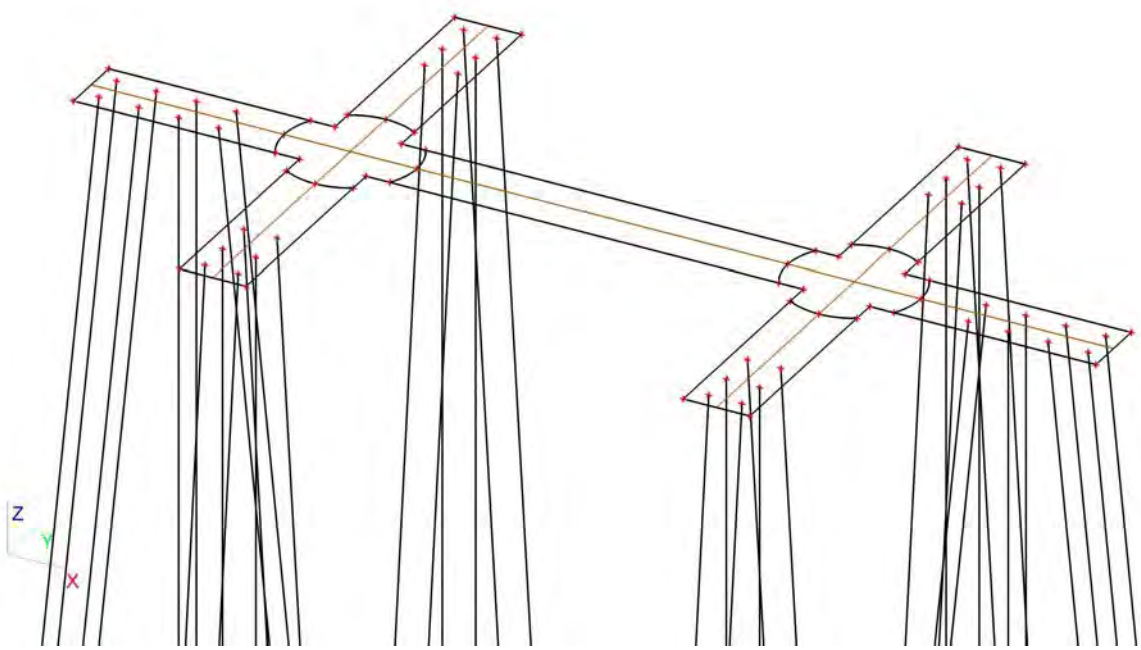
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S48	Slb200 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S48	Slb120 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S48	Slb80 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S48	Slb40 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S48	Slb160 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG1	Standaard

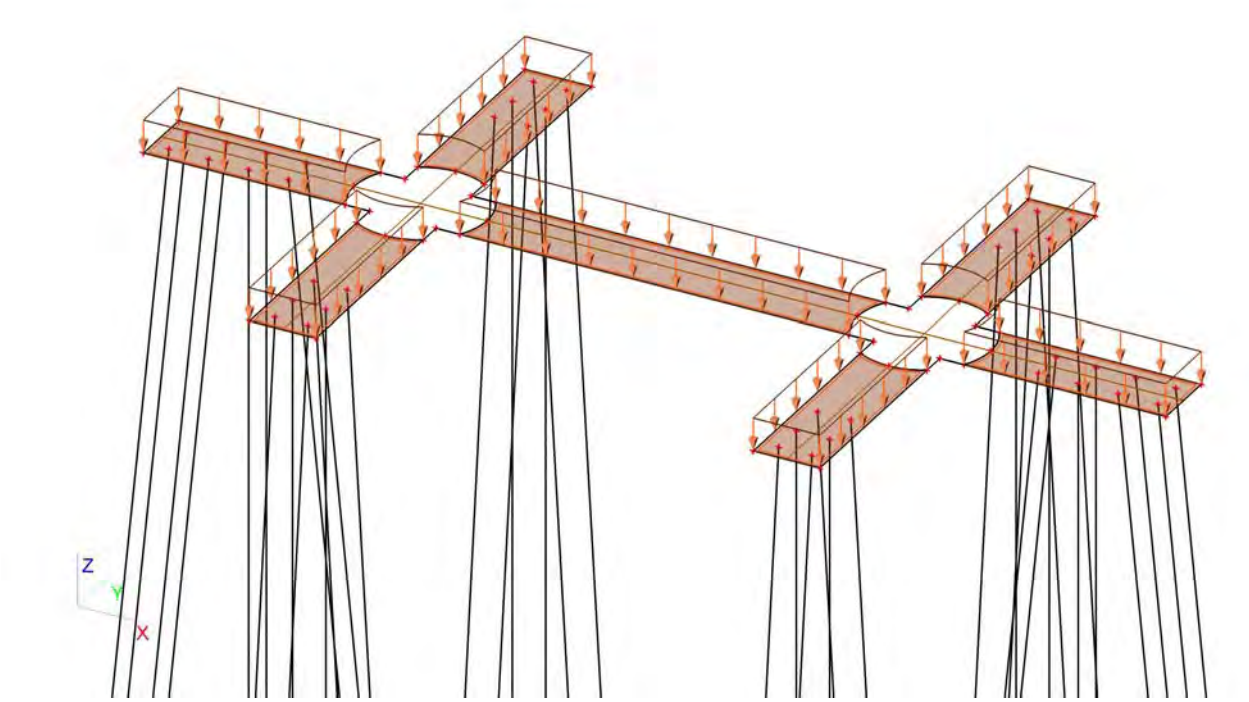
11.2.1. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF1	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF2	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF3	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF4	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF5	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF6	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF7	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem Locatie
GFF43	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1	-25,50	GCS Lengte
GFF44	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF2	-25,50	GCS Lengte
GFF45	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF3	-25,50	GCS Lengte
GFF46	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF4	-25,50	GCS Lengte
GFF47	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF5	-25,50	GCS Lengte
GFF48	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF6	-25,50	GCS Lengte
GFF49	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF7	-25,50	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



11.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

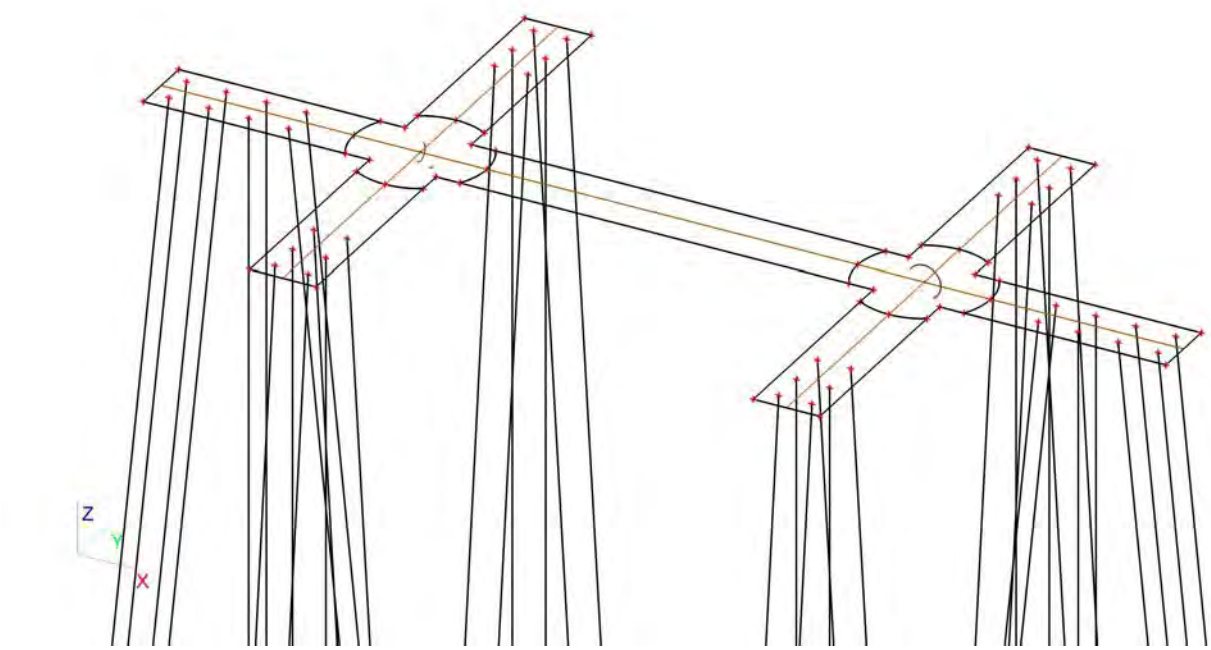
11.3.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	-16697,00	BG3 - ULS 1	7,800	1,000	0,000	7,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	-16697,00	BG3 - ULS 1	22,950	1,000	0,000	7,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	31259,00	BG3 - ULS 1	7,800	1,000	0,000	7,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	31259,00	BG3 - ULS 1	22,950	1,000	0,000	22,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	1111,80	BG3 - ULS 1	7,800	1,000	0,000	7,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	1111,80	BG3 - ULS 1	22,950	1,000	0,000	22,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	2037,45	BG3 - ULS 1	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	2037,45	BG3 - ULS 1	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS

11.3.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E1	Z	Punt Kracht	FF1	-749,00	GCS Lengte
GFF2	BG3 - ULS 1	E1	My	Punt Moment	FM7	2037,45	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E1	Z	Punt Kracht	FF2	-749,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E1	Y	Punt Kracht	FF3	436,00	GCS Lengte
GFF8	BG3 - ULS 1	E1	Y	Punt Kracht	FF4	436,00	GCS Lengte
GFF9	BG3 - ULS 1	E1	X	Punt Kracht	FF5	799,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E1	My	Punt Moment	FM8	2037,45	GCS Lengte
GFF11	BG3 - ULS 1	E1	X	Punt Kracht	FF6	799,00	GCS Lengte
GFF50	BG3 - ULS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM1	-16697,00	GCS Lengte
GFF51	BG3 - ULS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM2	-16697,00	GCS Lengte
GFF52	BG3 - ULS 1	E1	My	Punt Moment	FM3	31259,00	GCS Lengte
GFF53	BG3 - ULS 1	E1	My	Punt Moment	FM4	31259,00	GCS Lengte
GFF54	BG3 - ULS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM5	1111,80	GCS Lengte
GFF55	BG3 - ULS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM6	1111,80	GCS Lengte

11.3.3. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

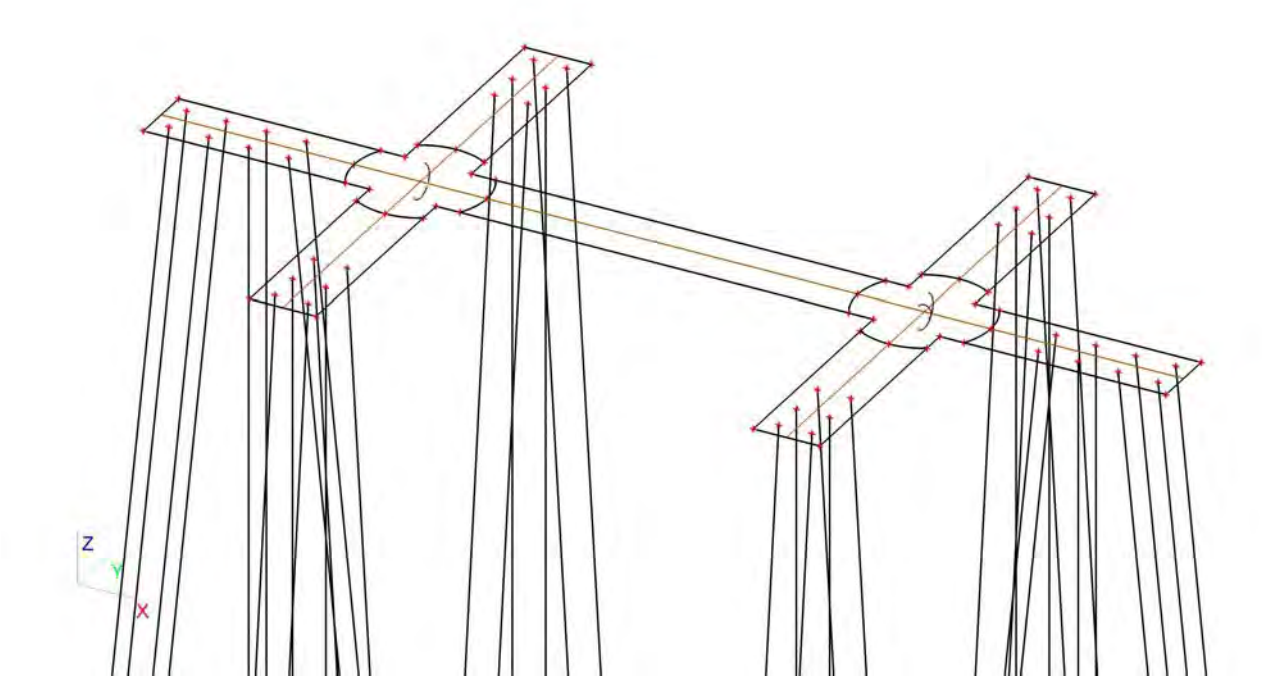
11.4.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	-43362,00	BG4 - ULS 2	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	-43362,00	BG4 - ULS 2	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	18257,00	BG4 - ULS 2	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	18257,00	BG4 - ULS 2	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	2425,05	BG4 - ULS 2	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	2425,05	BG4 - ULS 2	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	1058,25	BG4 - ULS 2	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	1058,25	BG4 - ULS 2	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG4 - ULS 2	E1	Z	Punt Kracht	FF8	-1190,00	GCS Lengte
GFF5	BG4 - ULS 2	E1	My	Punt Moment	FM12	18257,00	GCS Lengte
GFF6	BG4 - ULS 2	E1	Y	Punt Kracht	FF9	951,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM9	-43362,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E1	Z	Punt Kracht	FF7	-1190,00	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E1	Y	Punt Kracht	FF10	951,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E1	X	Punt Kracht	FF11	415,00	GCS Lengte
GFF17	BG4 - ULS 2	E1	X	Punt Kracht	FF12	415,00	GCS Lengte
GFF32	BG4 - ULS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM14	2425,05	GCS Lengte
GFF34	BG4 - ULS 2	E1	My	Punt Moment	FM15	1058,25	GCS Lengte
GFF39	BG4 - ULS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM10	-43362,00	GCS Lengte
GFF41	BG4 - ULS 2	E1	My	Punt Moment	FM11	18257,00	GCS Lengte
GFF56	BG4 - ULS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM13	2425,05	GCS Lengte
GFF57	BG4 - ULS 2	E1	My	Punt Moment	FM16	1058,25	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.5.1. Vrije puntmomenten

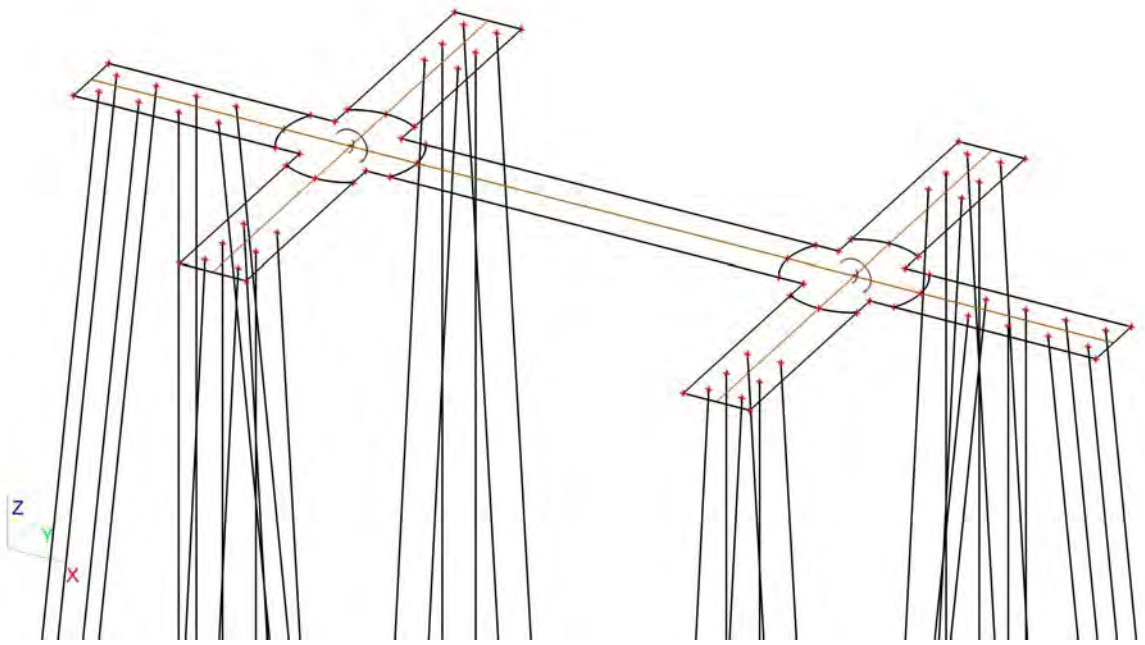
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-9556,00	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-9556,00	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	27308,00	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	27308,00	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	660,45	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	660,45	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	660,45	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	660,45	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	196,35	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	196,35	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	2374,05	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	2374,05	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF16	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM22	 660,45	GCS Lengte
GFF18	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM23	 660,45	GCS Lengte
GFF19	BG5 - SLS 1	E1	Z	Punt Kracht	FF13	-832,00	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E1	Z	Punt Kracht	FF14	-832,00	GCS Lengte
GFF22	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM29	 196,35	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E1	Y	Punt Kracht	FF15	259,00	GCS Lengte
GFF24	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM18	 -9556,00	GCS Lengte
GFF25	BG5 - SLS 1	E1	Y	Punt Kracht	FF16	259,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF26	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM19	 27308,00	GCS Lengte
GFF27	BG5 - SLS 1	E1	X	Punt Kracht	FF17	700,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM24	 660,45	GCS Lengte
GFF29	BG5 - SLS 1	E1	X	Punt Kracht	FF18	700,00	GCS Lengte
GFF36	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM20	 27308,00	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM21	 660,45	GCS Lengte
GFF58	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM17	 -9556,00	GCS Lengte
GFF61	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM30	 196,35	GCS Lengte
GFF62	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM31	 2374,05	GCS Lengte
GFF63	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM32	 2374,05	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

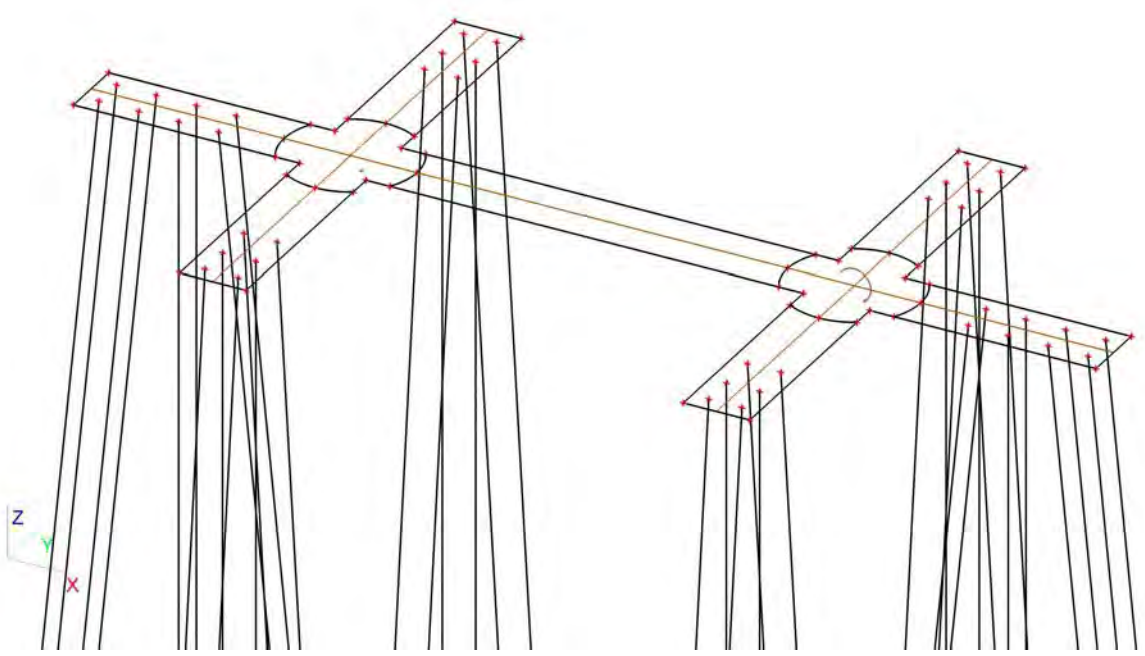
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-2098,00	BG6 - SLS 2	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-2098,00	BG6 - SLS 2	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	36338,00	BG6 - SLS 2	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	36338,00	BG6 - SLS 2	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF20	BG6 - SLS 2	E1	My	Punt Moment	FM28	 36338,00	GCS Lengte
GFF30	BG6 - SLS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM25	 -2098,00	GCS Lengte
GFF31	BG6 - SLS 2	E1	Z	Punt Kracht	FF19	-922,00	GCS Lengte
GFF33	BG6 - SLS 2	E1	Z	Punt Kracht	FF20	-922,00	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E1	Y	Punt Kracht	FF21	77,00	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E1	Y	Punt Kracht	FF22	77,00	GCS Lengte
GFF40	BG6 - SLS 2	E1	X	Punt Kracht	FF23	931,00	GCS Lengte
GFF42	BG6 - SLS 2	E1	X	Punt Kracht	FF24	931,00	GCS Lengte
GFF59	BG6 - SLS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM26	 -2098,00	GCS Lengte
GFF60	BG6 - SLS 2	E1	My	Punt Moment	FM27	 36338,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



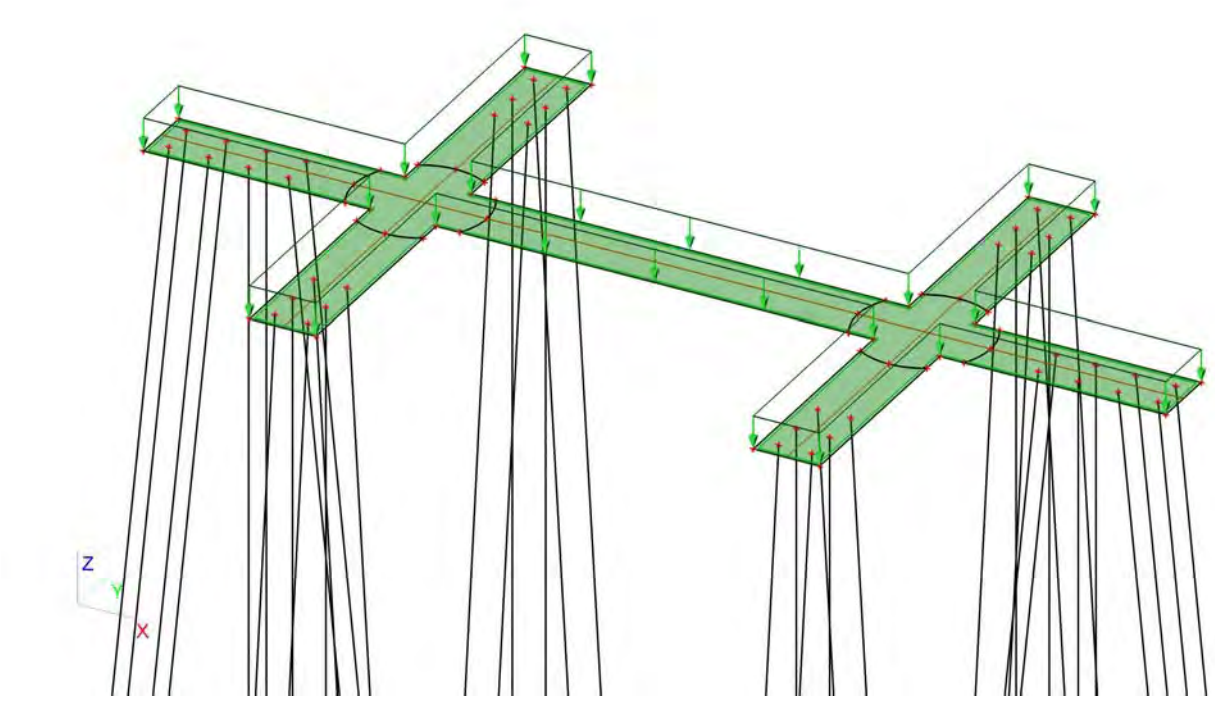
11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-10,00	E1	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch



12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende -	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG5	Snede9	158	0,000	**4,5**	1,3	1,5	0,2	2,0	-0,1
BG5	Snede3	179	0,000	**5,0**	1,3	-9,7	-0,8	2,7	0,0
BG5	Snede2	173	2,000	4,5	**1,2**	-4,1	**-0,9**	**3,3**	0,0
BG5	Snede7	170	4,000	4,9	**1,4**	-5,5	-0,7	2,9	0,0
BG5	Snede3	74	1,707	5,0	1,3	**-11,3**	-0,8	-0,2	0,0
BG5	Snede3	59	10,134	5,0	1,3	**5,5**	-0,8	0,4	0,0
BG5	Snede8	34	4,731	4,9	1,3	-2,9	**0,9**	2,4	0,0
BG5	Snede3	69	6,239	5,0	1,3	-1,5	-0,8	**-2,8**	0,0
BG5	Snede9	168	2,114	4,6	1,3	1,9	0,2	2,1	**-0,1**
BG5	Snede11	120	3,576	4,7	1,3	-1,9	0,1	2,1	**0,1**

14. Verplaatsing van knopen SLS 2

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG6

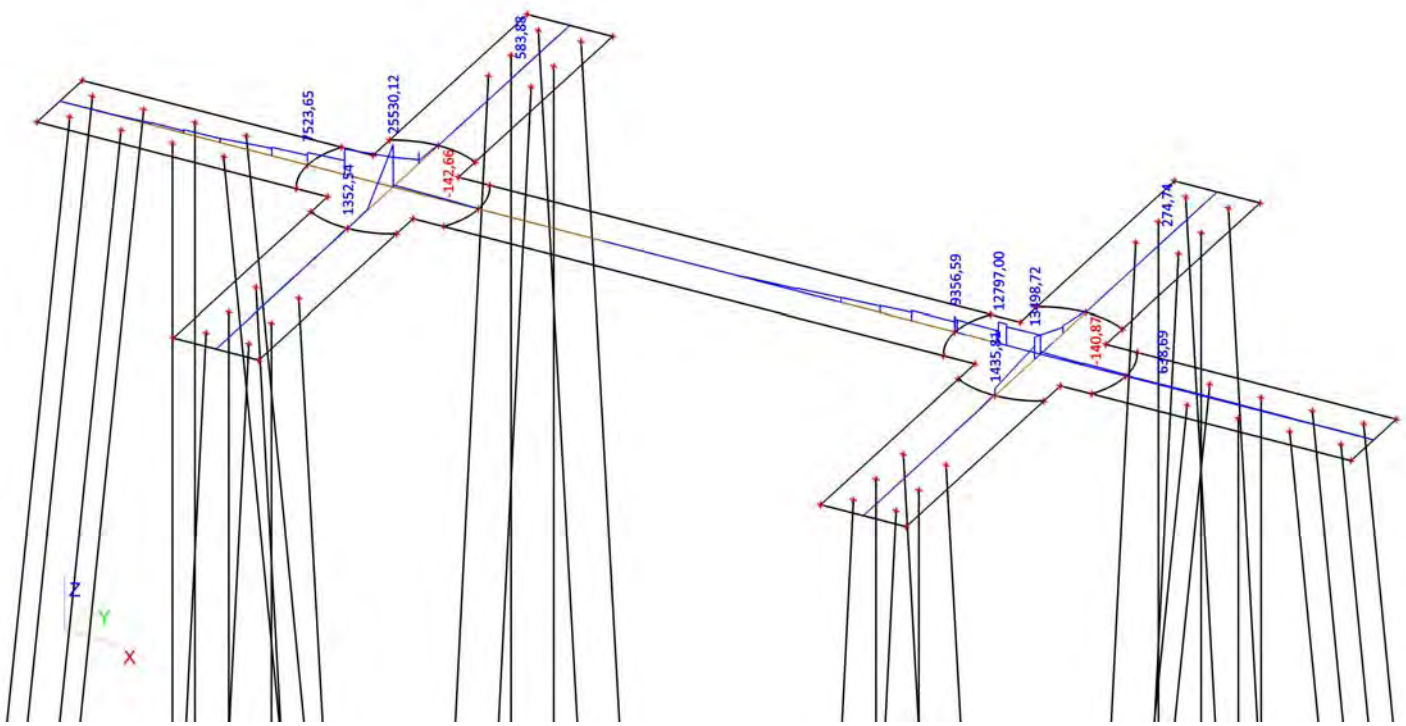
BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG6	Snede9	158	0,000	**5,7**	0,4	0,4	0,1	2,5	-0,1
BG6	Snede3	179	0,000	**6,5**	0,4	-11,5	-0,2	3,2	0,0
BG6	Snede5	131	5,800	6,2	**0,3**	-5,1	-0,2	-0,5	0,0
BG6	Snede7	170	4,000	6,3	**0,4**	-5,0	-0,1	3,4	0,0
BG6	Snede3	74	1,707	6,4	0,4	**-13,3**	-0,2	-0,2	0,0
BG6	Snede3	59	10,134	6,4	0,4	**6,8**	-0,2	0,5	0,0
BG6	Snede6	97	2,114	6,2	0,3	-1,9	**-0,8**	3,0	-0,1
BG6	Snede8	34	4,731	6,1	0,4	-1,8	**0,9**	2,9	0,1
BG6	Snede3	69	6,239	6,4	0,4	-1,5	-0,2	**-3,3**	0,0
BG6	Snede2	173	2,000	5,8	0,3	-4,8	-0,2	**4,0**	0,0
BG6	Snede9	168	2,114	5,9	0,4	0,6	0,1	2,5	**-0,1**
BG6	Snede11	120	3,576	6,0	0,4	-0,3	0,0	2,5	**0,1**

15. Reacties

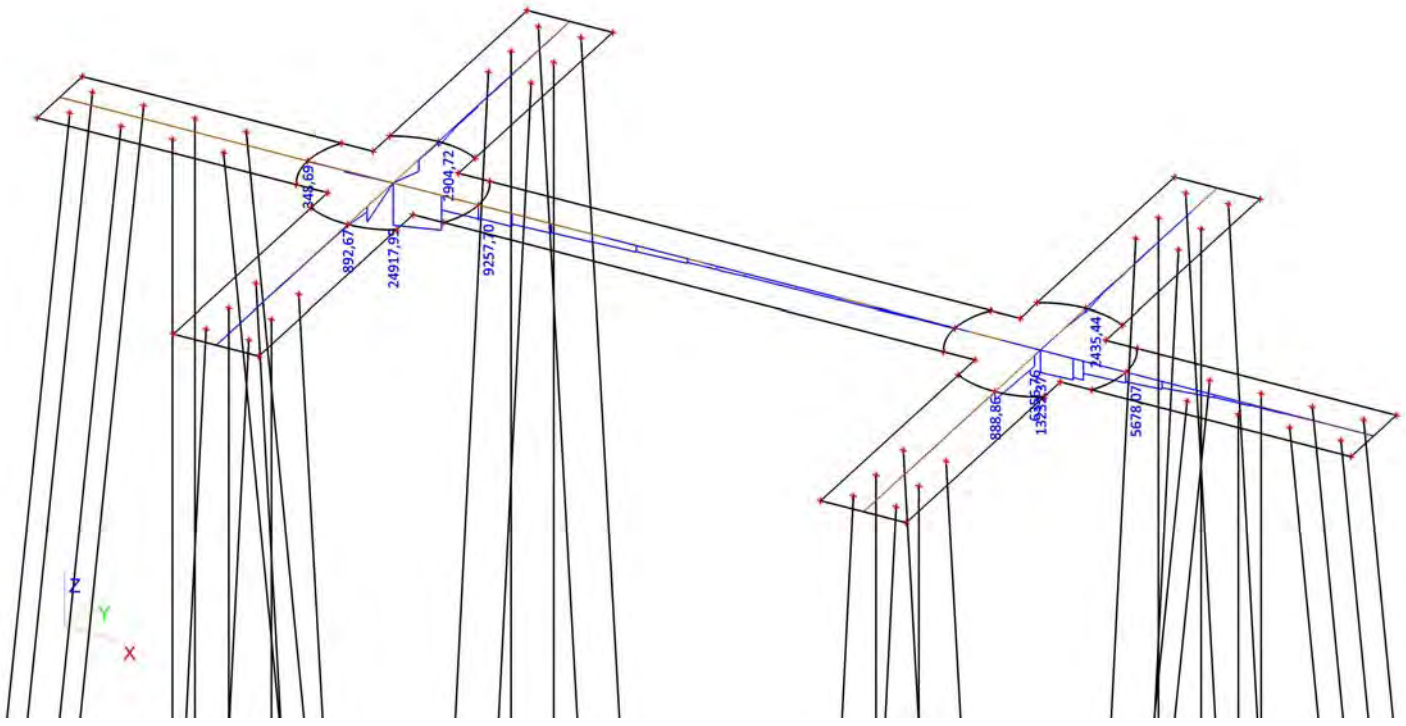
Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb52/S12	Combi1/1	1,817	**-32,99**	-2,38	3,30	0,00	0,00	0,00
Slb172/S12	Combi1/1	21,090	**40,41**	0,01	-4,04	0,00	0,00	0,00
Slb200/S48	Combi2/2	21,090	0,02	**-49,62**	-4,96	0,00	0,00	0,00
Slb197/S45	Combi2/2	21,090	0,03	**69,49**	-6,95	0,00	0,00	0,00
Sn9/K81	Combi6/3		0,00	0,00	**-390,29**	0,00	0,00	0,00
Sn17/K136	Combi2/2		0,00	0,00	**1483,54**	0,00	0,00	0,00
Sn1/K48	Combi1/4		0,00	0,00	147,22	**0,00**	**0,00**	**0,00**

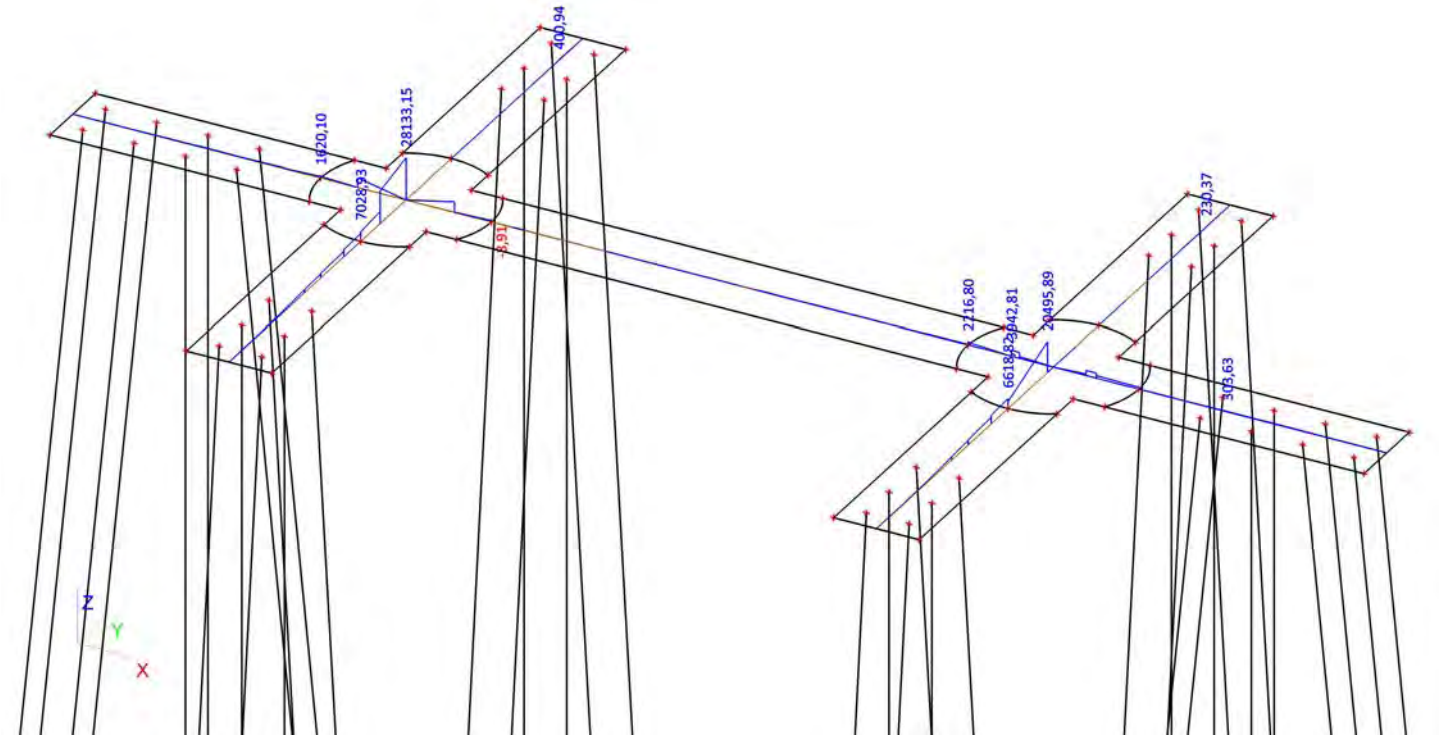
16. 2D element - Interne krachten; mxD+



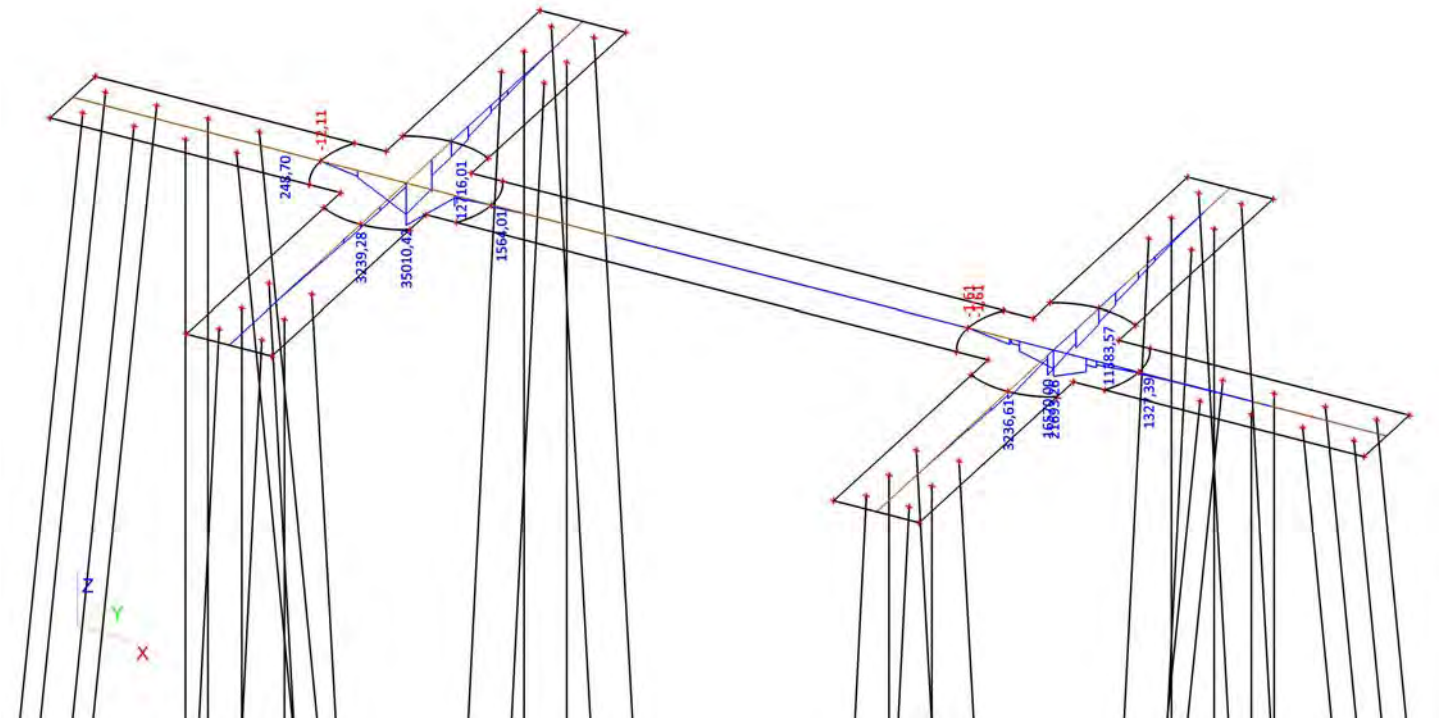
17. 2D element - Interne krachten; mxD-



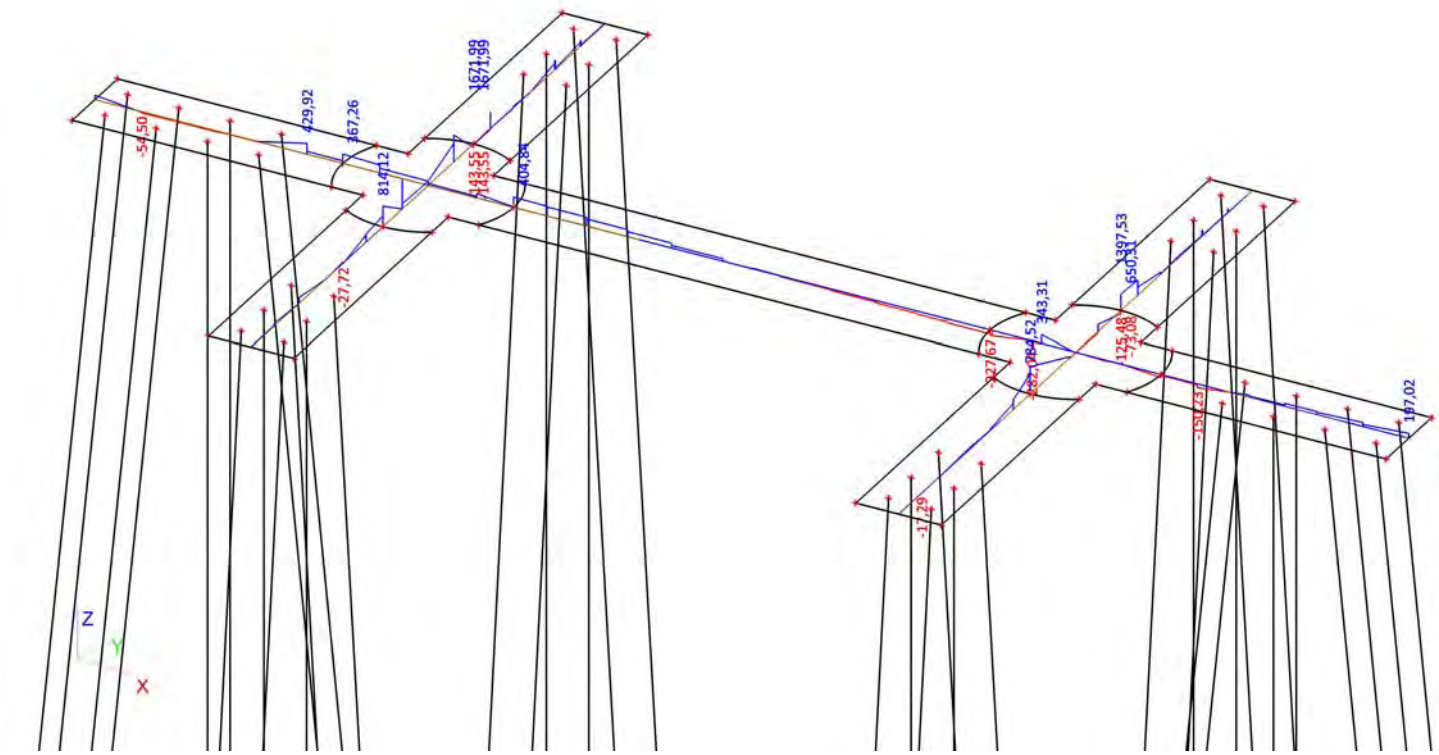
18. 2D element - Interne krachten; myD+



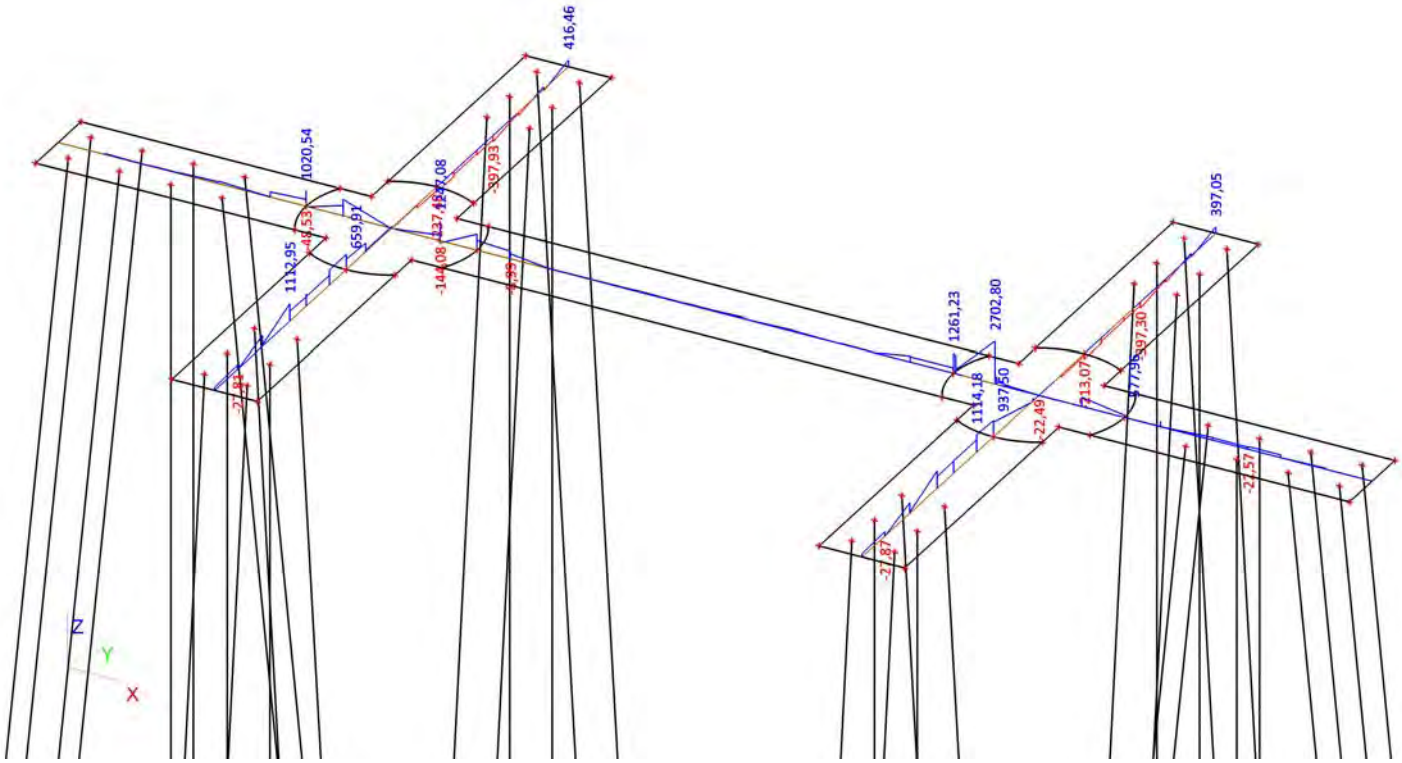
19. 2D element - Interne krachten; myD-



20. 2D element - Interne krachten; vx



21. 2D element - Interne krachten; vy



BIJLAGE 2 UITVOER SCIA ENGINEER – MATIGE E-WAARDE

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	4
8. Subregio	4
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	5
11. Belastingsgevallen	11
11.1. Belastingsgevallen - BG1	11
11.1.1. Belasting grafisch	11
11.2. Belastingsgevallen - BG2	11
11.2.1. Vrije oppervlakte last	11
11.2.2. Genereer vrije lasten	12
11.2.3. Belasting grafisch	12
11.3. Belastingsgevallen - BG3	12
11.3.1. Vrije puntmomenten	12
11.3.2. Genereer vrije lasten	13
11.3.3. Belasting grafisch	13
11.4. Belastingsgevallen - BG4	13
11.4.1. Vrije puntmomenten	14
11.4.2. Genereer vrije lasten	14
11.4.3. Belasting grafisch	15
11.5. Belastingsgevallen - BG5	15
11.5.1. Vrije puntmomenten	15
11.5.2. Genereer vrije lasten	15
11.5.3. Belasting grafisch	16
11.6. Belastingsgevallen - BG6	16
11.6.1. Vrije puntmomenten	16
11.6.2. Genereer vrije lasten	17
11.6.3. Belasting grafisch	17
11.7. Belastingsgevallen - BG7	17
11.7.1. Lasten op oppervlak	17
11.7.2. Belasting grafisch	18
12. Combinaties	18
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	19
14. Verplaatsing van knopen SLS 2	19
15. Reacties	19
16. 2D element - Interne krachten; mxD+	20
17. 2D element - Interne krachten; mxD-	20
18. 2D element - Interne krachten; myD+	21
19. 2D element - Interne krachten; myD-	21
20. 2D element - Interne krachten; vx	22
21. 2D element - Interne krachten; vy	22

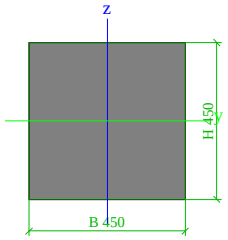
2. Overzicht

3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	2,2000e+04	0,2	9,1667e+03	0,00	30,00
C35/45	Beton	2500,0	3,4100e+04	0,2	1,4208e+04	0,00	35,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C35/45	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	0,000	0,000
K2	0,000	2,000	0,000
K3	6,800	2,000	0,000
K4	6,800	8,800	0,000
K5	8,800	8,800	0,000
K6	8,800	2,000	0,000
K7	21,950	2,000	0,000
K8	21,950	8,800	0,000
K9	23,950	8,800	0,000
K10	23,950	2,000	0,000
K11	30,750	2,000	0,000
K12	30,750	0,000	0,000
K13	23,950	0,000	0,000
K14	23,950	-6,800	0,000
K15	21,950	-6,800	0,000
K16	21,950	0,000	0,000
K17	8,800	0,000	0,000
K18	8,800	-6,800	0,000
K19	6,800	-6,800	0,000
K20	6,800	0,000	0,000
K21	5,800	1,000	0,000
K23	20,950	1,000	0,000
K25	6,800	-0,732	0,000
K26	8,800	-0,732	0,000
K27	7,800	-1,000	0,000
K28	9,516	0,000	0,000
K29	9,532	2,000	0,000
K30	9,800	1,000	0,000
K31	8,800	2,732	0,000
K32	6,800	2,732	0,000
K33	7,800	3,000	0,000
K34	6,065	2,000	0,000
K35	6,068	0,000	0,000
K36	21,950	-0,732	0,000
K37	23,950	-0,732	0,000
K38	22,950	-1,000	0,000
K39	24,682	0,000	0,000
K40	24,682	2,000	0,000
K41	24,950	1,000	0,000
K42	23,950	2,732	0,000
K43	21,950	2,732	0,000
K44	22,950	3,000	0,000
K45	21,257	2,000	0,000
K46	21,218	0,000	0,000
K47	0,500	0,500	0,000
K48	-1,700	0,500	-22,000
K49	1,700	0,500	0,000
K50	-0,500	0,500	-22,000
K51	2,900	0,500	0,000
K52	2,900	0,500	-22,000
K53	4,100	0,500	0,000
K54	6,300	0,500	-22,000
K55	-1,700	1,500	-22,000
K56	-0,500	1,500	-22,000
K57	2,900	1,500	-22,000
K58	6,300	1,500	-22,000
K59	0,500	1,500	0,000
K60	1,700	1,500	0,000
K61	2,900	1,500	0,000
K62	4,100	1,500	0,000
K63	24,450	0,500	-22,000
K64	27,850	0,500	-22,000
K65	31,250	0,500	-22,000
K66	24,450	1,500	-22,000
K67	27,850	1,500	-22,000
K68	31,250	1,500	-22,000
K69	26,650	0,500	0,000
K70	27,850	0,500	0,000
K71	29,050	0,500	0,000
K72	26,650	1,500	0,000
K73	27,850	1,500	0,000
K74	29,050	1,500	0,000
K75	32,450	0,500	-22,000
K76	32,450	1,500	-22,000
K77	30,250	0,500	0,000
K78	30,250	1,500	0,000
K81	7,300	-8,500	-22,000
K82	7,300	-5,300	-22,000
K85	7,300	-5,300	0,000
K86	7,300	-6,300	0,000
K87	8,300	-8,500	-22,000
K88	8,300	-5,300	-22,000
K89	8,300	-6,300	0,000
K90	8,300	-5,300	0,000
K91	7,300	-1,900	-22,000
K92	8,300	-1,900	-22,000
K93	7,300	-4,100	0,000
K94	8,300	-4,100	0,000
K95	22,475	10,500	-22,000
K96	23,475	10,500	-22,000
K97	22,475	3,900	-22,000
K98	22,475	7,100	-22,000
K99	23,475	3,900	-22,000
K100	23,475	7,100	-22,000
K101	22,475	6,100	0,000
K102	22,475	7,100	0,000
K103	23,475	6,100	0,000
K104	23,475	7,100	0,000
K105	22,475	8,300	0,000
K106	23,475	8,300	0,000
K107	22,450	-8,500	-22,000
K108	22,450	-5,300	-22,000
K109	23,450	-8,500	-22,000
K110	23,450	-5,300	-22,000
K111	22,450	-1,900	-22,000
K112	23,450	-1,900	-22,000
K113	22,450	-6,300	0,000
K114	22,450	-5,300	0,000
K115	23,450	-6,300	0,000
K116	23,450	-5,300	0,000
K117	22,450	-4,100	0,000
K118	23,450	-4,100	0,000
K131	7,325	6,100	0,000
K132	7,325	3,900	-22,000
K133	7,325	7,100	0,000
K134	7,325	7,100	-22,000
K135	8,325	6,100	0,000
K136	8,325	3,900	-22,000
K137	8,325	7,100	0,000
K138	8,325	7,100	-22,000
K139	7,325	8,300	0,000
K140	7,325	10,500	-22,000
K141	8,325	8,300	0,000
K142	8,325	10,500	-22,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S1	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K47	K48	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S2	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K49	K50	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S3	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K51	K52	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S4	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K53	K54	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S5	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K59	K55	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S6	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K60	K56	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S7	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K61	K57	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S8	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K62	K58	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S9	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K69	K63	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S10	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K70	K64	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S11	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K71	K65	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S12	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K72	K66	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S13	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K73	K67	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S14	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K74	K68	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S15	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K77	K75	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S16	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K78	K76	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S19	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K86	K81	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S20	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K85	K82	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S21	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K89	K87	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S22	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K90	K88	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S23	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K93	K91	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S24	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K94	K92	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S25	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K101	K97	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S26	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K102	K98	Algemeen (0)	standaard	Laag1

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S27	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K103	K99	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S28	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K104	K100	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S29	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K105	K95	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S30	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K106	K96	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S31	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K113	K107	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S32	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K114	K108	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S33	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K115	K109	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S34	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K116	K110	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S35	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K117	K111	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S36	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K118	K112	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S43	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K131	K132	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S44	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K133	K134	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S45	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K135	K136	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S46	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,000	Lijn	K137	K138	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S47	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K139	K140	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S48	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K141	K142	Algemeen (0)	standaard	Laag1

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E1	C30/37	1500	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio1	E1	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Midden	900		3300	K20	Lijn
					K25	Cirkelboog
					K27	
					K26	Lijn
					K17	Lijn
					K28	Cirkelboog
					K30	
					K29	Lijn
					K6	Lijn
					K31	Cirkelboog
					K33	
					K32	Lijn
					K3	Lijn
					K34	Cirkelboog
					K21	
					K35	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio2	E1	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Midden	900		3300	K16	Lijn
					K36	Cirkelboog
					K38	
					K37	Lijn
					K13	Lijn
					K39	Cirkelboog
					K41	
					K40	Lijn
					K10	Lijn
					K42	Cirkelboog
					K44	
					K43	Lijn
					K7	Lijn
					K45	Cirkelboog
					K23	
					K46	Lijn

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn1	K48	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K50	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K52	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	K54	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn5	K55	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn6	K56	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn7	K57	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn8	K58	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K81	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn10	K82	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn11	K87	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn12	K88	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn13	K91	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K92	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn15	K132	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn16	K134	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn17	K136	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn18	K138	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn19	K140	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn20	K142	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn21	K63	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn22	K64	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn23	K65	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn24	K66	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn25	K67	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn26	K68	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn27	K75	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn28	K76	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn29	K95	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn30	K96	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn31	K97	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn32	K98	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn33	K99	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn34	K100	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn35	K107	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn36	K108	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn37	K109	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn38	K110	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn39	K111	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn40	K112	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S1	Slb121 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S1	Slb81 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S1	Slb41 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S1	Slb161 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S1	Slb1 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb82 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb162 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb2 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb122 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S2	Slb42 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb83 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb123 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb163 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb3 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S3	Slb43 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S4	Slb124 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S4	Slb4 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S4	Slb84 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S4	Slb164 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S4	Slb44 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb45 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb165 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb85 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb125 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S5	Slb5 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb46 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb86 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb126 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb6 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S6	Slb166 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb7 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb87 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb167 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb47 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S7	Slb127 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb8 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb128 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb88 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb48 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S8	Slb168 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb129 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb89 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb49 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb9 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S9	Slb169 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb10 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb50 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb90 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb170 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S10	Slb130 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S11	Slb91 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S11	Slb131 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S11	Slb11 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S11	Slb51 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S11	Slb171 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb172 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb132 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb12 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb52 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S12	Slb92 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb13 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb133 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb93 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb53 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S13	Slb173 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb174 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb14 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb54 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb134 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S14	Slb94 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb15 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb95 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb175 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb135 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S15	Slb55 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb56 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb16 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb176 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb136 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S16	Slb96 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb137 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb97 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb177 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb57 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb17 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S20	Slb58 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S20	Slb98 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S20	Slb18 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S20	Slb138 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S20	Slb178 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb19 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb179 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb139 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb59 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S21	Slb99 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb180 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb100 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb140 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb60 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S22	Slb20 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb141 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb181 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb61 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb21 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S23	Slb101 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb62 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb182 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb142 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb22 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb102 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb183 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb23 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb63 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb103 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S25	Slb143 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb24 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb104 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb184 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb64 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S26	Slb144 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S27	Slb145 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S27	Slb65 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S27	Slb185 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S27	Slb25 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S27	Slb105 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb66 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb26 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb106 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb186 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S28	Slb146 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb27 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb187 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb107 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb67 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S29	Slb147 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb68 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb28 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb108 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb188 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S30	Slb148 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb189 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb149 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb29 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb109 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S31	Slb69 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb110 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb150 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb190 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb70 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S32	Slb30 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb191 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb31 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb111 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb151 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S33	Slb71 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S34	Slb72 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S34	Slb32 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S34	Slb112 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S34	Slb152 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S34	Slb192 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb113 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb33 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb193 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb153 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S35	Slb73 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb154 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb74 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb194 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb114 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S36	Slb34 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb115 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb195 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb75 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb35 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S43	Slb155 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb196 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb36 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb156 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb76 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S44	Slb116 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb37 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb197 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb157 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb77 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S45	Slb117 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb78 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb158 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb198 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb38 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S46	Slb118 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb199 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb119 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb39 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb79 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S47	Slb159 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

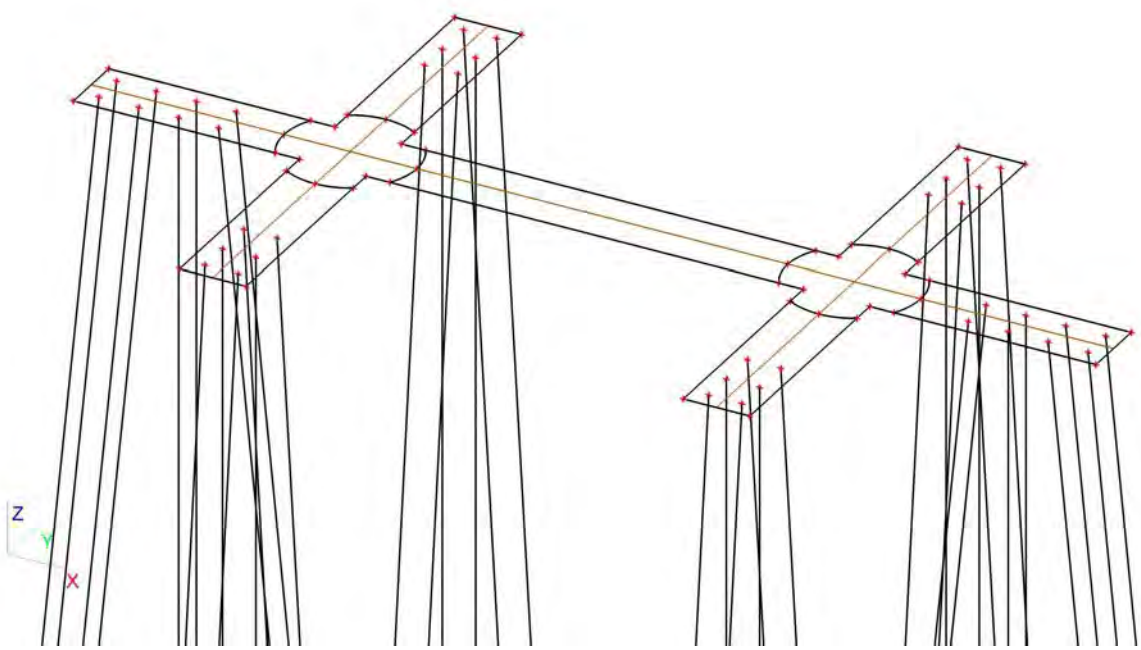
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S48	Slb200 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S48	Slb120 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S48	Slb80 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S48	Slb40 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S48	Slb160 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG1	Standaard

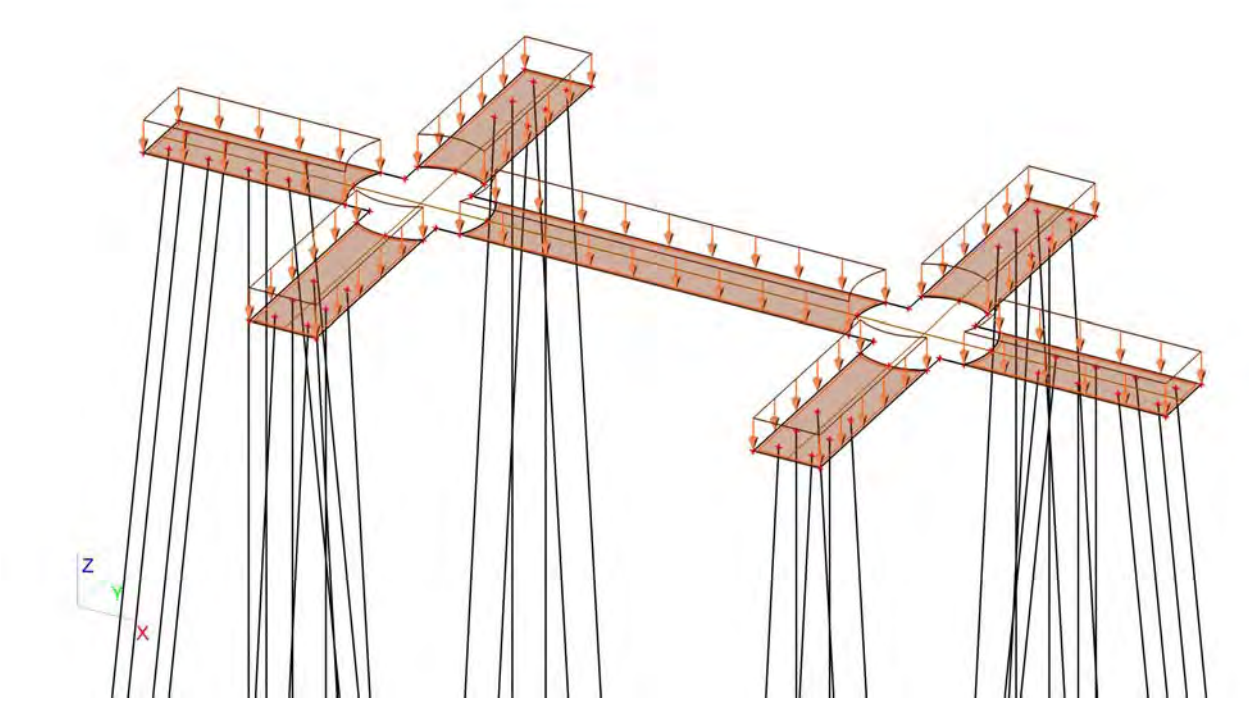
11.2.1. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF1	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF2	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF3	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF4	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF5	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF6	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF7	BG2 - Grond	Z	Kracht	Gelijkmatig	-25,50	Alle	Auto	GCS	Lengte

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem Locatie
GFF43	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1	-25,50	GCS Lengte
GFF44	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF2	-25,50	GCS Lengte
GFF45	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF3	-25,50	GCS Lengte
GFF46	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF4	-25,50	GCS Lengte
GFF47	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF5	-25,50	GCS Lengte
GFF48	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF6	-25,50	GCS Lengte
GFF49	BG2 - Grond	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF7	-25,50	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



11.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

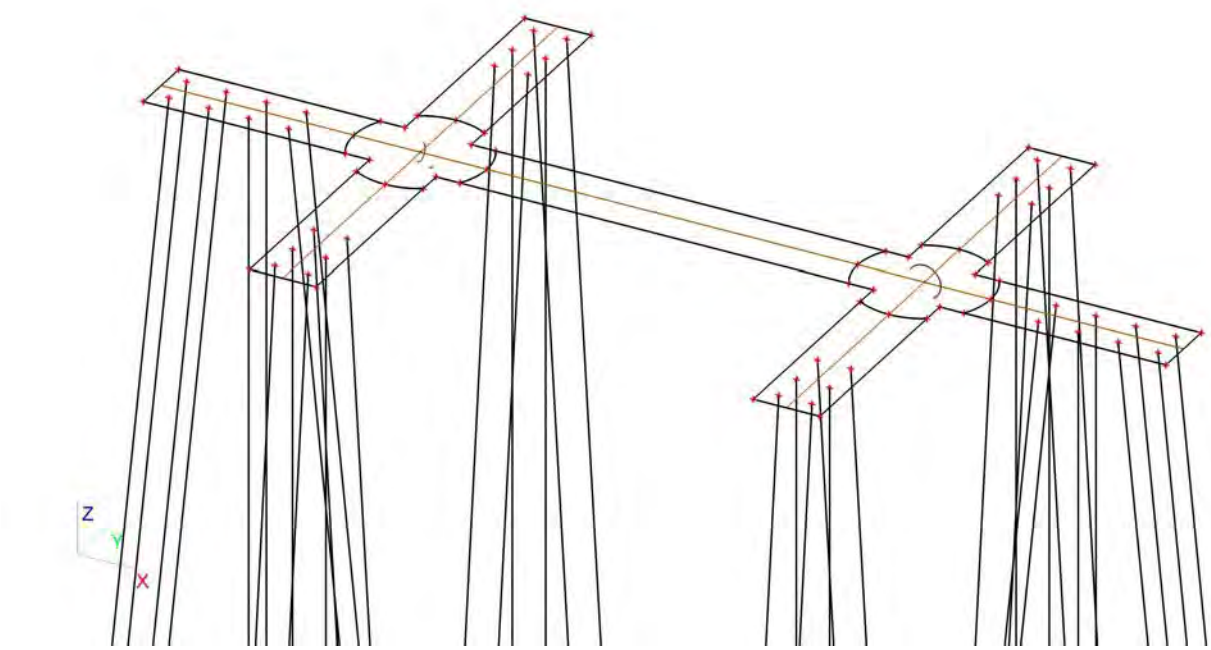
11.3.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	-16697,00	BG3 - ULS 1	7,800	1,000	0,000	7,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	-16697,00	BG3 - ULS 1	22,950	1,000	0,000	7,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	31259,00	BG3 - ULS 1	7,800	1,000	0,000	7,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	31259,00	BG3 - ULS 1	22,950	1,000	0,000	22,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	1111,80	BG3 - ULS 1	7,800	1,000	0,000	7,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	1111,80	BG3 - ULS 1	22,950	1,000	0,000	22,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	2037,45	BG3 - ULS 1	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	2037,45	BG3 - ULS 1	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS

11.3.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E1	Z	Punt Kracht	FF1	-749,00	GCS Lengte
GFF2	BG3 - ULS 1	E1	My	Punt Moment	FM7	2037,45	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E1	Z	Punt Kracht	FF2	-749,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E1	Y	Punt Kracht	FF3	436,00	GCS Lengte
GFF8	BG3 - ULS 1	E1	Y	Punt Kracht	FF4	436,00	GCS Lengte
GFF9	BG3 - ULS 1	E1	X	Punt Kracht	FF5	799,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E1	My	Punt Moment	FM8	2037,45	GCS Lengte
GFF11	BG3 - ULS 1	E1	X	Punt Kracht	FF6	799,00	GCS Lengte
GFF50	BG3 - ULS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM1	-16697,00	GCS Lengte
GFF51	BG3 - ULS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM2	-16697,00	GCS Lengte
GFF52	BG3 - ULS 1	E1	My	Punt Moment	FM3	31259,00	GCS Lengte
GFF53	BG3 - ULS 1	E1	My	Punt Moment	FM4	31259,00	GCS Lengte
GFF54	BG3 - ULS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM5	1111,80	GCS Lengte
GFF55	BG3 - ULS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM6	1111,80	GCS Lengte

11.3.3. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

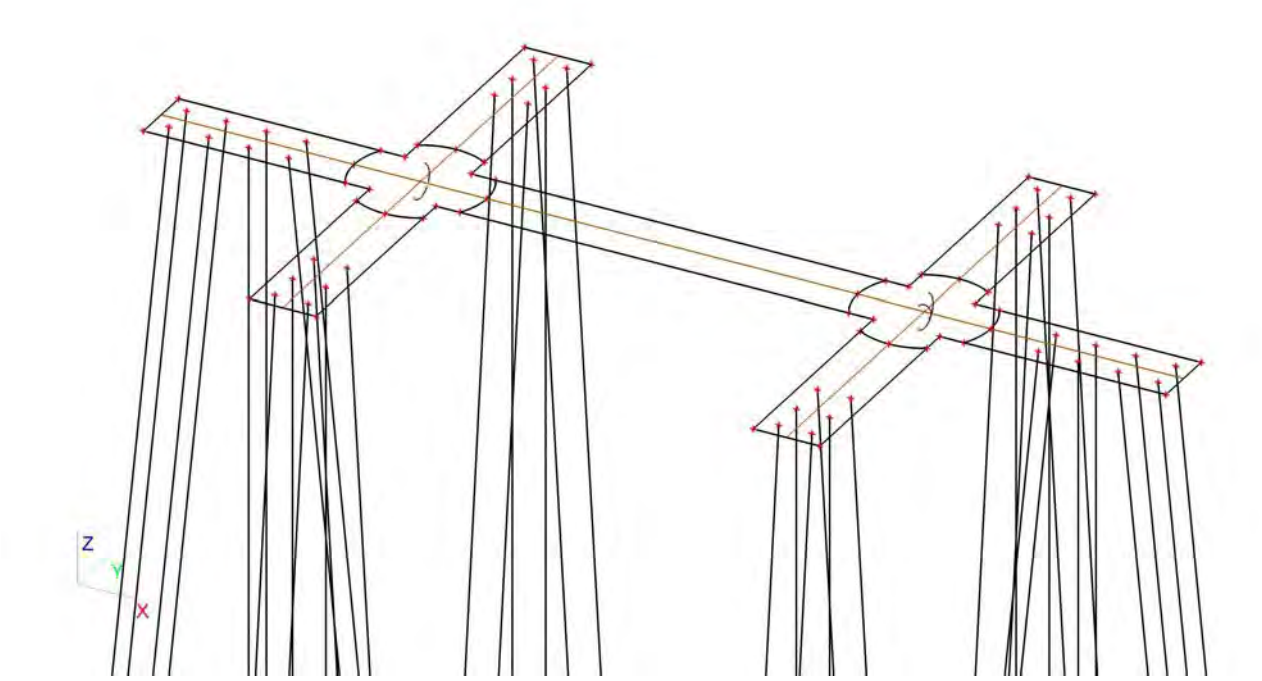
11.4.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	-43362,00	BG4 - ULS 2	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	-43362,00	BG4 - ULS 2	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	18257,00	BG4 - ULS 2	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	18257,00	BG4 - ULS 2	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	2425,05	BG4 - ULS 2	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	2425,05	BG4 - ULS 2	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	1058,25	BG4 - ULS 2	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	1058,25	BG4 - ULS 2	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG4 - ULS 2	E1	Z	Punt Kracht	FF8	-1190,00	GCS Lengte
GFF5	BG4 - ULS 2	E1	My	Punt Moment	FM12	18257,00	GCS Lengte
GFF6	BG4 - ULS 2	E1	Y	Punt Kracht	FF9	951,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM9	-43362,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E1	Z	Punt Kracht	FF7	-1190,00	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E1	Y	Punt Kracht	FF10	951,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E1	X	Punt Kracht	FF11	415,00	GCS Lengte
GFF17	BG4 - ULS 2	E1	X	Punt Kracht	FF12	415,00	GCS Lengte
GFF32	BG4 - ULS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM14	2425,05	GCS Lengte
GFF34	BG4 - ULS 2	E1	My	Punt Moment	FM15	1058,25	GCS Lengte
GFF39	BG4 - ULS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM10	-43362,00	GCS Lengte
GFF41	BG4 - ULS 2	E1	My	Punt Moment	FM11	18257,00	GCS Lengte
GFF56	BG4 - ULS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM13	2425,05	GCS Lengte
GFF57	BG4 - ULS 2	E1	My	Punt Moment	FM16	1058,25	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.5.1. Vrije puntmomenten

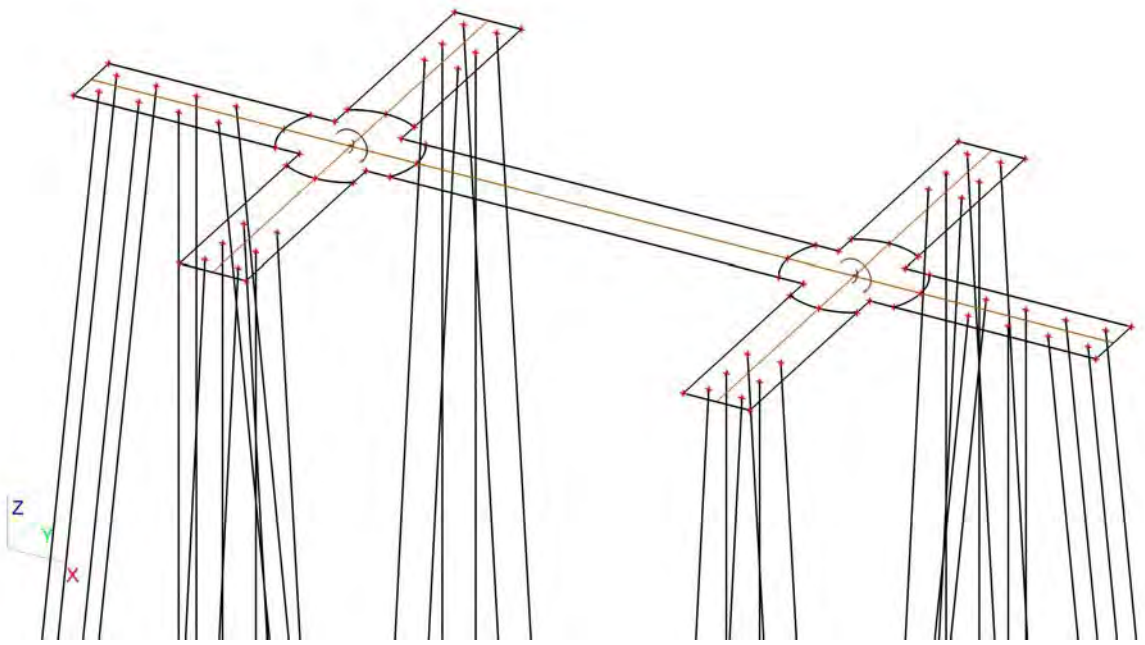
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-9556,00	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-9556,00	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	27308,00	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	27308,00	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	660,45	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	6,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	660,45	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	21,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	660,45	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	660,45	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	196,35	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	196,35	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	2374,05	BG5 - SLS 1	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	2374,05	BG5 - SLS 1	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF16	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM22	 660,45	GCS Lengte
GFF18	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM23	 660,45	GCS Lengte
GFF19	BG5 - SLS 1	E1	Z	Punt Kracht	FF13	-832,00	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E1	Z	Punt Kracht	FF14	-832,00	GCS Lengte
GFF22	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM29	 196,35	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E1	Y	Punt Kracht	FF15	259,00	GCS Lengte
GFF24	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM18	 -9556,00	GCS Lengte
GFF25	BG5 - SLS 1	E1	Y	Punt Kracht	FF16	259,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF26	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM19	 27308,00	GCS Lengte
GFF27	BG5 - SLS 1	E1	X	Punt Kracht	FF17	700,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM24	 660,45	GCS Lengte
GFF29	BG5 - SLS 1	E1	X	Punt Kracht	FF18	700,00	GCS Lengte
GFF36	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM20	 27308,00	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM21	 660,45	GCS Lengte
GFF58	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM17	 -9556,00	GCS Lengte
GFF61	BG5 - SLS 1	E1	Mx	Punt Moment	FM30	 196,35	GCS Lengte
GFF62	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM31	 2374,05	GCS Lengte
GFF63	BG5 - SLS 1	E1	My	Punt Moment	FM32	 2374,05	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

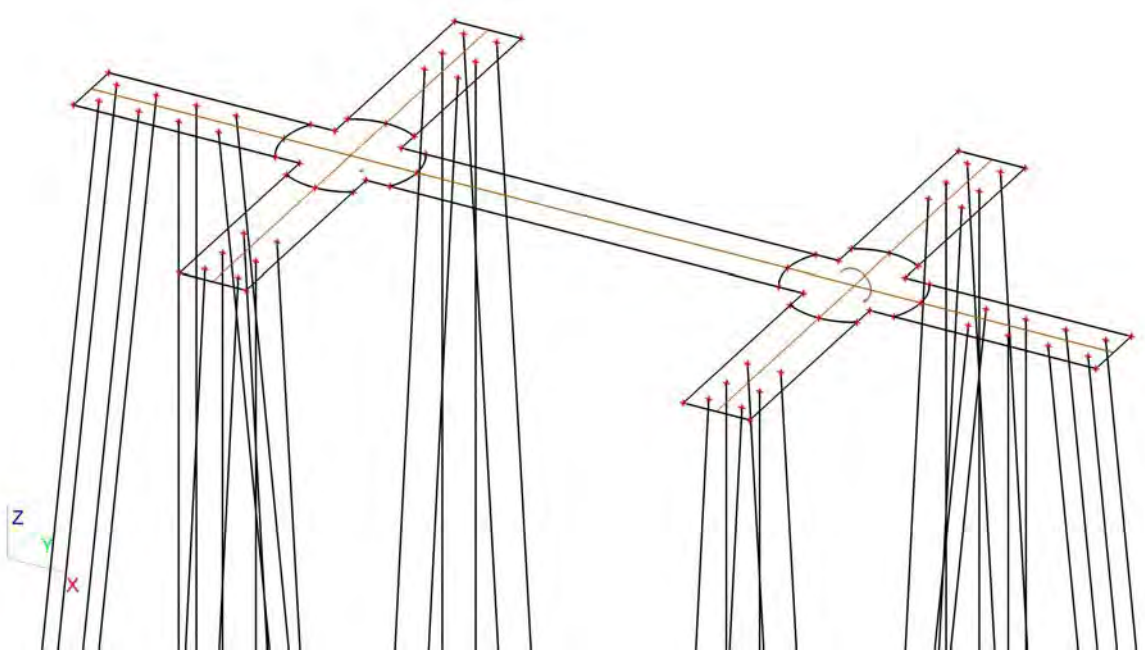
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-2098,00	BG6 - SLS 2	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-2098,00	BG6 - SLS 2	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	36338,00	BG6 - SLS 2	7,800	1,000	0,000	5,800	1,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	36338,00	BG6 - SLS 2	22,950	1,000	0,000	20,950	1,000	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF20	BG6 - SLS 2	E1	My	Punt Moment	FM28	 36338,00	GCS Lengte
GFF30	BG6 - SLS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM25	 -2098,00	GCS Lengte
GFF31	BG6 - SLS 2	E1	Z	Punt Kracht	FF19	-922,00	GCS Lengte
GFF33	BG6 - SLS 2	E1	Z	Punt Kracht	FF20	-922,00	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E1	Y	Punt Kracht	FF21	77,00	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E1	Y	Punt Kracht	FF22	77,00	GCS Lengte
GFF40	BG6 - SLS 2	E1	X	Punt Kracht	FF23	931,00	GCS Lengte
GFF42	BG6 - SLS 2	E1	X	Punt Kracht	FF24	931,00	GCS Lengte
GFF59	BG6 - SLS 2	E1	Mx	Punt Moment	FM26	 -2098,00	GCS Lengte
GFF60	BG6 - SLS 2	E1	My	Punt Moment	FM27	 36338,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



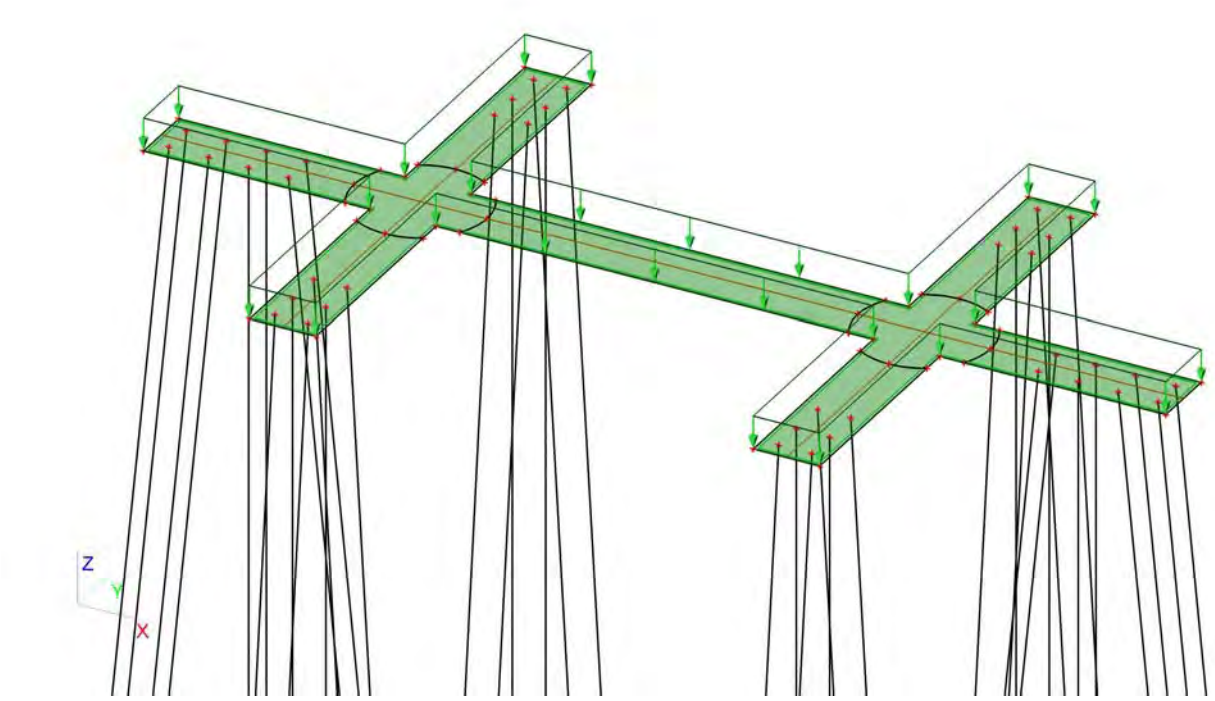
11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-10,00	E1	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch



12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende -	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG5	Snede9	158	0,000	**3,7**	1,4	1,5	-0,2	1,3	-0,1
BG5	Snede3	179	0,000	**4,3**	1,4	-5,3	-0,5	1,6	0,0
BG5	Snede5	131	5,800	4,2	**1,2**	-4,6	-0,5	-0,1	0,0
BG5	Snede3	69	6,239	4,3	**1,5**	-1,4	-0,5	**-1,4**	0,0
BG5	Snede3	74	1,707	4,3	1,5	**-6,4**	-0,5	0,0	0,0
BG5	Snede1	11	0,000	4,2	1,2	**5,0**	-0,5	0,3	0,0
BG5	Snede2	173	2,000	4,0	1,3	-2,0	**-0,6**	**2,0**	0,0
BG5	Snede8	37	5,800	3,9	1,4	-2,4	**0,2**	1,6	0,1
BG5	Snede9	158	1,011	3,8	1,4	1,3	-0,2	1,3	**-0,1**
BG5	Snede8	47	3,576	4,0	1,4	-3,0	0,2	1,6	**0,1**

14. Verplaatsing van knopen SLS 2

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG6

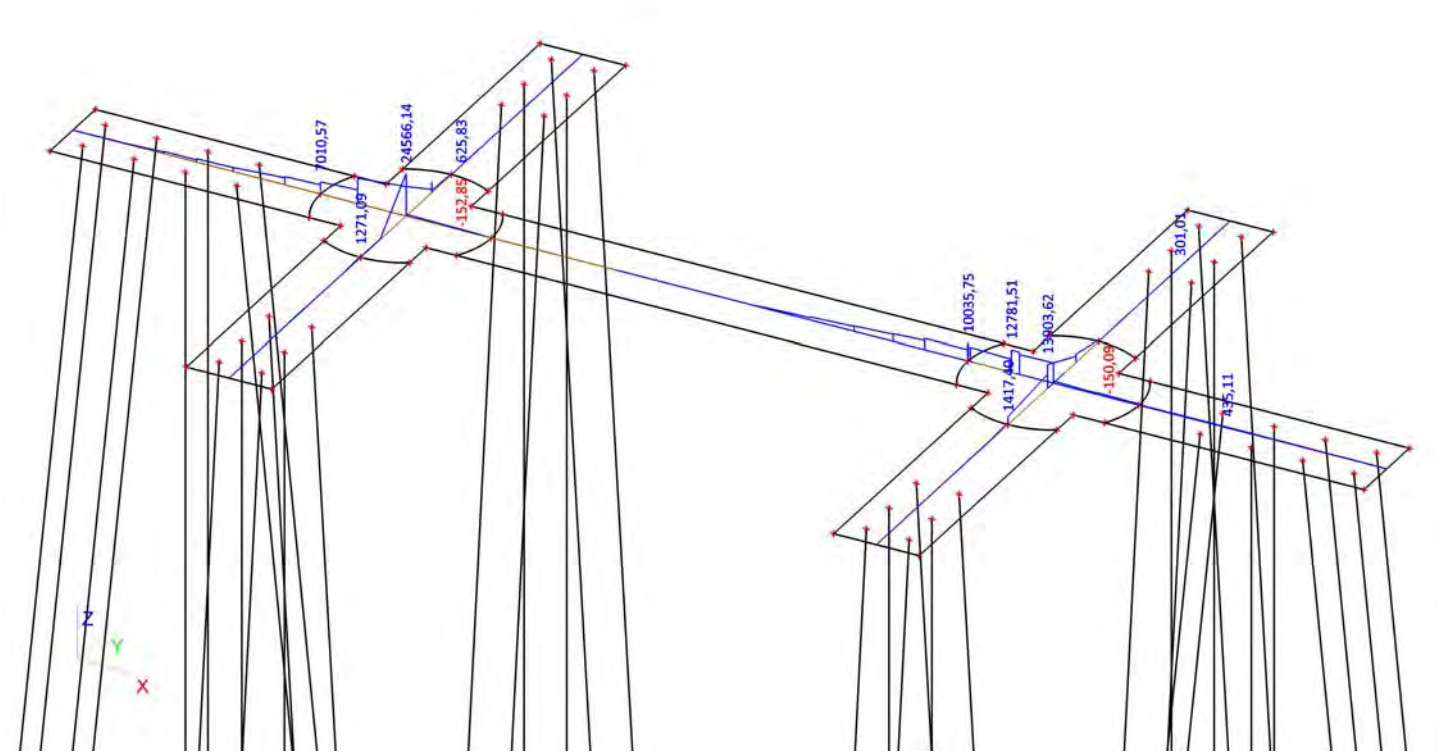
BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG6	Snede9	158	0,000	**4,9**	0,4	0,1	-0,2	1,6	-0,1
BG6	Snede3	179	0,000	**5,5**	0,4	-6,2	-0,1	1,9	0,0
BG6	Snede5	131	5,800	5,4	**0,3**	-5,6	-0,1	-0,1	0,0
BG6	Snede3	69	6,239	5,5	**0,4**	-1,5	-0,1	**-1,7**	0,0
BG6	Snede3	74	1,707	5,5	0,4	**-7,5**	-0,1	0,0	0,0
BG6	Snede1	11	0,000	5,4	0,3	**6,0**	-0,1	0,4	0,0
BG6	Snede6	87	1,011	5,2	0,4	-0,6	**-0,3**	2,0	-0,1
BG6	Snede8	34	4,731	5,1	0,4	-1,4	**0,3**	2,0	0,1
BG6	Snede2	173	2,000	5,2	0,4	-2,3	-0,1	**2,3**	0,0
BG6	Snede9	158	1,011	5,0	0,4	-0,1	-0,2	1,6	**-0,1**
BG6	Snede11	107	4,731	5,1	0,4	-0,9	0,2	1,6	**0,1**

15. Reacties

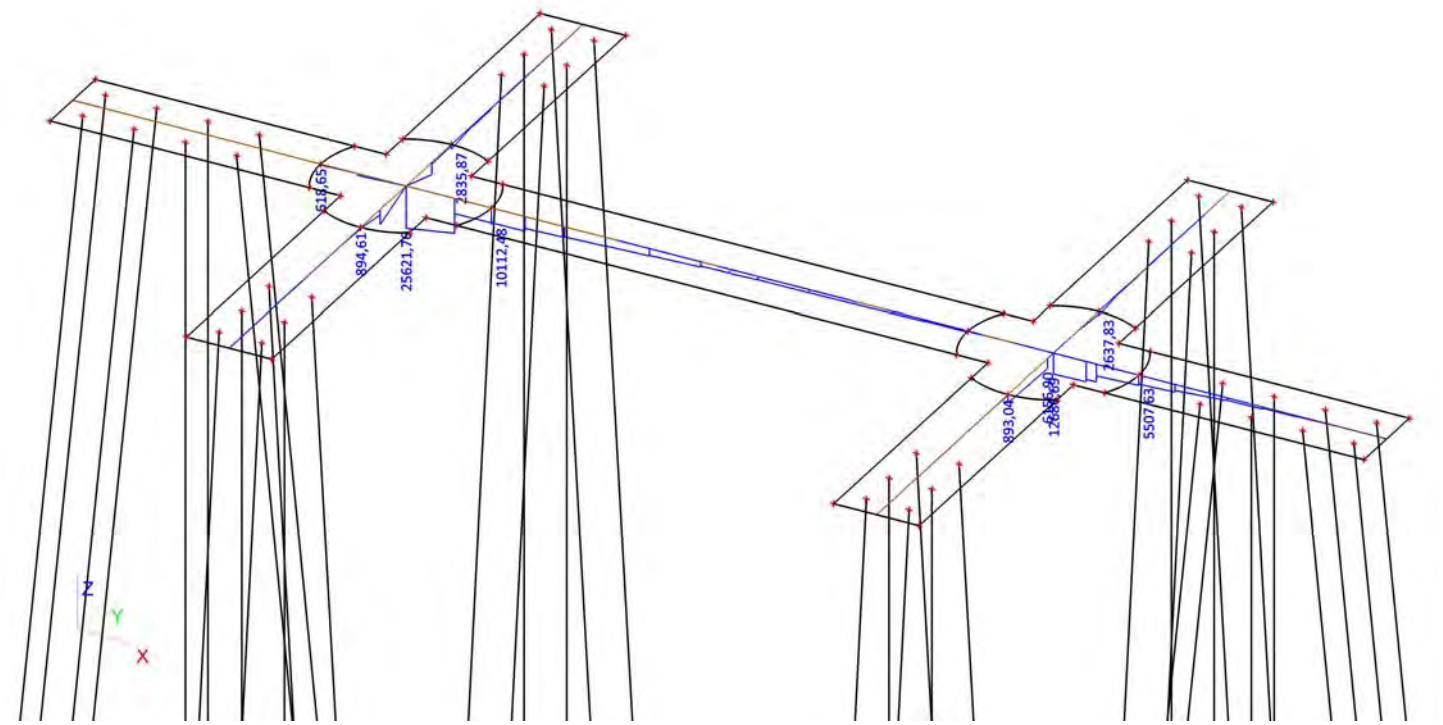
Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb174/S14	Combi1/1	21,090	**-30,63**	0,00	-3,06	0,00	0,00	0,00
Slb172/S12	Combi1/1	21,090	**35,11**	0,00	-3,51	0,00	0,00	0,00
Slb200/S48	Combi2/2	21,090	0,02	**-53,95**	-5,39	0,00	0,00	0,00
Slb197/S45	Combi2/2	21,090	0,02	**59,20**	-5,92	0,00	0,00	0,00
Sn9/K81	Combi6/3		0,00	0,00	**-412,82**	0,00	0,00	0,00
Sn18/K138	Combi2/2		0,02	0,01	**1281,78**	0,00	0,00	0,00
Sn1/K48	Combi1/4		0,00	0,00	169,21	**0,00**	**0,00**	**0,00**

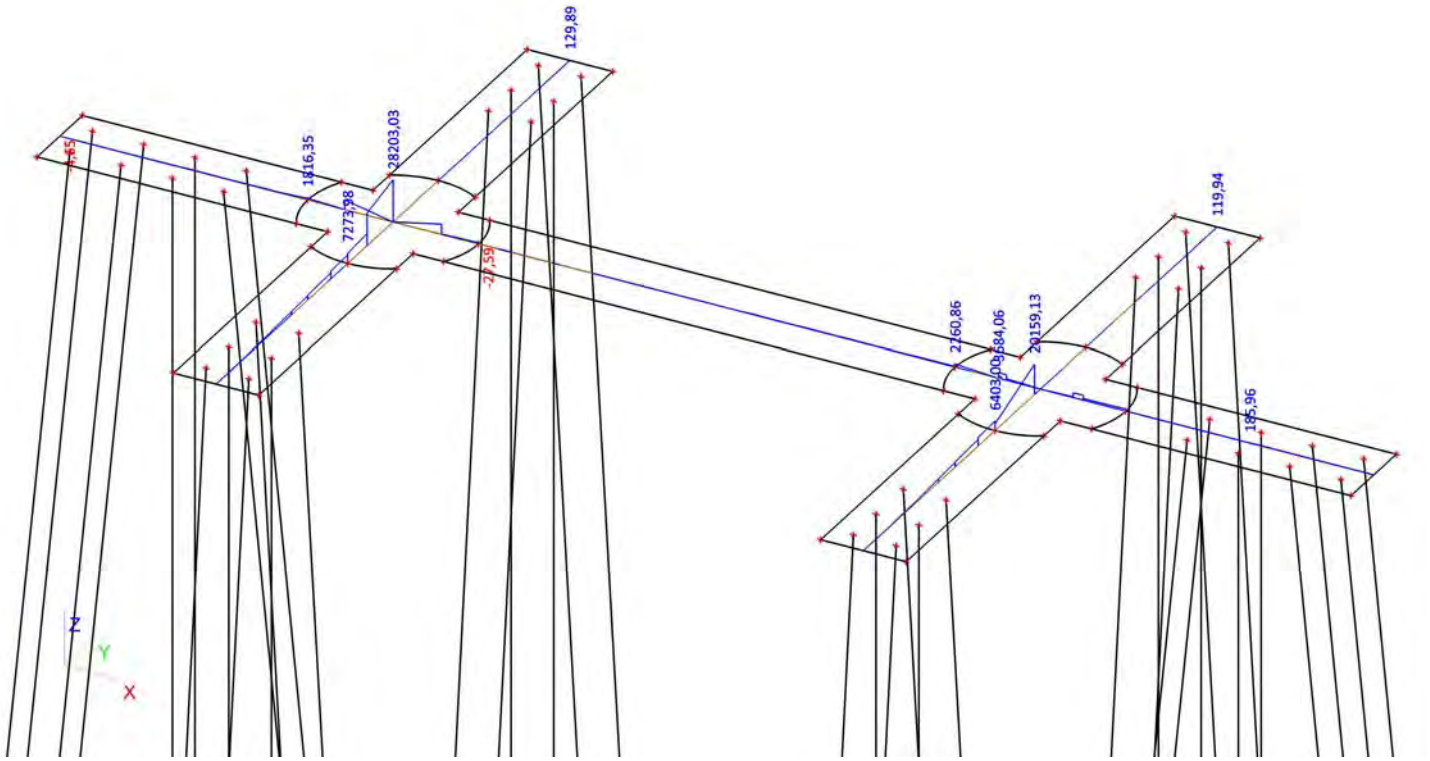
16. 2D element - Interne krachten; mxD+



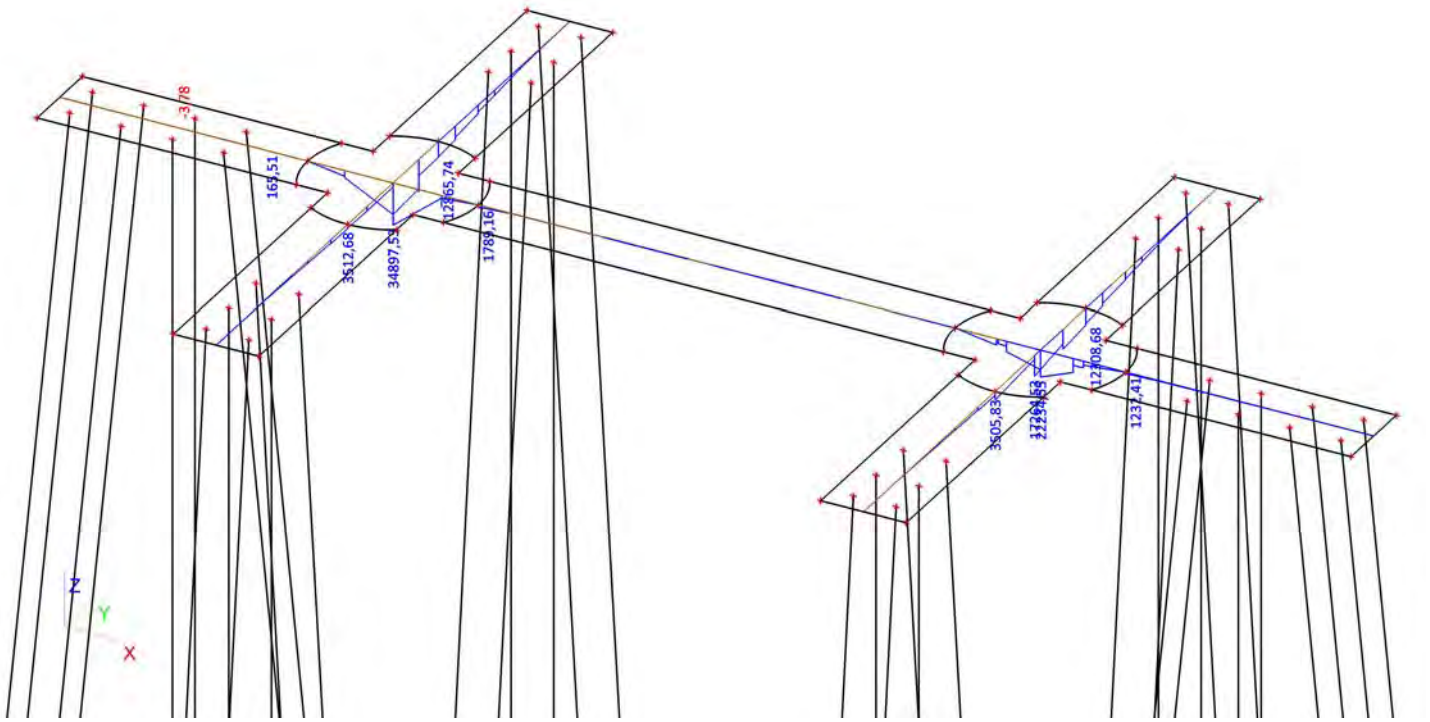
17. 2D element - Interne krachten; mxD-



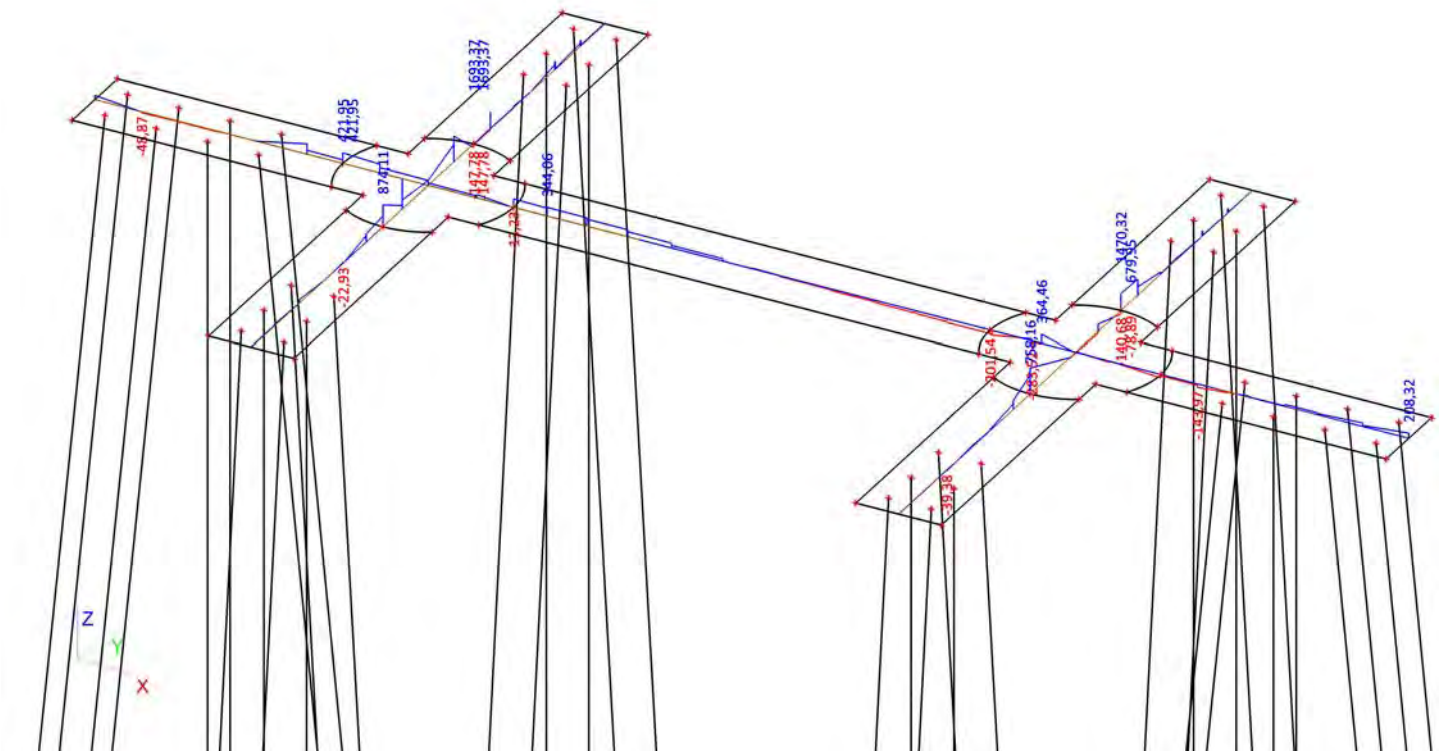
18. 2D element - Interne krachten; myD+



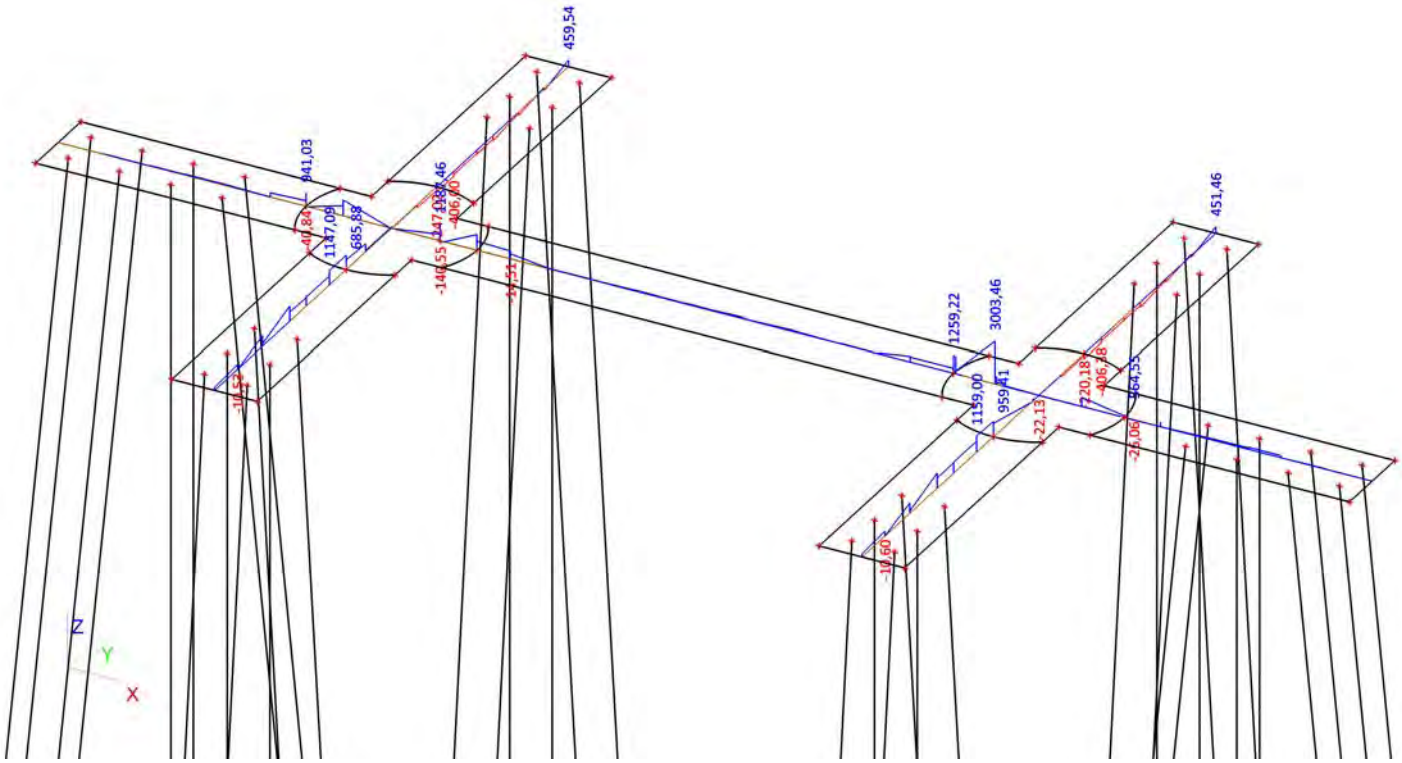
19. 2D element - Interne krachten; myD-



20. 2D element - Interne krachten; vx



21. 2D element - Interne krachten; vy



Constructieberekening mastfundatie type F

Project:
Randstad 380 Kv Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	06-08-2013	Definitief,. Tweede uitgave
02	02-10-2013	T.b.v. 3e uitgave

Documentnummer: R3N-OWR-0007

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
A.L.A. van Noort Constructeur	P. de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael Desmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding *4*
1.1. Overzicht verschillende typen 4
1.1.1. Fundatietype A 5
1.1.2. Fundatietype B 5
1.1.3. Fundatietype C 6
1.1.4. Fundatietype D 6
1.1.5. Fundatietype F 7
1.2. Mastbeeld bij fundatie type F 8
1.3. Gerelateerde documenten 8
1.4. Openstaande punten 9
1.5. Revisiebeheer 9
2. Uitgangspunten en eisen *10*
2.1. Uitgangspunten 10
2.2. Gehanteerde normen 10
2.3. Eisen 10
2.4. Vermoeiing 10
2.5. Materiaalgegevens 10
2.5.1. Betonkwaliteiten 10
2.5.2. Milieuklasse *11*
2.5.3. Betondekking 11
2.5.4. Staalkwaliteiten 11
2.6. Veerconstante funderingspalen 11
3. Berekening poer type F *13*
3.1. Geometrie 13
3.2. Belastingen en belastingcombinaties 14
3.2.1. Belastingsfactoren 14
3.2.2. Belastingsgevallen 14
3.2.3. Belastingcombinaties 16
3.3. Wisselende belastingen en vermoeiing 17
3.4. Berekening fundering 20
4. Verbinding mast-fundering *20*
5. Berekening fundering *20*
6. Bijlagen *21*
Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde 22
Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – Matige E-waarde 23

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt de mastfundaties. Dit betreft ook de masten welke ter plaatse van een OSP zijn gelokaliseerd. De overige onderdelen van de OSP's zijn in een afzonderlijk document berekend evenals de funderingspalen.

Dit rapport betreft poer F. Op poer F worden de volgende masttypen geplaatst: W2E350 + 5, W2E400, W2E350

De wapening wordt in het UO ontwerp uitgewerkt.

1.1. OVERZICHT VERSCHILLENDE TYPEN

Binnen het project komen verschillende typen masten voor.
De verschillen komen voort uit:

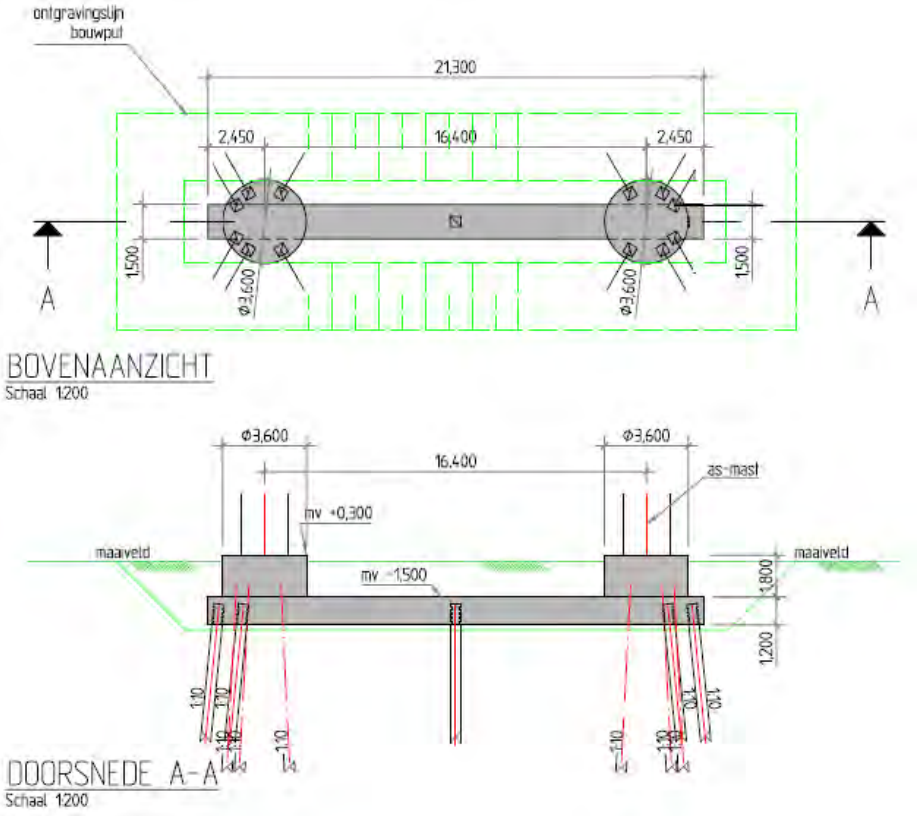
- aantal systemen dat een mastenpaar draagt, 2 systemen (2x380 kV) of 4 systemen (2x380 kV en 2x150 kV),
- de functie van de mast, Steunmast, Hoekmast of Eindmast,
- maximale veldlengte tussen masten 350 of 400 m,
- aanpassingen aan mast (b.v. +10 m extra hoogte).

Elke mast heeft een eigen belastingpatroon. Na analyse van de verschillende belastingen en geometrische eisen zijn er uiteindelijk 5 mastfundatie typen bepaal. Met deze 5 typen is er voor elke mast een geschikte fundatie beschikbaar.

De fundatietypen zijn hieronder weergegeven.

1.1.1. FUNDATIETYPE A

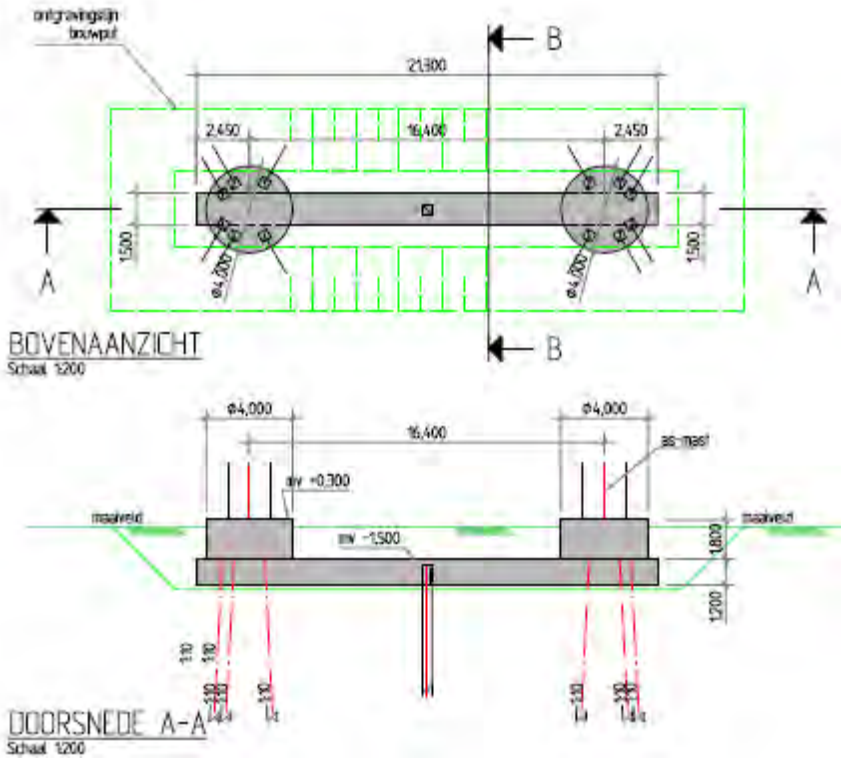
Toegepast bij masttype:
- W2S400 + 5
- W2S350 + 5
- W2S400A+10



1.1.2. FUNDATIETYPE B

Toegepast bij masttype:
- W4S400Z + 5
- W2S400 + 24
- W2S400 + 24
- W4S400Z + 14

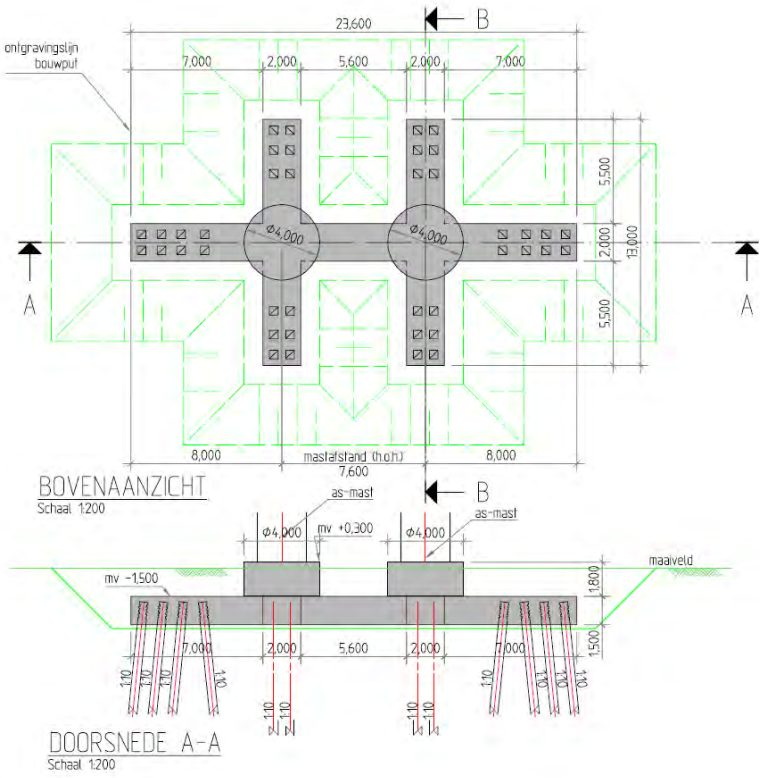
Opm: verschil met type A is diameter opstort.



1.1.3. FUNDATIETYPE C

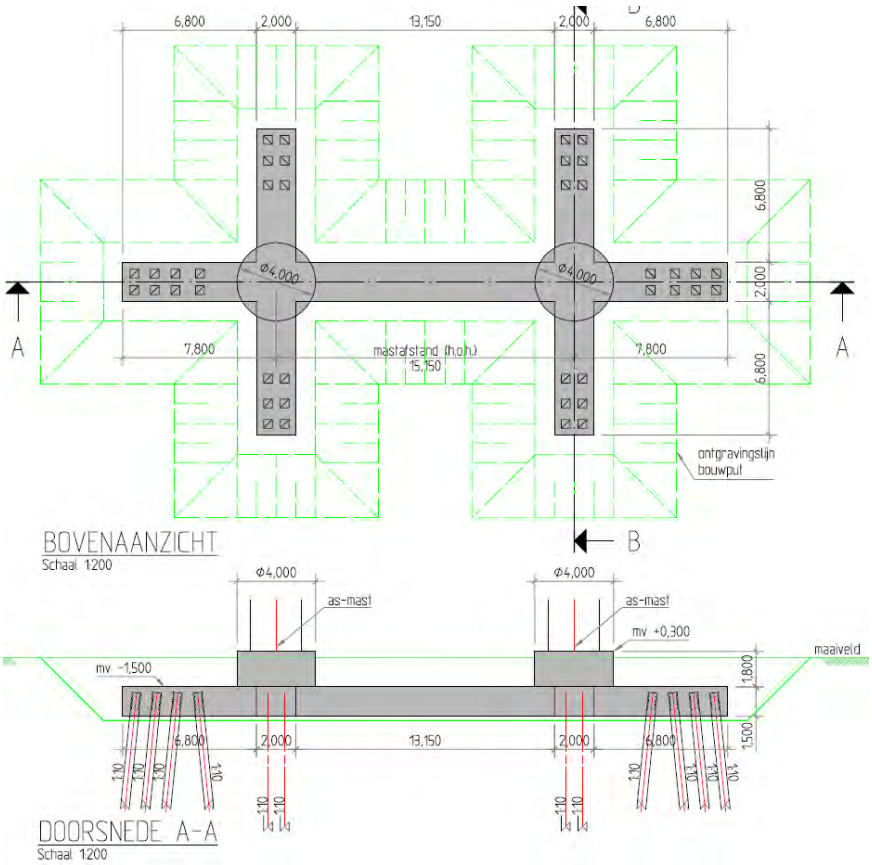
Toegepast bij masttype:
- W2H400 + 5
- W2H400 + 5
- W2H400 + 10
- W2H400 + 10 mast 133
- W2H400 + 15

Opm: mast 133 was in de oude nummering mast 82.



1.1.4. FUNDATIETYPE D

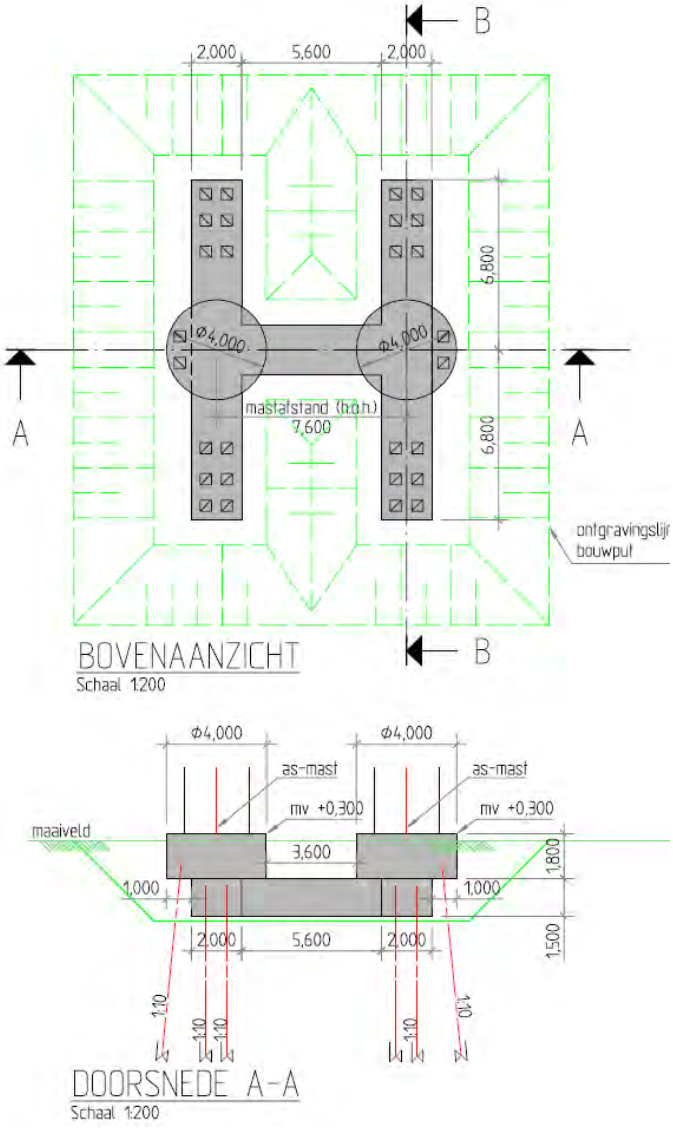
Toegepast bij masttype:
- W4H400Z + 5 (Afstap 150kV)
- W4H400Z +10 (Afstap 150kV)



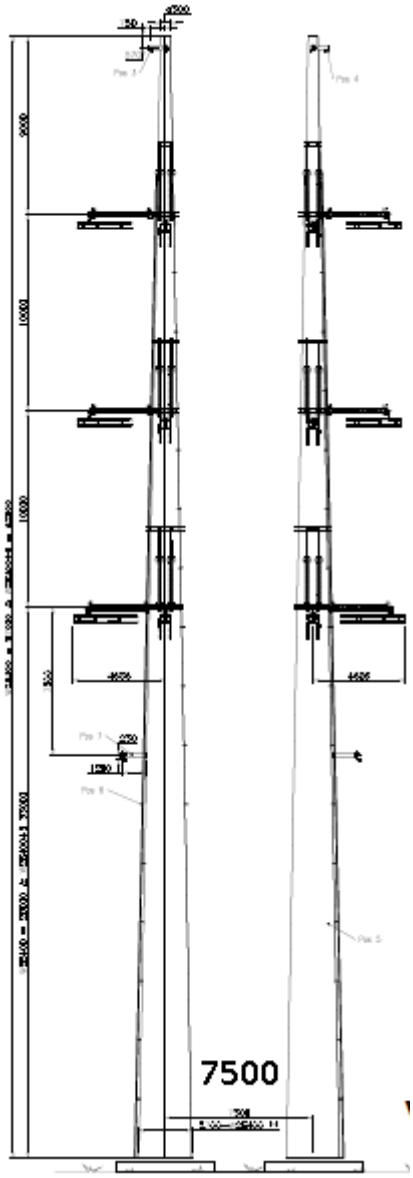
1.1.5. FUNDATIETYPE F

Toegepast bij masttype:

W2E350 + 5
W2E400
W2E350



1.2. MASTBEELD BIJ FUNDATIE TYPE F



De h.o.h. afstand van de masten bedraagt 7500 mm i.p.v. de in de berekening aangehouden 7600mm. Dit kleine verschil heeft voor de berekening geen invloed

1.3. GERELATEERDE DOCUMENTEN

R3N-OWN-0001 Ontwerpnota Systeem Noordring
R3N-OWR-0003 Constructieberekening mastfundaties type A
R3N-OWR-0004 Constructieberekening mastfundaties type B
R3N-OWR-0005 Constructieberekening mastfundaties type C
R3N-OWR-0006 Constructieberekening mastfundaties type D
R3N-OWR-0007 Constructieberekening mastfundaties type F
R3N-OWR-0008 Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties
R3N-OWR-0033 Bepaling belastingen mastfundaties
R3N-OWR-0039 Bemalingsadvies beheersgebied Rijnland
R3N-OWR-0040 Bemalingsadvies beheersgebied Schieland en de Krimpenerwaard

1.4. OPENSTAANDE PUNTEN

De volgende punten dienen in een latere fase nader uitgewerkt te worden:

- Aarding
- Temperatuursinvloeden op fundering
- Model verbetyeren d.m.v. dummy elementen aan bovenzijde palen
- Invloed krimp op fundering
- Optimalisatie wapening
- Optimalisatie palen
- Detailontwerp prefab beton
- Afstand masten aanpassen van 7600mm naar 7500 mm

1.5. REVISIEBEHEER

Dit is de tweede uitgave. Er zijn nog vrijwel geen grondgegevens beschikbaar. Daarom is dit document voornamelijk bedoeld als ‘proof of concept’.

Aangepast in 3^{e} uitgave
Dit is de 3^{e} uitgave. In deze revisie is toegevoegd:

- Mastbeeld toegevoegd,
- Nadere uitwerking milieuklasse
- Masttype W2H400 + 15 was in het overzicht zowel bij poer type C als D genoemd. Mast komt op type C.
- Masttype W2S400A+10 ontbrak in het overzicht. Toegevoegd bij poertype A
- Toelichting koppeling mast met fundatie

2. UITGANGSPUNTEN EN EISEN

2.1. UITGANGSPUNTEN

Op de funderingen worden de lasten geplaatst zoals afgeleid in document R3N-OWR-0033 'Bepaling belasting mastfundaties'. Deze zijn afgeleid van de mastberekeningen zoals door TenneT beschikbaar gesteld.

2.2. GEHANTEERDE NORMEN

De eurocode serie NEN-EN-1990 tm 1997 wordt gehanteerd

NEN-EN50341

2.3. EISEN

De eisen zoals vermeld in ontwerpnota R3N-OWN-0001 §3 zijn gehanteerd bij het ontwerp.
Voor de masten gelden specifiek onderstaande eisen:

- De fundamenten van de staalconstructies ten behoeve van de masten worden gedimensioneerd op een maximale vervorming van 0.005 RAD onder representatieve waarden van de belastingen,
- Tot 1,5 m diepte mag de straalomtrek van de fundering niet groter zijn dan 1,0 m meer dan de straal van de mast,
- De ZRO-breedte tussen de (schoor)paalpunten en andere ondergrondse constructies van de masten is maximaal 2x 22 m voor de 2x 380kV (solo) verbinding en 2 x 27 m voor de 2 x 150 kV/380 kV (combi) verbinding.
- Tolerantie van mastlocatie naar buiten is 10 cm, tollerantie naar binnen is 0 cm.

2.4. VERMOEIING

De aan te leggen fundamenten worden gedimensioneerd op een vermoeiingsbelasting. De wisseling van belasting komt uit wind. Het aantal en de grote van de wisselingen gedurende 50 jaar is bepaald conform de ROK. De toetsingsprocedure van de constructie conform NEN-EN 1992-1-1:2005.

2.5. MATERIAALGEGEVENS

In onderstaande paragrafen worden de gehanteerde materiaaleigenschappen benoemd.

2.5.1. BETONKWALITEITEN

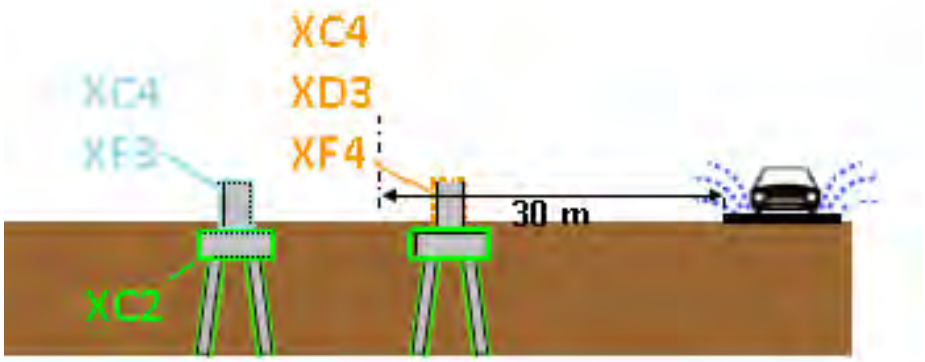
Voor het constructief beton worden bij de detaillering de volgende sterkteklassen aangehouden. De betonkwaliteit van de ronde opstort (C35/45) is voorgeschreven. Bij gescheurd beton wordt in eerste instantie gerekend met $E_{beton;gescheurd} \approx 1/3\ E_{beton;ongescheurd}$. Tevens is een ca. 2 x zo hoge E-modulus beschouwd.

Onderdeel	Sterkteklasse	Elastisciteitsmodulus [N/mm²]		
		ongescheurd	Gescheurd lage E	Gescheurd matige E
in het werk gestort gewapend beton:	C30/37	31.000	11.000	22.000
in het werk gestort gewapend beton, ronde opstort	C35/45	33.500		
geprefabriceerd beton (U-bakken):	C35/45	33.500		
geprefabriceerd voorgespannen beton (palen):	C45/55	36.000		

Tabel 2.5.1-1 Betonkwaliteiten

2.5.2. MILIEUKLASSE

Voor de betondelen welke meer dan 1,0 m onder maaiveld liggen geldt milieuklasse XC2
Voor de hoger gelegen betondelen is de milieuklasse afhankelijk van de aanwezigheid van openbare wegen. De wegen naar de OSP's zullen niet gestrooid worden en bovendien nauwelijks bereden worden, waardoor het wegspatten van water met dooizouten niet aan de orde is. De afstanden in onderstaande schets geldt voor snelwegen, bij ander wegen zou deze eventueel kleiner kunnen.



2.5.3. BETONDEKKING

Betondekking conform NEN EN 1992-1-1:2011

$$c_{min} = \max \{c_{min,b};\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add};\ 10\ mm\} \qquad (4.2)$$

waarin:

$c_{min,b}$	is de minimumdekking op basis van de aanhechtingseisen, zie 4.4.1.2 (3);
$c_{min,dur}$	is de minimumdekking op basis van de milieu-omstandigheden, zie 4.4.1.2 (5);
$\Delta c_{dur,\gamma}$	is een aanvullende veiligheidsmarge, zie 4.4.1.2 (6);
$\Delta c_{dur,st}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van roestvast staal, zie 4.4.1.2 (7);
$\Delta c_{dur,add}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van aanvullende bescherming, zie 4.4.1.2 (8).

De verwachting is dat $c_{min;b}$ maatgevend wordt. Deze warade is afhankelijk van de staafdiameter, welk enog niet bekend is. Betondekking wordt in UO bepaald.

2.5.4. STAALKWALITEITEN

Voor het wapeningsstaal worden de volgende staalkwaliteiten aangehouden:

Omschrijving	Kwaliteit
betonstaal (staven)	B500 B

Tabel 2.5.2 Staalkwaliteiten

2.6. VEERCONSTANTE FUNDERINGSPALEN

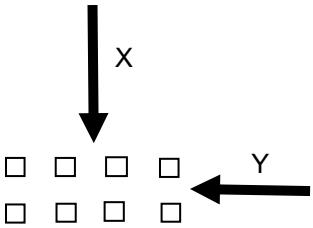
De constructie wordt gefundeerd op prefab betonpalen. De palen worden horizontaal gesteund door de grond wat resulteert in een horizontale beddingconstante op de funderingspaal. Verticaal wordt de funderingspaal gesteund door een verticale puntveer. Beide veerconstanten zijn bepaald door de geotechnische adviseur in rapport R3N-OWR-0008.

In het model wordt gerekend met een verticale veerstijfheid van laag 90.000 kN/m

In de volgende tabellen worden deze gereduceerde beddingsconstanten gepresenteerd.

X-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	[m+ NAP]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
Veen	-1.6	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-2.7	500	1,200	300	600
Veen	-5.1	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-6.0	800	1,800	400	900
Veen	-11.2	1,400	3,200	700	1,600
Zand	-12.1	13,600	30,600	6,900	15,600
Zand	-22.0	16,300	36,700	8,300	18,700

Tabel 6 - Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de X-richting



Y-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	[m+ NAP]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
Veen	-1.6	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-2.7	400	900	200	400
Veen	-5.1	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-6.0	600	1,300	300	700
Veen	-11.2	1,000	2,300	500	1,200
Zand	-12.1	9,800	22,100	5,000	11,300
Zand	-22.0	11,800	26,500	6,000	13,500

Tabel 7 - Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de Y-richting

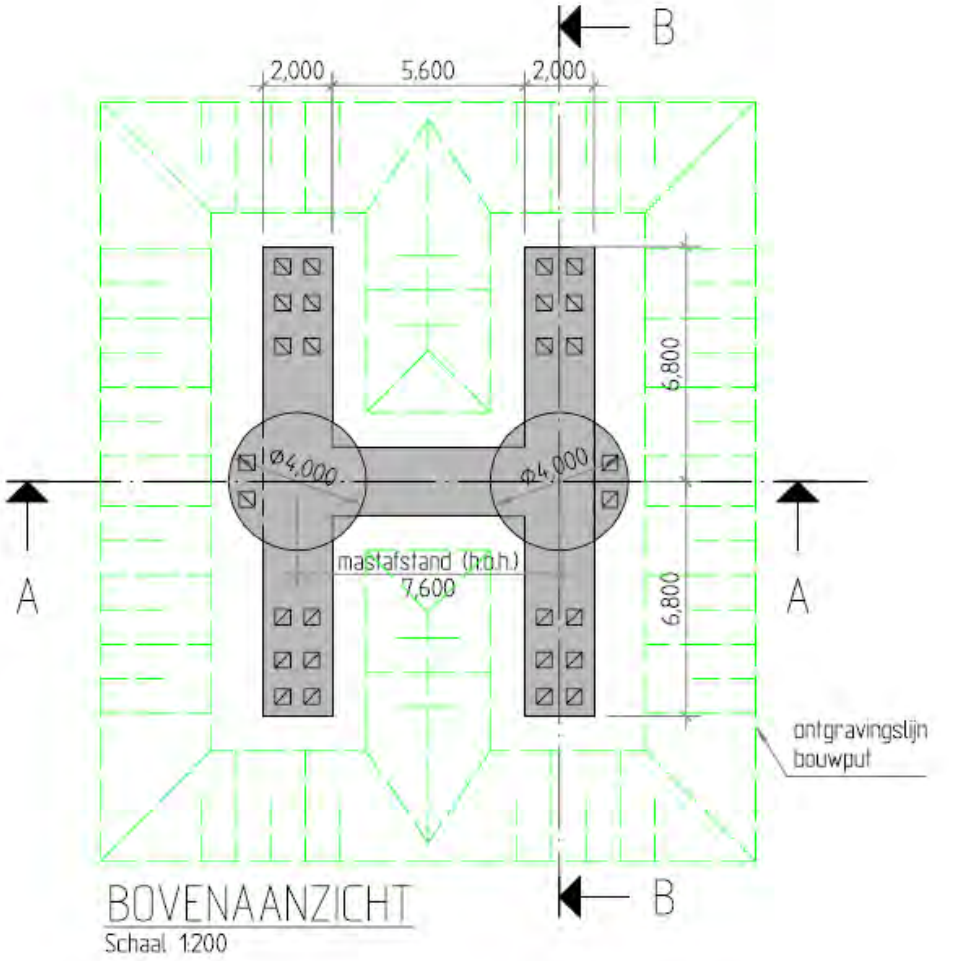
Figuur 3 Horizontale beddingsconstanten per belastingsrichting

Voor alle richtingen is steeds de lage waarde van de beddingsconstante aangehouden.

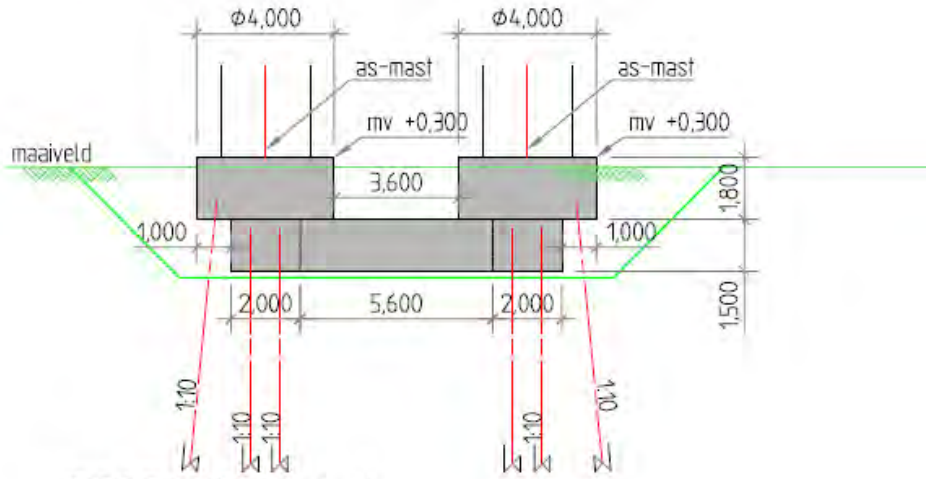
3. BEREKENING POER TYPE F

3.1. GEOMETRIE

De geometrie van de type F poeren is als volgt:



BOVENAANZICHT
Schaal 1:200



DOORSNEDE A-A
Schaal 1:200

3.2. BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES

3.2.1. BELASTINGSFACTOREN

De belasting uit de poeren bestaat vooral uit lasten uit de mast cq lijnen. Deze lasten zijn, incl. partiële factoren gegeven door de opdrachtgever op basis van een rapport van KEMA.
Daarnaast zijn er lasten op de poeren zelf. Hiervoor geldt dat vergelijking 6.10 b van de EN 1990 maatgevend is. Gecombineerd met CC3 gelden de volgende partiële factoren:

γ_G (ongunstig)	=	1,3	
γ_G (gunstig)	=	0,9	(zie §3.2.2, op eigen gewicht fundering wordt factor 0,54 toegepast)
γ_Q	=	1,65	

Opm: De meeste lasten zijn door de klant incl de factoren gegeven. Bovenstaande factoren hebben dus alleen invloed op het eigen gewicht , grond en belastingen op maaiveld.

3.2.2. BELASTINGSGEVALLEN

Eigen gewichtpoer
Eigen gewicht van de betonconstructie wordt gegenereerd in het model. Er wordt gerekend met een eigengewicht voor beton van 2500 kg/m$^{3.}$

Omdat er ook trek op de palen komt, is eigen gewicht al snel een gunstige belasting (druk eenvoudiger op te nemen dan trek).Indien de poer zich onderwater bevindt zal er een opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van het verplaatste water op de poer aanwezig zijn. Het effectieve gewicht van de poer reduceert hierdoor tot 1500 kg/m^3. Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 1350 kg/m^3. In totaal bedraagt de factor dan dus 1350/2500 = 0,54.

Eigen gewicht grond op poer
Op de poer ligt 1,5 m grond. Indien het grondwater lager ligt, is de last:
1,5 * 17 = 25,5 kN/m^2

Bij waterstand gelijk aan 0,5m onder maaiveld niveau is de last:
0,5 * 17 + 1,0 * (17-10) = 15,5 kN/m^2

Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 13,95 kN/m^2. In totaal bedraagt de factor dan dus 13,95/25,5 = 0,54.

Reken met droge grond en pas een partiële factor van 0,54 op eigen gewicht poer en grond toe in het geval deze gunstig werken.

Belastingen uit de mast
Zie rapport 'Afleiding belasting uit masten'.

Er wordt gerekend met de volgende, donker aangegeven ULS en SLS lasten uit het rapport. De overige lasten zijn met deze gevallen afgedekt.

Voor het variabele deel dat zijn oorsprong vindt in wind, wordt gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,6	0,2	0

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2E350+5	90 deg	1a	33589	4631	725	933	225
W2E350+5	90 deg	3	35789	3589	776	985	125
W2E350+5	-45 deg	1b	18592	1449	544	508	43
W2E400	90 deg	1a	34497	5038	819	940	235
W2E400	90 deg	3	37033	3864	877	1007	131
W2E400	45 deg	1b	18118	1547	614	489	45
W2E350	90 deg	1a	28011	3814	616	888	202
W2E350	90 deg	3	30575	2997	667	972	116
W2E350	45 deg	1b	16106	1260	462	507	42

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2E350+5	0 deg	1b	21038	2595	604	591	91
W2E350+5	90 deg	1a	25824	4981	604	715	154
W2E350+5	90 deg	3	29952	4348	638	838	138
W2E400	0 deg	1b	20659	2688	682	573	91
W2E400	45 deg	1b	20800	2957	682	576	98
W2E400	90 deg	1a	26286	5362	682	715	161
W2E400	90 deg	3	30704	4640	721	847	143
W2E350	45 deg	1b	18150	2296	513	583	86
W2E350	90 deg	1a	21622	4034	513	684	139
W2E350	90 deg	1b	18412	2470	513	591	91
W2E350	90 deg	3	25542	3543	547	821	124

OPM: op de SLS last wordt voorlopig een extra factor van 1,4 geplaatst opdat deze lasten gelijk worden aan de lasten zoals opgenomen in rapport Volker Wessels Telecom.

Belastingen op maaiveld
Op het maaiveld wordt gerekend met een verdeelde last van 10 kN/m^2 . Er is geen stempellast op de fundering voorzien. Echter, door spreiding van een puntlast over een diepte van 1,5 m, zal een lastvlak van 2 (breedte balk) x 3 (2*1,5) = 6 m^2 ontstaan, waardoor bij 10 kN/m^2 dus ook een puntlast van 60 kN toelaatbaar is.

Voor deze belastingen wordt in de combinatie gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,7	0,5	0,3

3.2.3. BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties in ULS conform vergelijking 6.10b van NEN EN 1990, waarbij:
0,7 * 1,65 = 1,16

En de belastingsfactoren voor de last uit de masten reeds in de ingevoerde belasting is meegenomen (factor 1,0 toegepast).

ULS

Belastinggeval	**Omschrijving**	**Combi 1**	**Combi 2**	**Combi 3**	**Combi 4**	**Combi 5**	**Combi 6**
1	Eigen gewicht	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
2	Grond	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
3	Belasting mast ULS 1	1,0		0,6		1,0	
4	Belasting mast ULS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	1,16	1,16	1,65	1,65		

SLS

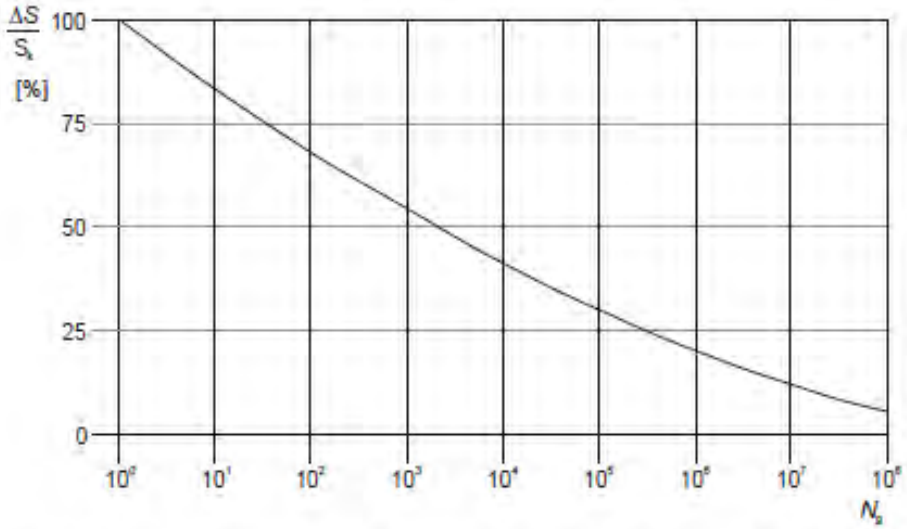
Belastinggeval	**Omschrijving**	**Combi 7**	**Combi 8**	**Combi 9**	**Comb i 10**	**Combi 11**	**Combi 12**
1	Eigen gewicht	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
2	Grond	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
5	Belasting mast SLS 1	1,0		0,6		1,0	
6	Belasting mast SLS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	0,7	0,7	1,0	1,0		

3.3. WISSELENDE BELASTINGEN EN VERMOEIING

Door de wisselende belastingen van wind dient belasting door vermoeiing te worden meegenomen. Bij vermoeiing is het aantal wisselingen en de grootte van de wisseling van belang. In de NEN-EN 1991-1-4:2005 is in bijlage B.3 een figuur opgenomen waarin de verhouding tussen de grootte van de windlast en het aantal keren dat deze optreedt weergegeven.

B.3 Aantal belastingen voor dynamische respons

(1) Figuur B.3 geeft het aantal keren N_g dat de waarden ΔS van een windeffect worden bereikt of overschreden gedurende een periode van 50 jaar. ΔS wordt uitgedrukt in percentage van de waarde S_k, waar S_k het effect is van een windbelasting met een herhalingstijd van 50 jaar.



Figuur B.3 — Aantal windvlaagbelastingen N_g voor een effect $\Delta S/S_k$ gedurende een herhalingstijd van 50 jaar

De relatie wordt omschreven met de volgende uitdrukking

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0{,}7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17{,}4 \cdot \log(N_g) + 100 \qquad \text{(B.9)}$$

Bij vermoeiing wordt bij een bepaald spanningsniveau het aantal wisselingen op dit spanningsniveau bepaald en vervolgens wordt dit vergeleken met het aantal toelaatbare wisselingen op dat spanningsniveau. Door dit voor de voorkomende spanningsniveaus te doen is de weerstand tegen vermoeiing te controleren.

In de ROK van RWS is bovenstaande verdeling gediscretiseerd tot onderstaande tabel:

Tabel 5-1: Aantal wisselingen per windbelasting (referentieperiode 50 jaar)

ΔS / S_k (%)	n
100	1
98	1
90	8
75	90
61	900
48	9000
36	90000
25	900000
16	9000000
9	90000000

Van beton en wapeningsstaal is bekend hoeveel wisselingen bij een bepaald spanningsniveau toelaatbaar zijn. S_K is de spanning met een herhalingstijd van 50 jaar (de spanning waarop de constructie ontworpen is).

Met bovenstaande gegevens is te bepalen welke maximale spanning t.g.v. wind eens in de 50 jaar toelaatbaar is opdat de constructie ook voldoende weerstand tegen vermoeiing heeft.

Wapening
De totale schade van de belastingen dient volgens de beschadigingsregel van Miner kleiner dan 1 te zijn.
De toetsingsprocedure per wisseling conform NEN-EN 1992-1-1:2005, §6.8.4:
Voor de wapening is gekeken naar de toelaatbare spanning voor:

- Rechte staven
- Staven gebogen met een doordiameter 2,5*D
- Gelaste staven

Er volgt (zie berekening hieronder) dat voor gewone rechte staven er geen beperking is, echter gebogen of gelaste staven hebben de volgende spanningsbeperking:

Buigdoorn 2,5ø → 244 N/mm^2
Buigdoorn 5ø → 283 N/mm^2
Gelaste staven → 317 N/mm^2

Omdat bij de toetsing van vermoeiing een ULS toestand met veiligheid 1,0 wordt getoetst, is de spanning altijd minimaal een factor van ca. 1,3 lager dan de normale ULS toestanden.

Bij een toelaatbare spanning van 435 N/mm^2 in ULS volgt bij toetsing op vermoeiing een spanning van maximaal 335 N/mm^2. De toelaatbare spanningen bij vermoeiing zijn nog iets lager. Hier dient in de detaillering rekening mee gehouden te worden. Een toetsing achteraf zal volstaan.

Rechte staven

maximale gebruiksspanning			435	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			162,5	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	
	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	435	7275	0,000137
1	98	426	8048	0,000124
8	90	392	12320	0,000649
90	75	326	30656	0,002936
900	61	265	86133	0,010449
9000	48	209	285505	0,031523
90000	36	157	1394937	0,064519
900000	25	109	37137862	0,024234
9000000	16	70	2061565470	0,004366
90000000	9	39	365674259232	0,000246
			Totale schade	**0,139183665**

Staven gebogen met doorndiameter 2,5*D

maximale gebruiksspanning			244	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			67,4	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	244	1613	0,000620
1	98	239	1784	0,000560
8	90	220	2731	0,002929
90	75	183	6796	0,013243
900	61	149	19095	0,047134
9000	48	117	63292	0,142197
90000	36	88	266714	0,337440
900000	25	61	2466861	0,364836
9000000	16	39	136938283	0,065723
90000000	9	22	24289699180	0,003705
			Totale schade	**0,978388484**

Staven gebogen met doorndiameter 5*D

maximale gebruiksspanning			283	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			78,0	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	283	1591	0,000629
1	98	277	1760	0,000568
8	90	255	2694	0,002970
90	75	212	6702	0,013428
900	61	173	18832	0,047792
9000	48	136	62422	0,144181
90000	36	102	263044	0,342148
900000	25	71	2406099	0,374050
9000000	16	45	133565305	0,067383
90000000	9	25	23691410595	0,003799
			Totale schade	**0,996946687**

Gelaste staven

maximale gebruiksspanning			317	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			58,5	
		k1	3	
		k2	5	
		N*	1,00E+07	

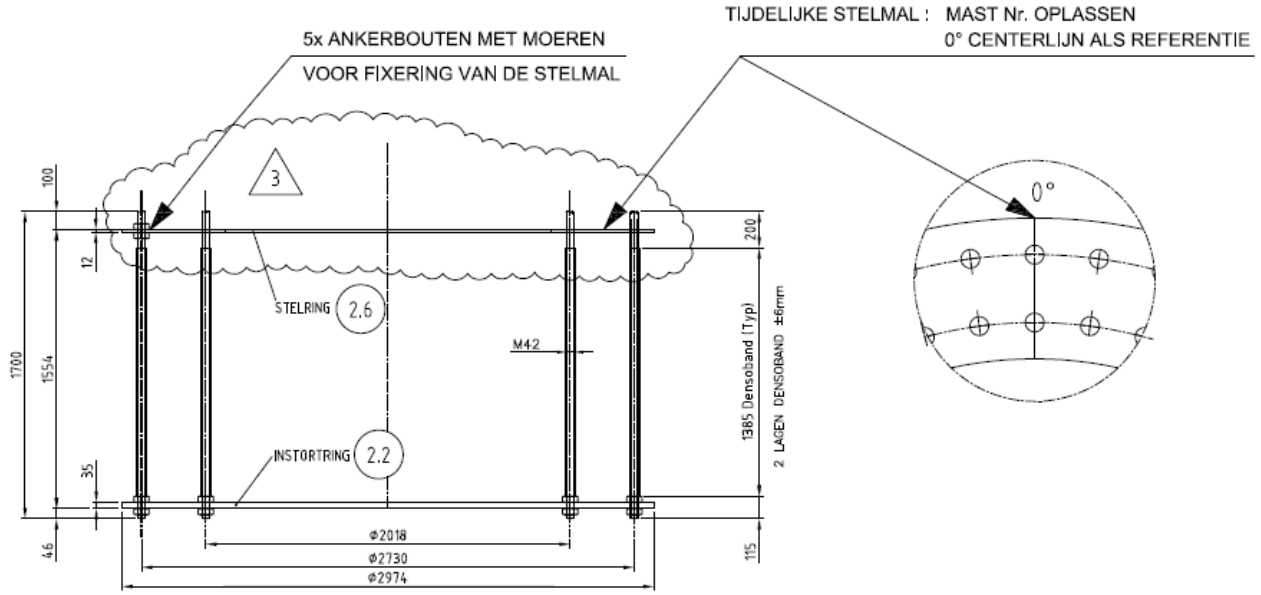
	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	317	62848	0,000016
1	98	311	66775	0,000015
8	90	285	86211	0,000093
90	75	238	148972	0,000604
900	61	193	276886	0,003250
9000	48	152	568285	0,015837
90000	36	114	1347046	0,066813
900000	25	79	4022257	0,223755
9000000	16	51	20411885	0,440920
90000000	9	29	362468668	0,248297
			Totale schade	**0,999600179**

3.4. BEREKENING FUNDERING

De poer is ingevoerd in ene SCIA engineer model. De resultaten zijn bijgesloten in de bijlage

4. VERBINDING MAST-FUNDERING

De masten worden verbonden met de fundering d.m.v. een ingestorte ankerkooi. Een ankerkooi is hieronder weergegeven



DETAIL VERANKERING

NOTA : ALLE RESTERENDE MOEREN EN ONDERLEGRINGEN WORDEN LOS MEEGELEVERD

Prepared by: LV	Material: –	VDL KTI	Project No.: 36002
Revision: 3	Quantity: 2		Workprep. No.:
Date: 5-7-2011	Equipm. no.: W4E350		Pos. No.: ANKERK001

De ankers en platen zijn berekend door Volker Infra Design bij het ontwerp van de masten. De ankerkooi bevindt zich in de ronde opstort. De ronde opstort is d.m.v. stekken verbonden met de kruisvormige balken. De stekken worden in de UO fase berekend.

5. BEREKENING FUNDERING

De poer is ingevoerd in een SCIA engineer model.

Er zijn 2 modellen gedraaid:

Model 1: Lage gescheurde E modulus
Model 2: Matige gescheurde E modulus

6. BIJLAGEN

Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde

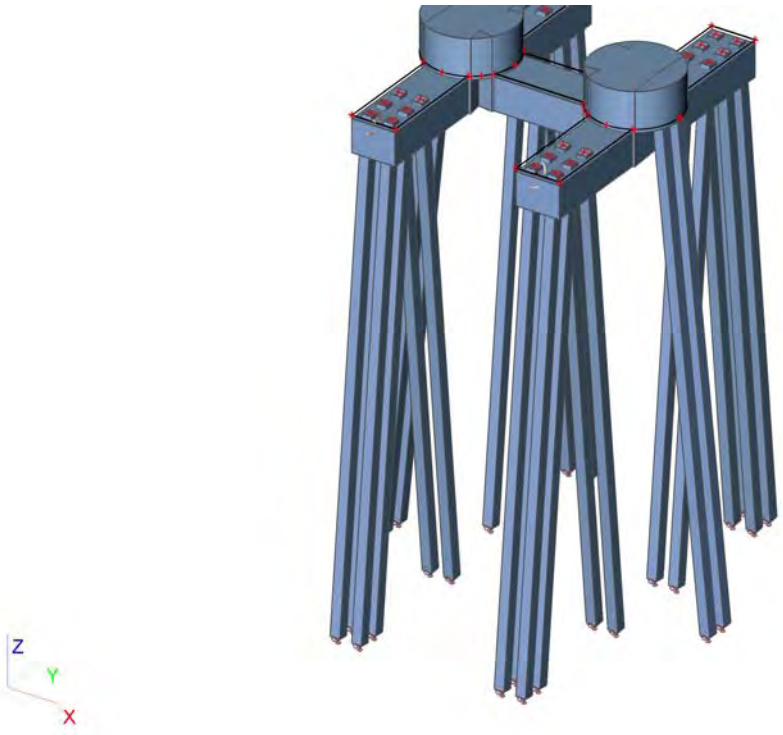
Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – Matige E-waarde

BIJLAGE 1 UITVOER SCIA ENGINEER – LAGE E-WAARDE

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	4
8. Subregio	4
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	5
11. Belastingsgevallen	9
11.1. Belastingsgevallen - BG1	9
11.1.1. Belasting grafisch	9
11.2. Belastingsgevallen - BG3	9
11.2.1. Vrije puntmomenten	10
11.2.2. Genereer vrije lasten	10
11.2.3. Belasting grafisch	11
11.3. Belastingsgevallen - BG2	11
11.3.1. Lasten op oppervlak	11
11.3.2. Belasting grafisch	12
11.4. Belastingsgevallen - BG4	12
11.4.1. Vrije puntmomenten	12
11.4.2. Genereer vrije lasten	12
11.4.3. Belasting grafisch	13
11.5. Belastingsgevallen - BG5	13
11.5.1. Vrije puntmomenten	13
11.5.2. Genereer vrije lasten	14
11.5.3. Belasting grafisch	14
11.6. Belastingsgevallen - BG6	15
11.6.1. Vrije puntmomenten	15
11.6.2. Genereer vrije lasten	15
11.6.3. Belasting grafisch	15
11.7. Belastingsgevallen - BG7	16
11.7.1. Lasten op oppervlak	16
11.7.2. Belasting grafisch	16
12. Combinaties	16
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	17
14. Verplaatsing van knopen SLS 2	17
15. Reacties	17
16. 2D element - Interne krachten; mxD+	18
17. 2D element - Interne krachten; mxD-	19
18. 2D element - Interne krachten; myD+	19
19. 2D element - Interne krachten; myD-	20
20. 2D element - Interne krachten; vx	20
21. 2D element - Interne krachten; vy	21

2. Overzicht

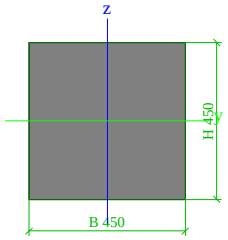


3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	1,1000e+04	0,2	4,5833e+03	0,00	30,00
C35/45	Beton	2500,0	3,4100e+04	0,2	1,4208e+04	0,00	35,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C35/45	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K185	0,000	0,000	0,000
K186	0,000	5,070	0,000
K187	0,000	8,530	0,000
K188	-1,000	6,800	0,000
K189	0,000	13,600	0,000
K190	2,000	13,600	0,000
K191	2,000	8,530	0,000
K192	2,730	7,800	0,000
K193	2,410	8,210	0,000
K194	6,870	7,800	0,000
K195	7,600	8,530	0,000
K196	7,190	8,210	0,000
K197	7,600	13,600	0,000
K198	9,600	13,600	0,000
K199	9,600	8,530	0,000
K200	9,600	5,070	0,000
K201	10,600	6,800	0,000
K202	9,600	0,000	0,000
K203	7,600	0,000	0,000
K204	7,600	5,070	0,000
K205	6,870	5,800	0,000
K206	7,190	5,390	0,000
K207	2,730	5,800	0,000
K208	2,000	5,070	0,000
K209	2,410	5,390	0,000
K210	2,000	0,000	0,000
K211	1,000	8,800	0,000
K212	8,600	8,800	0,000
K213	1,000	4,800	0,000
K214	8,600	4,800	0,000
K215	3,000	6,800	0,000
K216	6,600	6,800	0,000
K217	2,088	5,126	0,000
K218	2,000	5,800	0,000
K219	2,674	5,712	0,000
K220	2,674	7,888	0,000
K221	2,000	7,800	0,000
K222	2,088	8,474	0,000
K223	7,600	7,800	0,000
K224	7,512	8,474	0,000
K225	6,926	7,888	0,000
K226	6,926	5,712	0,000
K227	7,600	5,800	0,000
K228	7,512	5,126	0,000
K229	9,689	8,475	0,000
K230	9,689	5,125	0,000
K231	10,597	6,905	0,000
K232	9,600	6,800	0,000
K233	-0,089	8,475	0,000
K234	0,000	6,800	0,000
K235	-0,089	5,125	0,000
K1	0,500	0,500	0,000
K236	0,500	-1,700	-19,000
K237	1,500	0,500	0,000
K238	1,500	-1,700	-19,000
K239	0,500	1,500	0,000
K240	0,500	-0,700	-19,000
K241	1,500	1,500	0,000
K242	1,500	-0,700	-19,000
K243	0,500	2,500	0,000
K244	0,500	4,700	-19,000
K245	1,500	2,500	0,000
K246	1,500	4,700	-19,000
K247	8,100	4,700	-19,000
K248	9,100	4,700	-19,000
K249	8,100	-0,700	-19,000
K250	9,100	-0,700	-19,000
K251	8,100	0,500	0,000
K252	8,100	-1,700	-19,000
K253	9,100	0,500	0,000
K254	9,100	-1,700	-19,000
K255	8,100	1,500	0,000
K256	9,100	1,500	0,000
K257	8,100	2,500	0,000
K258	9,100	2,500	0,000
K259	0,500	8,900	-19,000
K260	1,500	8,900	-19,000
K261	0,500	14,300	-19,000
K262	1,500	14,300	-19,000
K263	0,500	15,300	-19,000
K264	1,500	15,300	-19,000
K265	8,100	8,900	-19,000
K266	9,100	8,900	-19,000
K267	8,100	14,300	-19,000
K268	9,100	14,300	-19,000
K269	8,100	15,300	-19,000
K270	9,100	15,300	-19,000
K271	0,500	13,100	0,000
K272	1,500	13,100	0,000
K273	0,500	12,100	0,000
K274	1,500	12,100	0,000
K275	0,500	11,100	0,000
K276	1,500	11,100	0,000
K277	8,100	13,100	0,000
K278	9,100	13,100	0,000
K279	8,100	12,100	0,000
K280	9,100	12,100	0,000
K281	8,100	11,100	0,000
K282	9,100	11,100	0,000
K283	-0,500	6,300	0,000
K284	-2,700	6,300	-19,000
K285	-0,500	7,300	0,000
K286	-2,700	7,300	-19,000
K287	10,100	6,300	0,000
K288	12,300	6,300	-19,000
K289	10,100	7,300	0,000
K290	12,300	7,300	-19,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S58	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K1	K236	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S59	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K237	K238	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S60	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K239	K240	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S61	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K241	K242	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S62	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K243	K244	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S63	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K245	K246	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S64	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K251	K252	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S65	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K253	K254	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S66	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K255	K249	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S67	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K256	K250	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S68	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K257	K247	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S69	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K258	K248	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S70	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K271	K263	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S71	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K272	K264	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S72	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K273	K261	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S73	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K274	K262	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S74	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K275	K259	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S75	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K276	K260	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S76	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K277	K269	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S77	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K278	K270	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S78	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K279	K267	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S79	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K280	K268	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S80	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K281	K265	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S81	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K282	K266	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S82	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K283	K284	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S83	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K285	K286	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S84	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K287	K288	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S85	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,127	Lijn	K289	K290	Algemeen (0)	standaard	Laag1

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E3	C30/37	3300	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio11	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K187	Lijn
					K189	Lijn
					K190	Lijn
					K191	Cirkelboog
					K211	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio12	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K195	Lijn
					K197	Lijn
					K198	Lijn
					K199	Cirkelboog
					K212	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio13	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K186	Cirkelboog
					K213	
					K208	Lijn
					K210	Lijn
					K185	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio14	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K204	Cirkelboog
					K214	
					K200	Lijn
					K202	Lijn
					K203	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio15	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K207	Cirkelboog
					K215	
					K192	Lijn
					K194	Cirkelboog
					K216	
					K205	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio16	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K217	Lijn
					K218	Lijn
					K219	Cirkelboog
					K209	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio17	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K220	Lijn
					K221	Lijn
					K222	Cirkelboog
					K193	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio18	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K223	Lijn
					K224	Cirkelboog
					K196	
					K225	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio19	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K226	Lijn
					K227	Lijn
					K228	Cirkelboog
					K206	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio20	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K229	Cirkelboog
					K231	
					K230	Lijn
					K232	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio21	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K233	Lijn
					K234	Lijn
					K235	Cirkelboog
					K188	

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn1	K236	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K238	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K240	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	K242	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn5	K244	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn6	K246	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn7	K247	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn8	K248	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K249	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn10	K250	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn11	K252	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn12	K254	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn13	K259	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K260	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn15	K261	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn16	K262	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn17	K263	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn18	K264	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn19	K265	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn20	K266	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn21	K267	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn22	K268	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn23	K269	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn24	K270	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn25	K284	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn26	K286	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn27	K288	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn28	K290	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S58	Slb246 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb247 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb248 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb249 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb250 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb251 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb252 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb253 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb254 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb255 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb256 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb257 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb258 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb259 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb260 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb261 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb262 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb263 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb264 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb265 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S62	Slb266 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S62	Slb267 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S62	Slb268 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S62	Slb269 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S62	Slb270 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb271 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb272 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb273 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb274 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb275 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb276 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb277 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb278 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb279 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb280 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb281 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb282 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb283 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb284 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb285 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb286 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb287 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb288 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb289 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb290 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb291 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb292 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb293 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb294 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb295 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb296 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb297 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb298 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb299 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb300 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S69	Slb301 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S69	Slb302 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S69	Slb303 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S69	Slb304 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S69	Slb305 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb306 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb307 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb308 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb309 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb310 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb311 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb312 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb313 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb314 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb315 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb316 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb317 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb318 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb319 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb320 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb321 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb322 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb323 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb324 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb325 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb326 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb327 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb328 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb329 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb330 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb331 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb332 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb333 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb334 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb335 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S76	Slb336 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S76	Slb337 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S76	Slb338 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S76	Slb339 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S76	Slb340 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb341 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb342 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb343 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb344 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb345 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb346 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb347 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb348 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb349 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb350 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb351 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb352 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb353 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb354 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb355 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb356 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb357 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb358 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb359 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb360 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb361 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb362 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb363 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb364 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb365 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb366 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb367 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb368 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb369 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb370 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb371 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb372 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb373 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb374 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb375 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij

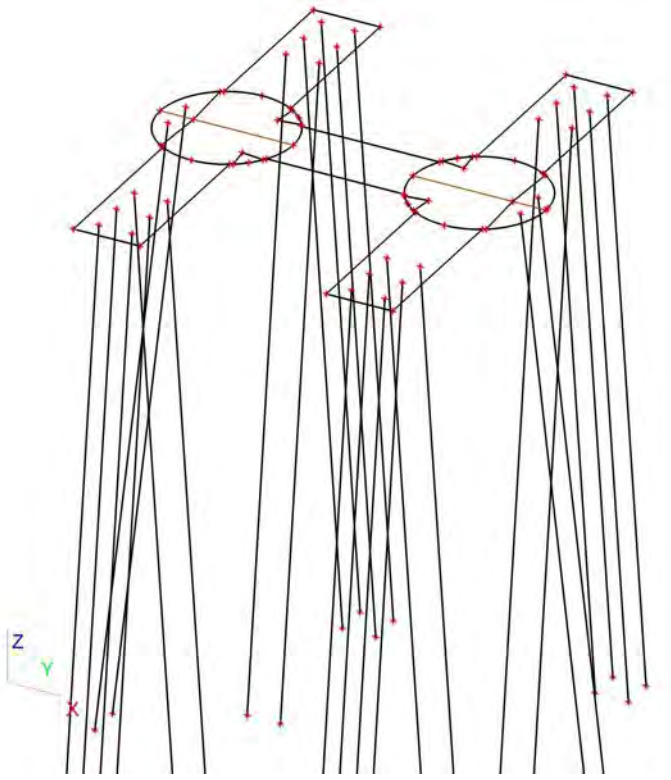
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S84	Slb376 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S84	Slb377 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S84	Slb378 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S84	Slb379 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S84	Slb380 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb381 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb382 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb383 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb384 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb385 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

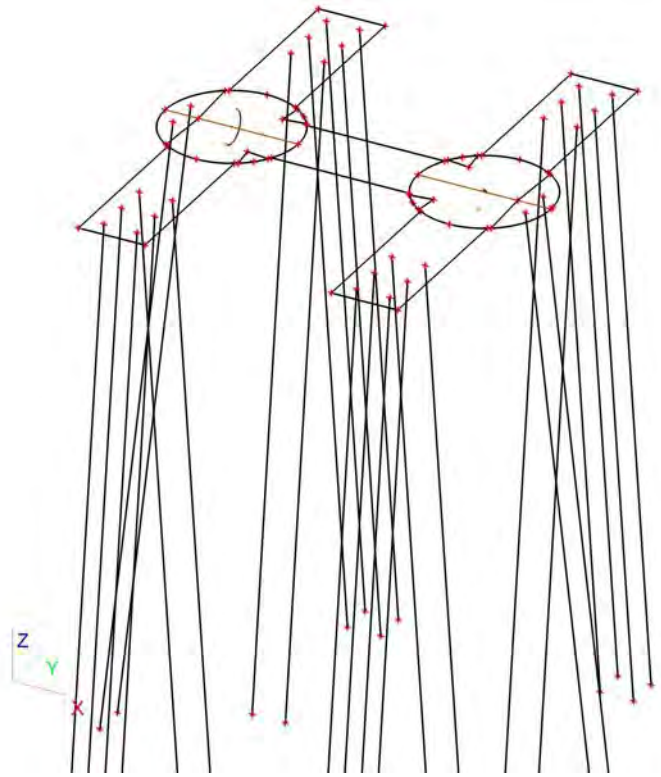
11.2.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	-33589,00	BG3 - ULS 1	1,000	6,800	0,000	1,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	-33589,00	BG3 - ULS 1	8,600	6,800	0,000	8,600	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	4631,00	BG3 - ULS 1	1,000	6,800	0,000	1,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	4631,00	BG3 - ULS 1	8,600	6,800	0,000	8,600	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	2379,15	BG3 - ULS 1	1,000	6,800	0,000	1,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	2379,15	BG3 - ULS 1	8,600	6,800	0,000	8,600	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	573,75	BG3 - ULS 1	1,000	6,800	0,000	-15,410	6,807	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	573,75	BG3 - ULS 1	8,600	6,800	0,000	-7,810	6,807	0,000	GCS

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E3	Z	Punt Kracht	FF1	-725,00	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E3	Z	Punt Kracht	FF2	-725,00	GCS Lengte
GFF5	BG3 - ULS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM6	2379,15	GCS Lengte
GFF6	BG3 - ULS 1	E3	Y	Punt Kracht	FF3	933,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E3	X	Punt Kracht	FF5	225,00	GCS Lengte
GFF9	BG3 - ULS 1	E3	Y	Punt Kracht	FF4	933,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E3	X	Punt Kracht	FF6	225,00	GCS Lengte
GFF25	BG3 - ULS 1	E3	My	Punt Moment	FM7	573,75	GCS Lengte
GFF27	BG3 - ULS 1	E3	My	Punt Moment	FM8	573,75	GCS Lengte
GFF41	BG3 - ULS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM1	-33589,00	GCS Lengte
GFF42	BG3 - ULS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM2	-33589,00	GCS Lengte
GFF43	BG3 - ULS 1	E3	My	Punt Moment	FM3	4631,00	GCS Lengte
GFF44	BG3 - ULS 1	E3	My	Punt Moment	FM4	4631,00	GCS Lengte
GFF45	BG3 - ULS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM5	2379,15	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



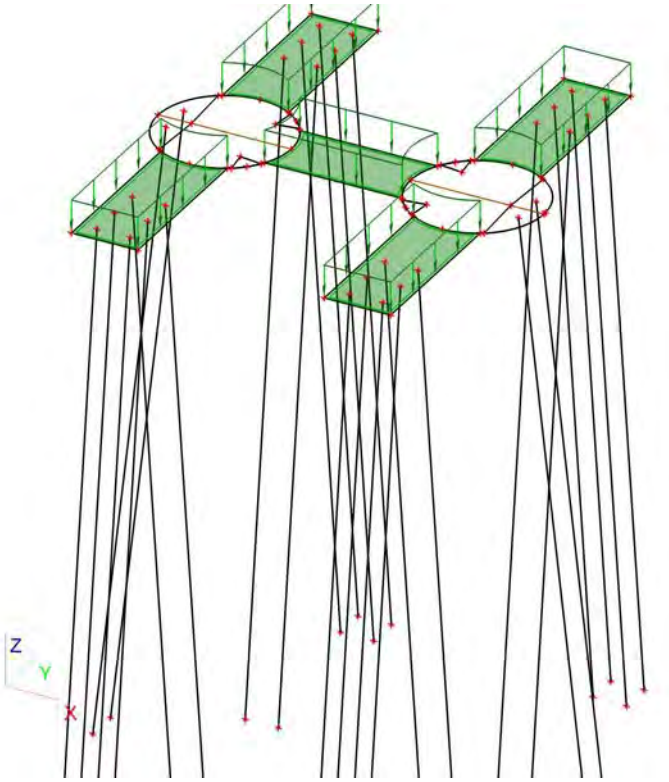
11.3. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG8	Standaard

11.3.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF8	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF9	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF10	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF11	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF12	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte

11.3.2. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.4.1. Vrije puntmomenten

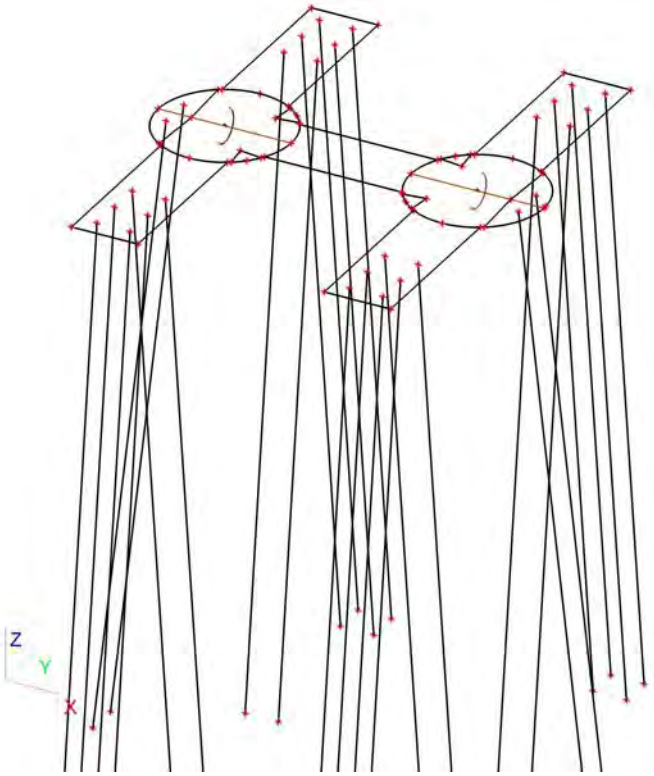
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	-37033,00	BG4 - ULS 2	1,000	6,800	0,000	2,253	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	-37033,00	BG4 - ULS 2	8,600	6,800	0,000	10,025	6,794	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	3864,00	BG4 - ULS 2	1,000	6,800	0,000	-13,975	6,794	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	3864,00	BG4 - ULS 2	8,600	6,800	0,000	-6,547	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	2567,85	BG4 - ULS 2	1,000	6,800	0,000	-15,400	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	2567,85	BG4 - ULS 2	8,600	6,800	0,000	-7,800	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	334,05	BG4 - ULS 2	1,000	6,800	0,000	-15,400	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	334,05	BG4 - ULS 2	8,600	6,800	0,000	-7,800	6,800	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF2	BG4 - ULS 2	E3	Y	Punt Kracht	FF9	1007,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E3	Z	Punt Kracht	FF7	-877,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM13	2567,85	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E3	Z	Punt Kracht	FF8	-877,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM14	2567,85	GCS Lengte
GFF16	BG4 - ULS 2	E3	Y	Punt Kracht	FF10	1007,00	GCS Lengte
GFF18	BG4 - ULS 2	E3	X	Punt Kracht	FF11	131,00	GCS Lengte
GFF19	BG4 - ULS 2	E3	X	Punt Kracht	FF12	131,00	GCS Lengte
GFF20	BG4 - ULS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM10	-37033,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF22	BG4 - ULS 2	E3	My	Punt Moment	FM15	 334,05	GCS Lengte
GFF24	BG4 - ULS 2	E3	My	Punt Moment	FM16	 334,05	GCS Lengte
GFF29	BG4 - ULS 2	E3	My	Punt Moment	FM11	 3864,00	GCS Lengte
GFF31	BG4 - ULS 2	E3	My	Punt Moment	FM12	 3864,00	GCS Lengte
GFF46	BG4 - ULS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM9	 -37033,00	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

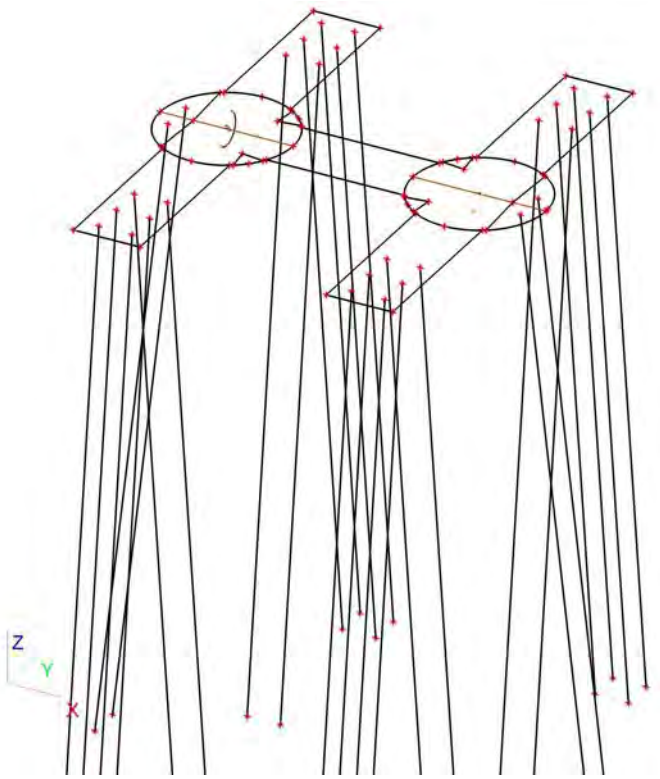
11.5.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-36800,40	BG5 - SLS 1	1,000	6,800	0,000	0,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-36800,40	BG5 - SLS 1	8,600	6,800	0,000	7,600	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	7506,80	BG5 - SLS 1	1,000	6,800	0,000	0,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	7506,80	BG5 - SLS 1	8,600	6,800	0,000	7,600	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	2552,55	BG5 - SLS 1	1,000	6,800	0,000	0,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	2552,55	BG5 - SLS 1	8,600	6,800	0,000	7,600	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	2552,55	BG5 - SLS 1	1,000	6,800	0,000	0,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	2552,55	BG5 - SLS 1	8,600	6,800	0,000	7,600	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	3023,79	BG5 - SLS 1	1,000	6,800	0,000	0,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	3023,79	BG5 - SLS 1	8,600	6,800	0,000	7,600	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	510,51	BG5 - SLS 1	1,000	6,800	0,000	-16,410	6,807	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	510,51	BG5 - SLS 1	8,600	6,800	0,000	-8,810	6,807	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM19	 7506,80	GCS Lengte
GFF8	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM17	 -36800,40	GCS Lengte
GFF11	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM18	 -36800,40	GCS Lengte
GFF17	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM20	 7506,80	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E3	Z	Punt Kracht	FF13	-954,80	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E3	Z	Punt Kracht	FF14	-954,80	GCS Lengte
GFF26	BG5 - SLS 1	E3	Y	Punt Kracht	FF15	1001,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E3	Y	Punt Kracht	FF16	1001,00	GCS Lengte
GFF30	BG5 - SLS 1	E3	X	Punt Kracht	FF17	225,40	GCS Lengte
GFF32	BG5 - SLS 1	E3	X	Punt Kracht	FF18	225,40	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM29	 3023,79	GCS Lengte
GFF40	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM30	 3023,79	GCS Lengte
GFF47	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM21	 2552,55	GCS Lengte
GFF48	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM22	 2552,55	GCS Lengte
GFF49	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM23	 2552,55	GCS Lengte
GFF50	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM24	 2552,55	GCS Lengte
GFF55	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM31	 510,51	GCS Lengte
GFF56	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM32	 510,51	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

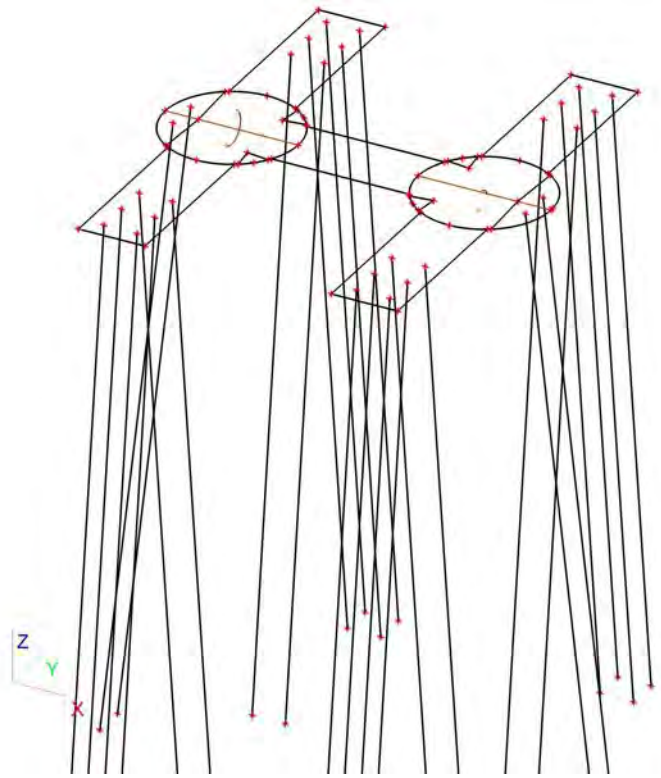
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-42985,60	BG6 - SLS 2	1,000	6,800	0,000	0,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-42985,60	BG6 - SLS 2	8,600	6,800	0,000	7,600	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	6496,00	BG6 - SLS 2	1,000	6,800	0,000	0,000	6,800	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	6496,00	BG6 - SLS 2	8,600	6,800	0,000	7,600	6,800	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF33	BG6 - SLS 2	E3	Z	Punt Kracht	FF19	-1009,40	GCS Lengte
GFF34	BG6 - SLS 2	E3	Z	Punt Kracht	FF20	-1009,40	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E3	Y	Punt Kracht	FF21	1185,80	GCS Lengte
GFF36	BG6 - SLS 2	E3	Y	Punt Kracht	FF22	1185,80	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E3	X	Punt Kracht	FF23	200,20	GCS Lengte
GFF39	BG6 - SLS 2	E3	X	Punt Kracht	FF24	200,20	GCS Lengte
GFF51	BG6 - SLS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM25	-42985,60	GCS Lengte
GFF52	BG6 - SLS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM26	-42985,60	GCS Lengte
GFF53	BG6 - SLS 2	E3	My	Punt Moment	FM27	6496,00	GCS Lengte
GFF54	BG6 - SLS 2	E3	My	Punt Moment	FM28	6496,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



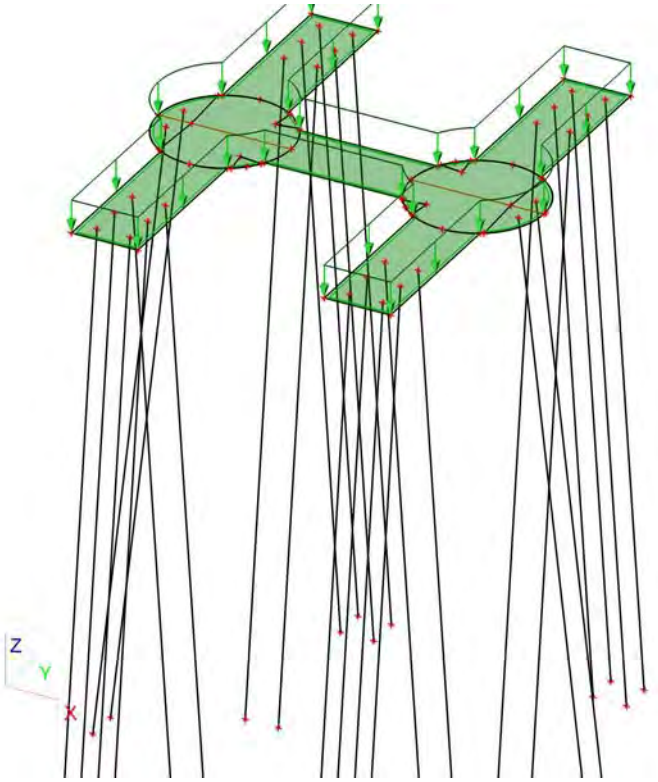
11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m^2]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF7	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch



12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG5	Snede2	342	0,000	**3,0**	6,8	-2,9	-2,7	**1,1**	0,2
BG5	Snede1	1256	0,258	**3,2**	6,8	4,3	-2,7	1,5	-0,3
BG5	Snede1	110	4,000	3,2	**6,8**	-0,9	-2,7	1,3	-0,2
BG5	Snede2	229	2,048	3,0	**6,8**	-5,3	**-3,5**	1,5	0,2
BG5	Snede2	1207	4,000	3,0	6,8	**-7,7**	-2,7	1,3	0,2
BG5	Snede1	1256	0,000	3,2	6,8	**4,6**	**-2,7**	1,5	-0,3
BG5	Snede1	57	1,971	3,2	6,8	1,8	-3,5	**1,7**	-0,2
BG5	Snede1	1229	0,516	3,2	6,8	3,9	-2,8	1,5	**-0,3**
BG5	Snede2	1179	3,516	3,0	6,8	-7,1	-2,7	1,3	**0,3**

14. Verplaatsing van knopen SLS 2

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG6

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG6	Snede2	342	0,000	**2,2**	**8,3**	-2,6	-3,8	**0,7**	0,4
BG6	Snede1	57	1,971	**2,4**	8,4	0,3	-4,7	**1,1**	-0,5
BG6	Snede2	229	2,048	2,2	**8,4**	-4,1	**-4,8**	0,9	0,5
BG6	Snede2	1207	4,000	2,2	8,4	**-5,5**	-3,7	0,8	0,5
BG6	Snede1	1256	0,000	2,4	8,4	**2,2**	**-3,7**	1,0	-0,5
BG6	Snede1	1256	0,258	2,4	8,4	2,0	-3,8	1,0	**-0,5**
BG6	Snede2	1226	3,757	2,2	8,4	-5,3	-3,8	0,8	**0,5**

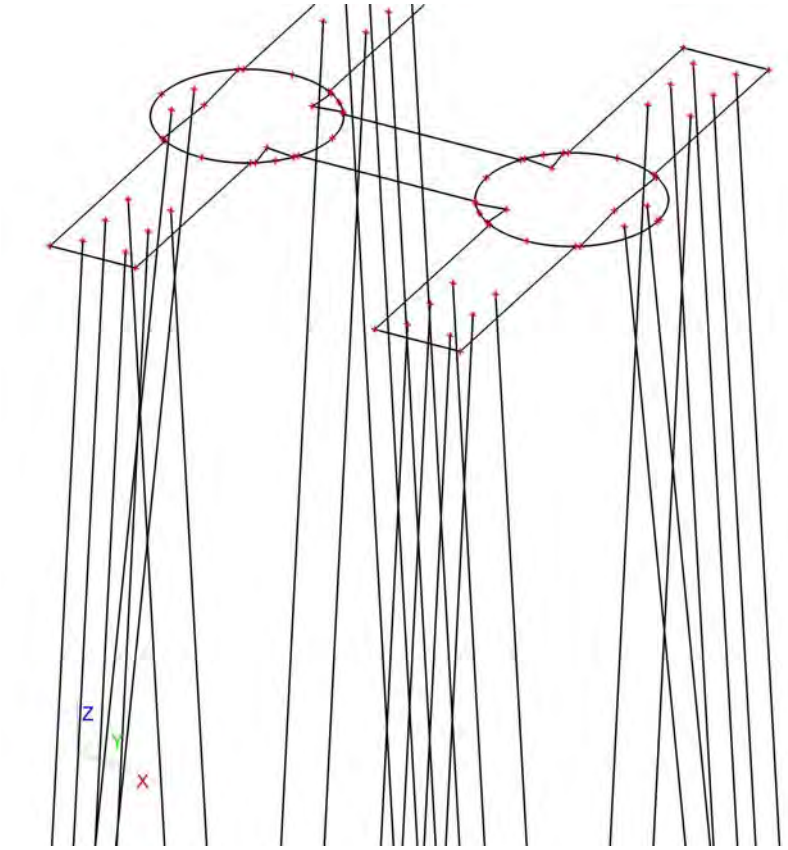
15. Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

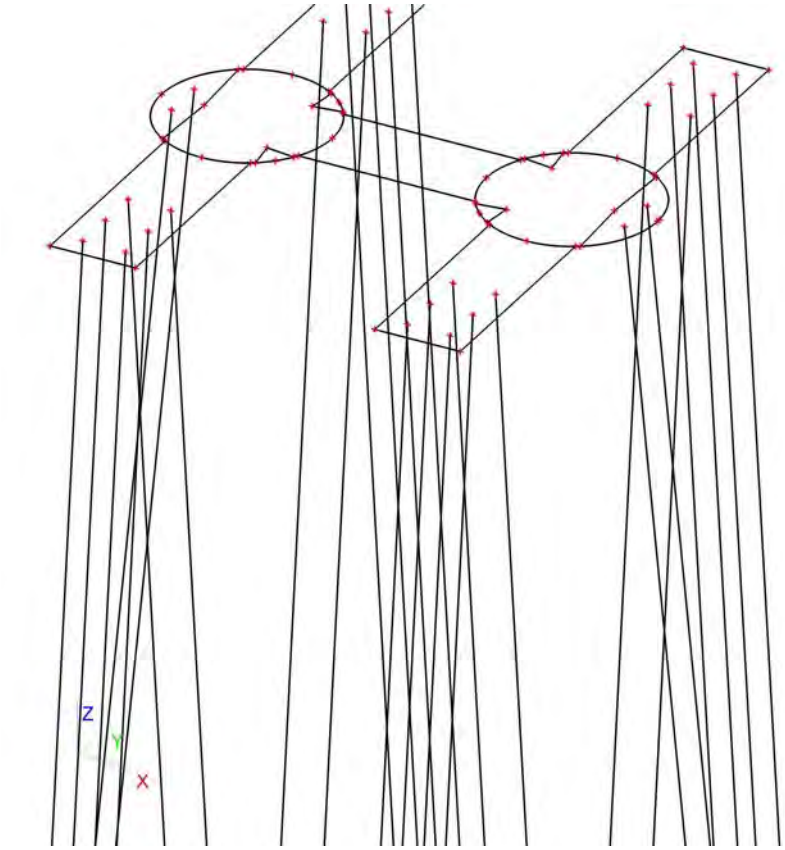
Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn28/K290	Combi1/1	**-108,27**	-0,24	835,50	0,00	0,00	0,00
Sn26/K286	Combi2/2	**61,24**	-0,25	475,94	0,00	0,00	0,00
Sn21/K267	Combi2/2	-0,05	**-135,87**	1045,75	0,00	0,00	0,00
Sn19/K265	Combi2/2	-0,06	**141,97**	**1097,02**	0,00	0,00	0,00
Sn3/K240	Combi6/3	-0,05	-61,47	**-467,04**	0,00	0,00	0,00
Sn27/K288	Combi4/4	-70,70	-0,15	547,73	**0,00**	0,00	0,00
Sn28/K290	Combi4/4	-87,83	-0,15	679,19	**0,00**	0,00	0,00
Sn2/K238	Combi3/5	-0,05	3,95	37,14	0,00	**0,00**	0,00

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn12/K254	Combi3/5	-0,05	5,30	47,43	0,00	**0,00**	0,00
Sn12/K254	Combi4/4	-0,03	0,71	12,37	0,00	0,00	**0,00**
Sn2/K238	Combi3/6	-0,01	42,50	331,71	0,00	0,00	**0,00**

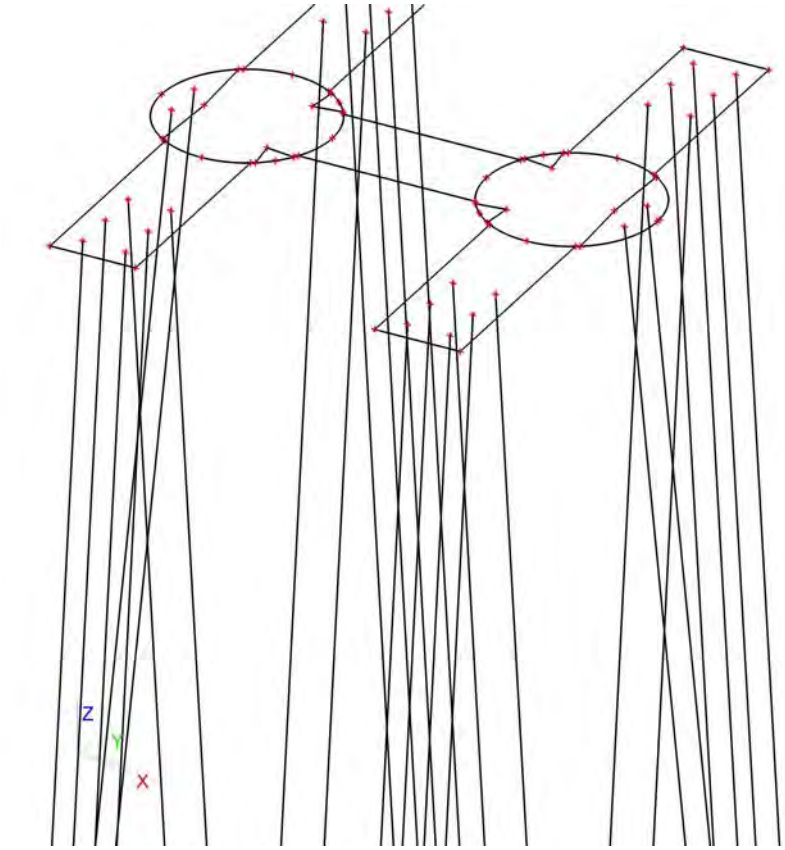
16. 2D element - Interne krachten; mxD+



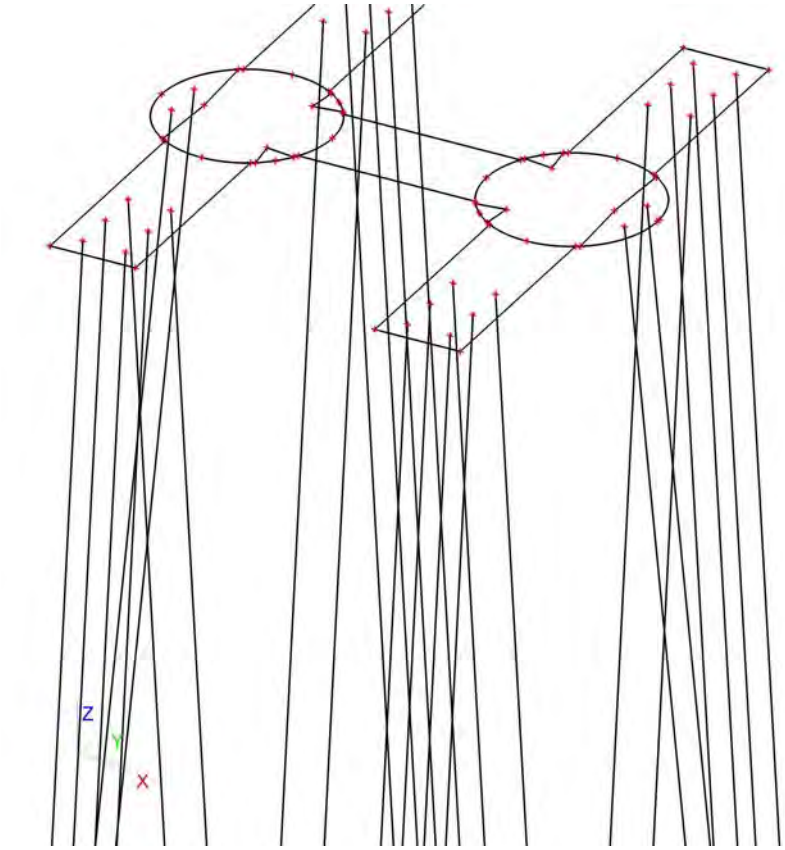
17. 2D element - Interne krachten; mxD-



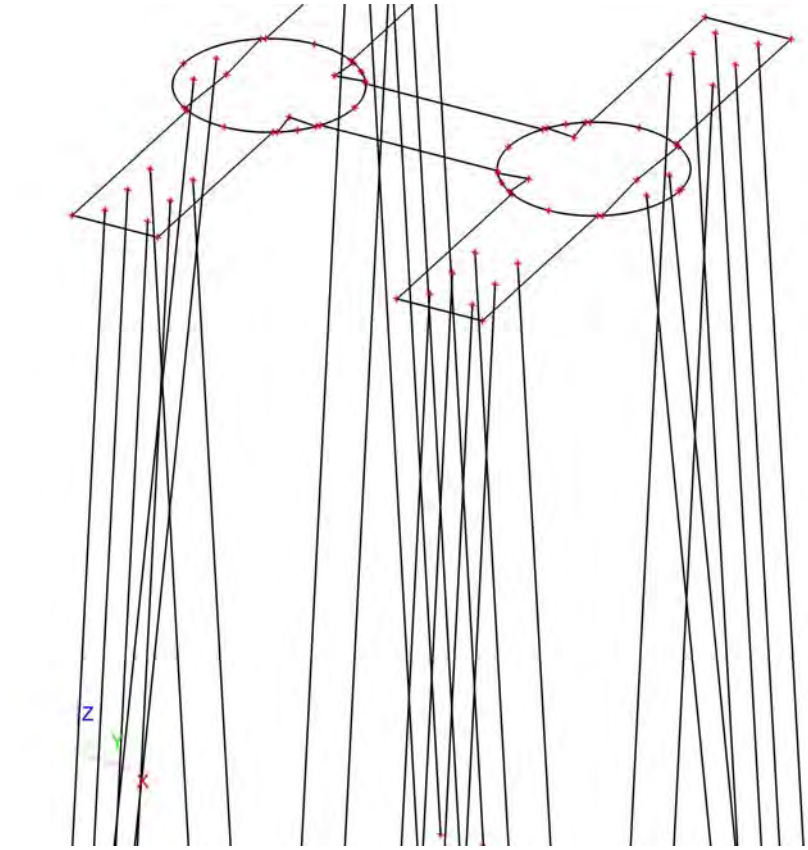
18. 2D element - Interne krachten; myD+



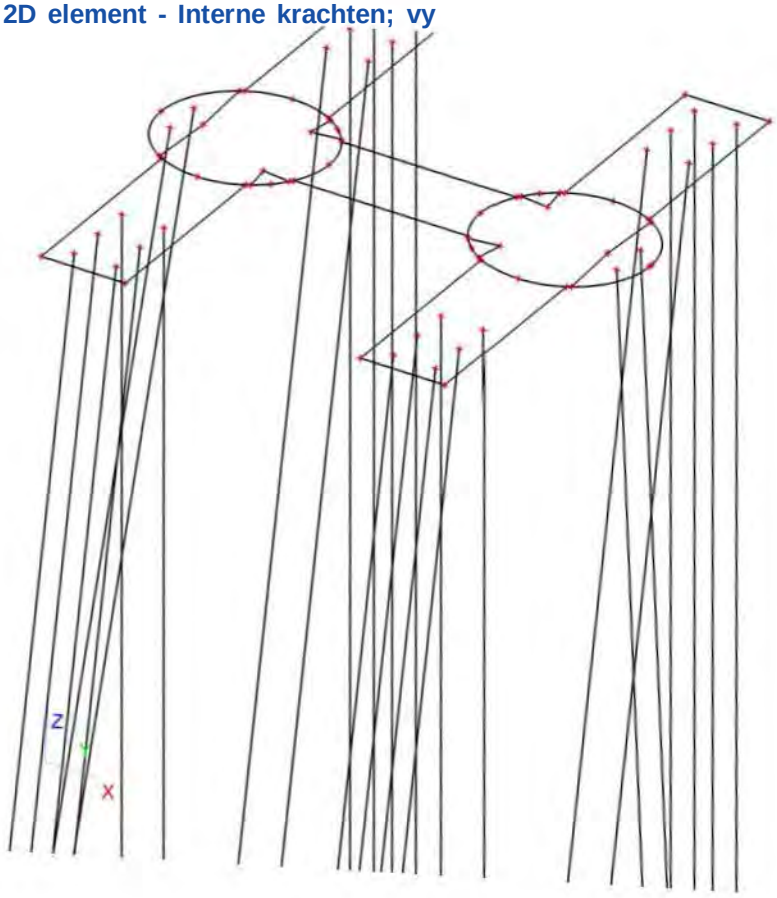
19. 2D element - Interne krachten; myD-



20. 2D element - Interne krachten; vx



21. 2D element - Interne krachten; vy

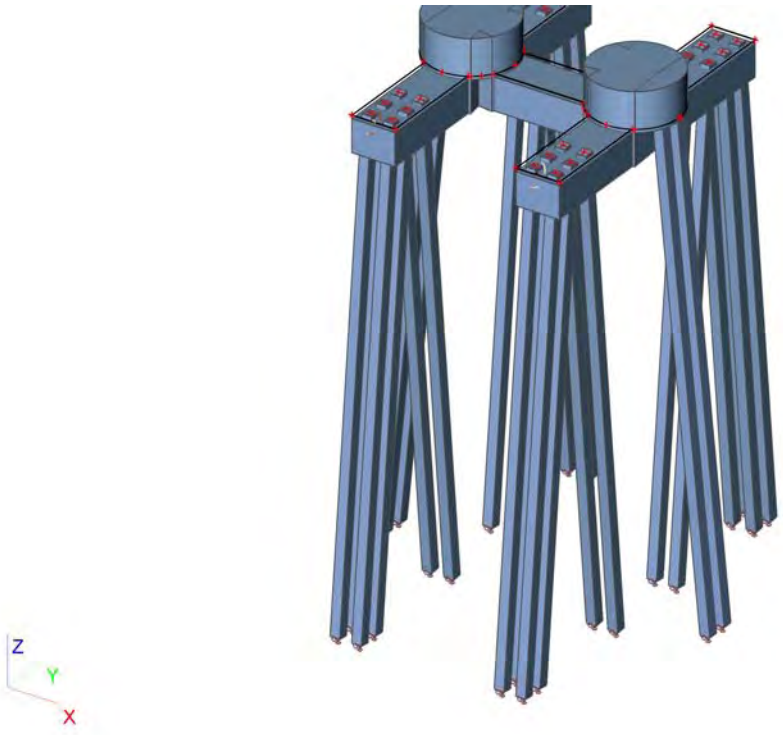


BIJLAGE 2 UITVOER SCIA ENGINEER – MATIGE E-WAARDE

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	4
8. Subregio	4
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	5
11. Belastingsgevallen	9
11.1. Belastingsgevallen - BG1	9
11.1.1. Belasting grafisch	9
11.2. Belastingsgevallen - BG3	9
11.2.1. Vrije puntmomenten	10
11.2.2. Genereer vrije lasten	10
11.2.3. Belasting grafisch	11
11.3. Belastingsgevallen - BG2	11
11.3.1. Lasten op oppervlak	11
11.3.2. Belasting grafisch	12
11.4. Belastingsgevallen - BG4	12
11.4.1. Vrije puntmomenten	12
11.4.2. Genereer vrije lasten	12
11.4.3. Belasting grafisch	13
11.5. Belastingsgevallen - BG5	13
11.5.1. Vrije puntmomenten	13
11.5.2. Genereer vrije lasten	14
11.5.3. Belasting grafisch	14
11.6. Belastingsgevallen - BG6	15
11.6.1. Vrije puntmomenten	15
11.6.2. Genereer vrije lasten	15
11.6.3. Belasting grafisch	15
11.7. Belastingsgevallen - BG7	16
11.7.1. Lasten op oppervlak	16
11.7.2. Belasting grafisch	16
12. Combinaties	16
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	17
14. Verplaatsing van knopen SLS 2	17
15. Reacties	17
16. 2D element - Interne krachten; mxD+	18
17. 2D element - Interne krachten; mxD-	18
18. 2D element - Interne krachten; myD+	19
19. 2D element - Interne krachten; myD-	19
20. 2D element - Interne krachten; vx	20
21. 2D element - Interne krachten; vy	20

2. Overzicht

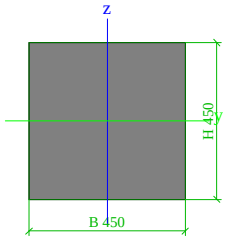


3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	2,2000e+04	0,2	9,1667e+03	0,00	30,00
C35/45	Beton	2500,0	3,4100e+04	0,2	1,4208e+04	0,00	35,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C35/45	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K185	0,000	0,000	0,000
K186	0,000	5,070	0,000
K187	0,000	8,530	0,000
K188	-1,000	6,800	0,000
K189	0,000	13,600	0,000
K190	2,000	13,600	0,000
K191	2,000	8,530	0,000
K192	2,730	7,800	0,000
K193	2,410	8,210	0,000
K194	6,870	7,800	0,000
K195	7,600	8,530	0,000
K196	7,190	8,210	0,000
K197	7,600	13,600	0,000
K198	9,600	13,600	0,000
K199	9,600	8,530	0,000
K200	9,600	5,070	0,000
K201	10,600	6,800	0,000
K202	9,600	0,000	0,000
K203	7,600	0,000	0,000
K204	7,600	5,070	0,000
K205	6,870	5,800	0,000
K206	7,190	5,390	0,000
K207	2,730	5,800	0,000
K208	2,000	5,070	0,000
K209	2,410	5,390	0,000
K210	2,000	0,000	0,000
K211	1,000	8,800	0,000
K212	8,600	8,800	0,000
K213	1,000	4,800	0,000
K214	8,600	4,800	0,000
K215	3,000	6,800	0,000
K216	6,600	6,800	0,000
K217	2,088	5,126	0,000
K218	2,000	5,800	0,000
K219	2,674	5,712	0,000
K220	2,674	7,888	0,000
K221	2,000	7,800	0,000
K222	2,088	8,474	0,000
K223	7,600	7,800	0,000
K224	7,512	8,474	0,000
K225	6,926	7,888	0,000
K226	6,926	5,712	0,000
K227	7,600	5,800	0,000
K228	7,512	5,126	0,000
K229	9,689	8,475	0,000
K230	9,689	5,125	0,000
K231	10,597	6,905	0,000
K232	9,600	6,800	0,000
K233	-0,089	8,475	0,000
K234	0,000	6,800	0,000
K235	-0,089	5,125	0,000
K1	0,500	0,500	0,000
K236	0,500	-1,700	-22,000
K237	1,500	0,500	0,000
K238	1,500	-1,700	-22,000
K239	0,500	1,500	0,000
K240	0,500	-0,700	-22,000
K241	1,500	1,500	0,000
K242	1,500	-0,700	-22,000
K243	0,500	2,500	0,000
K244	0,500	4,700	-22,000
K245	1,500	2,500	0,000
K246	1,500	4,700	-22,000
K247	8,100	4,700	-22,000
K248	9,100	4,700	-22,000
K249	8,100	-0,700	-22,000
K250	9,100	-0,700	-22,000
K251	8,100	0,500	0,000
K252	8,100	-1,700	-22,000
K253	9,100	0,500	0,000
K254	9,100	-1,700	-22,000
K255	8,100	1,500	0,000
K256	9,100	1,500	0,000
K257	8,100	2,500	0,000
K258	9,100	2,500	0,000
K259	0,500	8,900	-22,000
K260	1,500	8,900	-22,000
K261	0,500	14,300	-22,000
K262	1,500	14,300	-22,000
K263	0,500	15,300	-22,000
K264	1,500	15,300	-22,000
K265	8,100	8,900	-22,000
K266	9,100	8,900	-22,000
K267	8,100	14,300	-22,000
K268	9,100	14,300	-22,000
K269	8,100	15,300	-22,000
K270	9,100	15,300	-22,000
K271	0,500	13,100	0,000
K272	1,500	13,100	0,000
K273	0,500	12,100	0,000
K274	1,500	12,100	0,000
K275	0,500	11,100	0,000
K276	1,500	11,100	0,000
K277	8,100	13,100	0,000
K278	9,100	13,100	0,000
K279	8,100	12,100	0,000
K280	9,100	12,100	0,000
K281	8,100	11,100	0,000
K282	9,100	11,100	0,000
K283	-0,500	6,300	0,000
K284	-2,700	6,300	-22,000
K285	-0,500	7,300	0,000
K286	-2,700	7,300	-22,000
K287	10,100	6,300	0,000
K288	12,300	6,300	-22,000
K289	10,100	7,300	0,000
K290	12,300	7,300	-22,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S58	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K1	K236	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S59	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K237	K238	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S60	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K239	K240	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S61	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K241	K242	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S62	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K243	K244	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S63	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K245	K246	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S64	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K251	K252	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S65	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K253	K254	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S66	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K255	K249	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S67	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K256	K250	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S68	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K257	K247	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S69	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K258	K248	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S70	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K271	K263	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S71	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K272	K264	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S72	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K273	K261	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S73	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K274	K262	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S74	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K275	K259	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S75	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K276	K260	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S76	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K277	K269	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S77	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K278	K270	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S78	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K279	K267	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S79	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K280	K268	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S80	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K281	K265	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S81	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K282	K266	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S82	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K283	K284	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S83	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K285	K286	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S84	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K287	K288	Algemeen (0)	standaard	Laag1
S85	CS1 - Rechthoek (450; 450)	22,110	Lijn	K289	K290	Algemeen (0)	standaard	Laag1

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E3	C30/37	3300	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio11	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K187	Lijn
					K189	Lijn
					K190	Lijn
					K191	Cirkelboog
					K211	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio12	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K195	Lijn
					K197	Lijn
					K198	Lijn
					K199	Cirkelboog
					K212	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio13	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K186	Cirkelboog
					K213	
					K208	Lijn
					K210	Lijn
					K185	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio14	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K204	Cirkelboog
					K214	
					K200	Lijn
					K202	Lijn
					K203	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio15	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1500	K207	Cirkelboog
					K215	
					K192	Lijn
					K194	Cirkelboog
					K216	
					K205	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio16	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K217	Lijn
					K218	Lijn
					K219	Cirkelboog
					K209	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio17	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K220	Lijn
					K221	Lijn
					K222	Cirkelboog
					K193	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio18	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K223	Lijn
					K224	Cirkelboog
					K196	
					K225	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio19	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K226	Lijn
					K227	Lijn
					K228	Cirkelboog
					K206	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio20	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K229	Cirkelboog
					K231	
					K230	Lijn
					K232	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio21	E3	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K233	Lijn
					K234	Lijn
					K235	Cirkelboog
					K188	

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn1	K236	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K238	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K240	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	K242	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn5	K244	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn6	K246	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn7	K247	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn8	K248	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K249	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn10	K250	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn11	K252	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn12	K254	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn13	K259	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K260	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn15	K261	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn16	K262	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn17	K263	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn18	K264	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn19	K265	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn20	K266	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn21	K267	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn22	K268	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn23	K269	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn24	K270	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn25	K284	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn26	K286	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn27	K288	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sn28	K290	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	9,0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S58	Slb246 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb247 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb248 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb249 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S58	Slb250 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb251 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb252 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb253 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb254 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb255 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb256 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb257 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb258 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb259 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S60	Slb260 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb261 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb262 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb263 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb264 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S61	Slb265 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S62	Slb266 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S62	Slb267 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S62	Slb268 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S62	Slb269 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S62	Slb270 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb271 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb272 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb273 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb274 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S63	Slb275 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb276 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb277 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb278 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb279 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S64	Slb280 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb281 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb282 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb283 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb284 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S65	Slb285 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb286 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb287 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb288 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb289 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb290 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb291 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb292 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb293 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb294 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb295 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb296 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb297 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb298 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb299 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S68	Slb300 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S69	Slb301 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S69	Slb302 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S69	Slb303 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S69	Slb304 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S69	Slb305 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb306 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb307 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb308 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb309 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S70	Slb310 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb311 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb312 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb313 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb314 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S71	Slb315 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb316 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb317 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb318 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb319 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S72	Slb320 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb321 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb322 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb323 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb324 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S73	Slb325 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb326 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb327 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb328 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb329 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S74	Slb330 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb331 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb332 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb333 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb334 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S75	Slb335 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S76	Slb336 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S76	Slb337 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S76	Slb338 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S76	Slb339 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S76	Slb340 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb341 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb342 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb343 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb344 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S77	Slb345 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb346 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb347 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb348 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb349 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S78	Slb350 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb351 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb352 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb353 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb354 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb355 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb356 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb357 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb358 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb359 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb360 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb361 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb362 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb363 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb364 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb365 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb366 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb367 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb368 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb369 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb370 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb371 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb372 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb373 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb374 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb375 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij

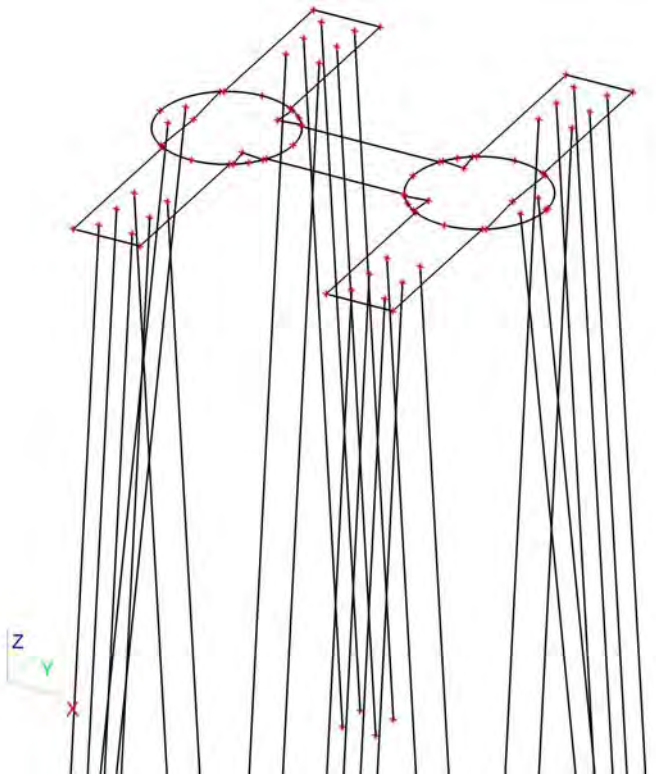
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S84	Slb376 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S84	Slb377 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S84	Slb378 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S84	Slb379 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S84	Slb380 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb381 LCS	0,000 0,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb382 LCS	0,900 6,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e+00	Verend	6,0000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb383 LCS	6,400 10,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2000e+00	Verend	1,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb384 LCS	10,900 12,900	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	7,2000e+00	Verend	7,2000e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S85	Slb385 LCS	12,900 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,4400e+01	Verend	1,4400e+01	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

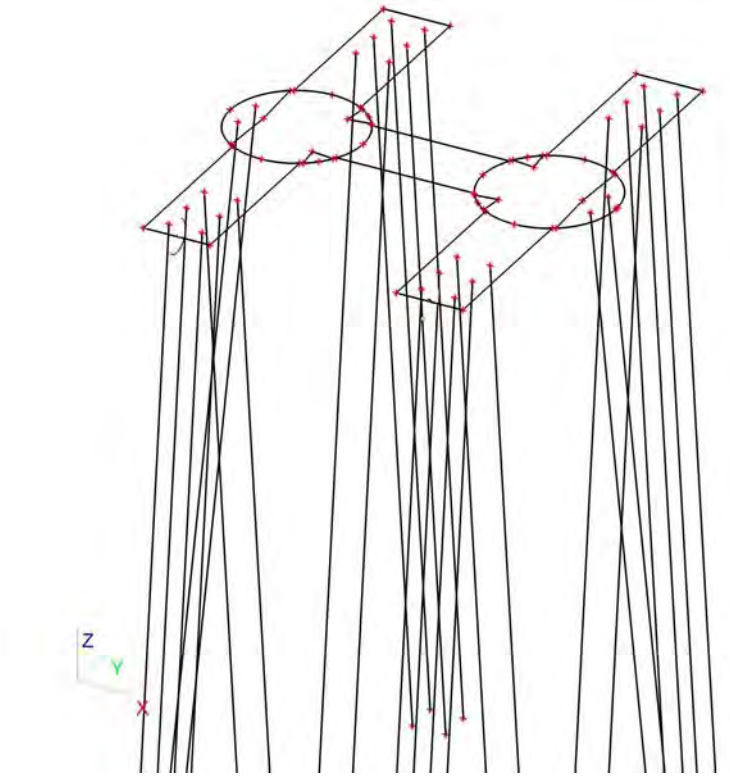
11.2.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	-33589,00	BG3 - ULS 1	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	-33589,00	BG3 - ULS 1	8,600	0,000	0,000	8,600	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	4631,00	BG3 - ULS 1	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	4631,00	BG3 - ULS 1	8,600	0,000	0,000	8,600	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	2379,15	BG3 - ULS 1	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	2379,15	BG3 - ULS 1	8,600	0,000	0,000	8,600	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	573,75	BG3 - ULS 1	1,000	0,000	0,000	-15,410	0,007	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	573,75	BG3 - ULS 1	8,600	0,000	0,000	-7,810	0,007	0,000	GCS

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E3	Z	Punt Kracht	FF1	-725,00	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E3	Z	Punt Kracht	FF2	-725,00	GCS Lengte
GFF5	BG3 - ULS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM6	2379,15	GCS Lengte
GFF6	BG3 - ULS 1	E3	Y	Punt Kracht	FF3	933,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E3	X	Punt Kracht	FF5	225,00	GCS Lengte
GFF9	BG3 - ULS 1	E3	Y	Punt Kracht	FF4	933,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E3	X	Punt Kracht	FF6	225,00	GCS Lengte
GFF25	BG3 - ULS 1	E3	My	Punt Moment	FM7	573,75	GCS Lengte
GFF27	BG3 - ULS 1	E3	My	Punt Moment	FM8	573,75	GCS Lengte
GFF41	BG3 - ULS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM1	-33589,00	GCS Lengte
GFF42	BG3 - ULS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM2	-33589,00	GCS Lengte
GFF43	BG3 - ULS 1	E3	My	Punt Moment	FM3	4631,00	GCS Lengte
GFF44	BG3 - ULS 1	E3	My	Punt Moment	FM4	4631,00	GCS Lengte
GFF45	BG3 - ULS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM5	2379,15	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



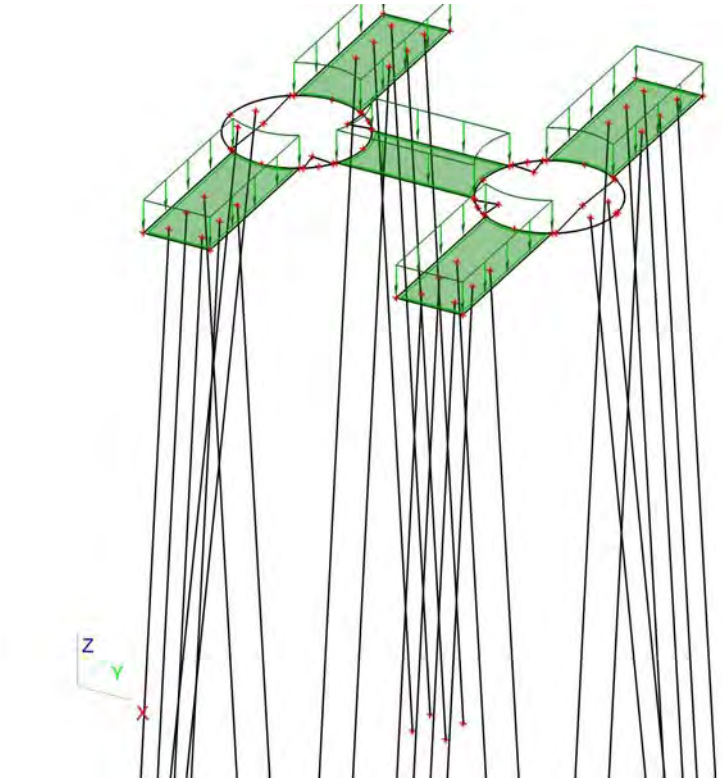
11.3. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG8	Standaard

11.3.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF8	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF9	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF10	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF11	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF12	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte

11.3.2. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.4.1. Vrije puntmomenten

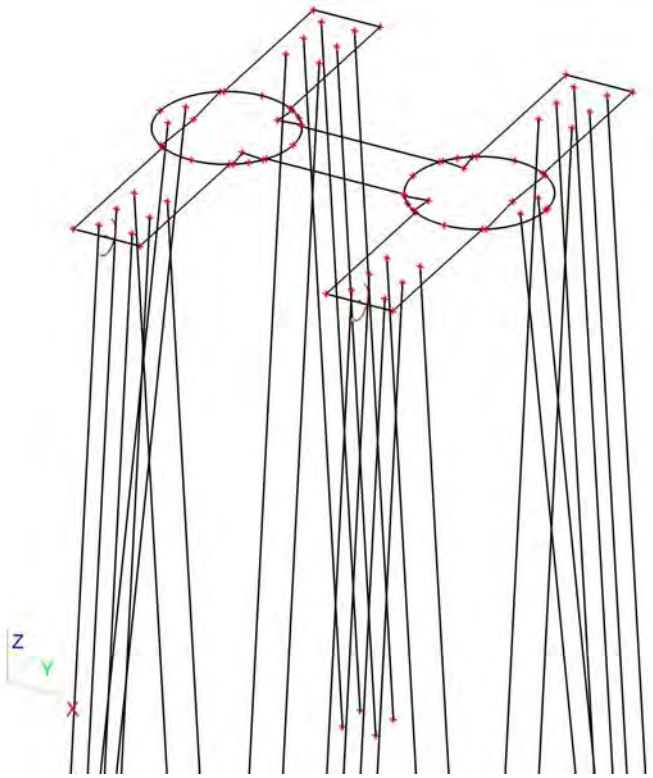
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	-37033,00	BG4 - ULS 2	1,000	0,000	0,000	2,253	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	-37033,00	BG4 - ULS 2	8,600	0,000	0,000	10,025	-0,006	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	3864,00	BG4 - ULS 2	1,000	0,000	0,000	-13,975	-0,006	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	3864,00	BG4 - ULS 2	8,600	0,000	0,000	-6,547	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	2567,85	BG4 - ULS 2	1,000	0,000	0,000	-15,400	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	2567,85	BG4 - ULS 2	8,600	0,000	0,000	-7,800	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	334,05	BG4 - ULS 2	1,000	0,000	0,000	-15,400	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	334,05	BG4 - ULS 2	8,600	0,000	0,000	-7,800	0,000	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF2	BG4 - ULS 2	E3	Y	Punt Kracht	FF9	1007,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E3	Z	Punt Kracht	FF7	-877,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM13	2567,85	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E3	Z	Punt Kracht	FF8	-877,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM14	2567,85	GCS Lengte
GFF16	BG4 - ULS 2	E3	Y	Punt Kracht	FF10	1007,00	GCS Lengte
GFF18	BG4 - ULS 2	E3	X	Punt Kracht	FF11	131,00	GCS Lengte
GFF19	BG4 - ULS 2	E3	X	Punt Kracht	FF12	131,00	GCS Lengte
GFF20	BG4 - ULS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM10	-37033,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF22	BG4 - ULS 2	E3	My	Punt Moment	FM15	 334,05	GCS Lengte
GFF24	BG4 - ULS 2	E3	My	Punt Moment	FM16	 334,05	GCS Lengte
GFF29	BG4 - ULS 2	E3	My	Punt Moment	FM11	 3864,00	GCS Lengte
GFF31	BG4 - ULS 2	E3	My	Punt Moment	FM12	 3864,00	GCS Lengte
GFF46	BG4 - ULS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM9	 -37033,00	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

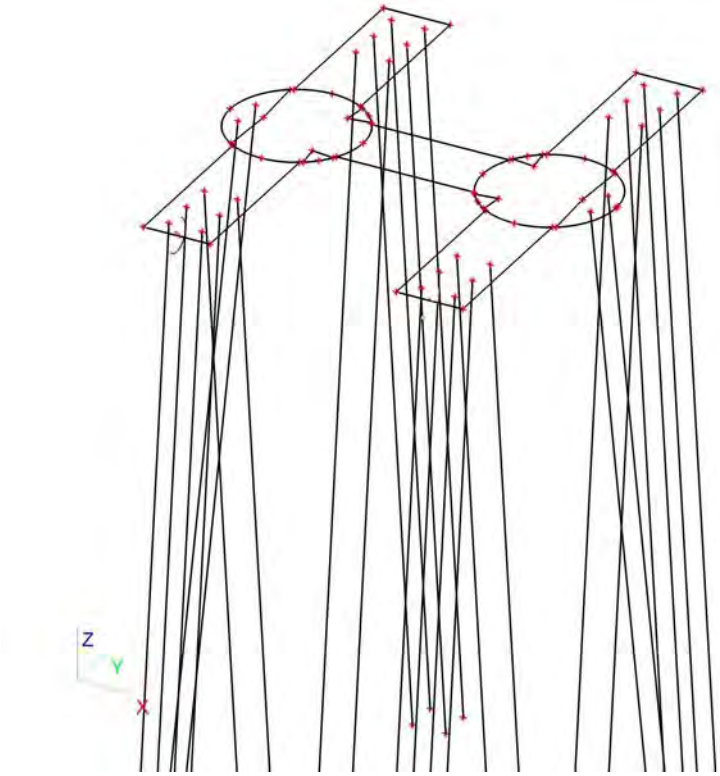
11.5.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-36800,40	BG5 - SLS 1	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-36800,40	BG5 - SLS 1	8,600	0,000	0,000	7,600	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	7506,80	BG5 - SLS 1	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	7506,80	BG5 - SLS 1	8,600	0,000	0,000	7,600	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	2552,55	BG5 - SLS 1	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	2552,55	BG5 - SLS 1	8,600	0,000	0,000	7,600	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	2552,55	BG5 - SLS 1	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	2552,55	BG5 - SLS 1	8,600	0,000	0,000	7,600	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	3023,79	BG5 - SLS 1	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	3023,79	BG5 - SLS 1	8,600	0,000	0,000	7,600	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	510,51	BG5 - SLS 1	1,000	0,000	0,000	-16,410	0,007	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	510,51	BG5 - SLS 1	8,600	0,000	0,000	-8,810	0,007	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM19	 7506,80	GCS Lengte
GFF8	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM17	 -36800,40	GCS Lengte
GFF11	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM18	 -36800,40	GCS Lengte
GFF17	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM20	 7506,80	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E3	Z	Punt Kracht	FF13	-954,80	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E3	Z	Punt Kracht	FF14	-954,80	GCS Lengte
GFF26	BG5 - SLS 1	E3	Y	Punt Kracht	FF15	1001,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E3	Y	Punt Kracht	FF16	1001,00	GCS Lengte
GFF30	BG5 - SLS 1	E3	X	Punt Kracht	FF17	225,40	GCS Lengte
GFF32	BG5 - SLS 1	E3	X	Punt Kracht	FF18	225,40	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM29	 3023,79	GCS Lengte
GFF40	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM30	 3023,79	GCS Lengte
GFF47	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM21	 2552,55	GCS Lengte
GFF48	BG5 - SLS 1	E3	Mx	Punt Moment	FM22	 2552,55	GCS Lengte
GFF49	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM23	 2552,55	GCS Lengte
GFF50	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM24	 2552,55	GCS Lengte
GFF55	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM31	 510,51	GCS Lengte
GFF56	BG5 - SLS 1	E3	My	Punt Moment	FM32	 510,51	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

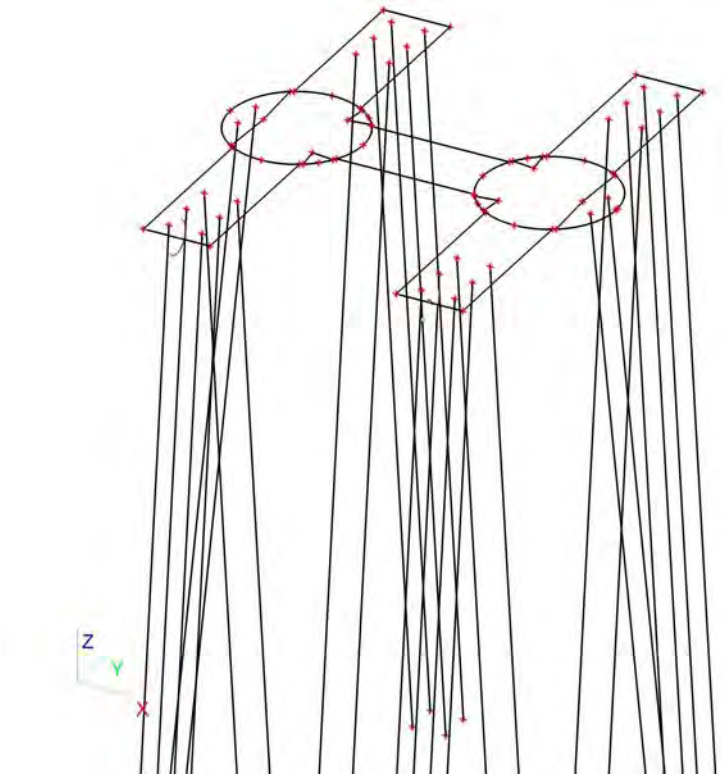
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-42985,60	BG6 - SLS 2	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-42985,60	BG6 - SLS 2	8,600	0,000	0,000	7,600	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	6496,00	BG6 - SLS 2	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	6496,00	BG6 - SLS 2	8,600	0,000	0,000	7,600	0,000	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF33	BG6 - SLS 2	E3	Z	Punt Kracht	FF19	-1009,40	GCS Lengte
GFF34	BG6 - SLS 2	E3	Z	Punt Kracht	FF20	-1009,40	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E3	Y	Punt Kracht	FF21	1185,80	GCS Lengte
GFF36	BG6 - SLS 2	E3	Y	Punt Kracht	FF22	1185,80	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E3	X	Punt Kracht	FF23	200,20	GCS Lengte
GFF39	BG6 - SLS 2	E3	X	Punt Kracht	FF24	200,20	GCS Lengte
GFF51	BG6 - SLS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM25	-42985,60	GCS Lengte
GFF52	BG6 - SLS 2	E3	Mx	Punt Moment	FM26	-42985,60	GCS Lengte
GFF53	BG6 - SLS 2	E3	My	Punt Moment	FM27	6496,00	GCS Lengte
GFF54	BG6 - SLS 2	E3	My	Punt Moment	FM28	6496,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



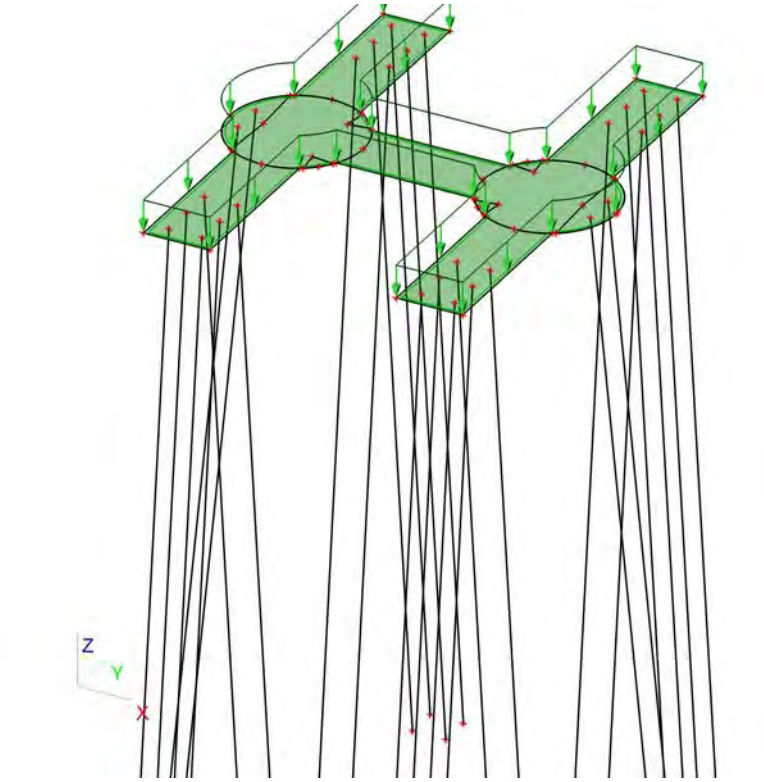
11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m^2]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF7	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch



12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

14. Verplaatsing van knopen SLS 2

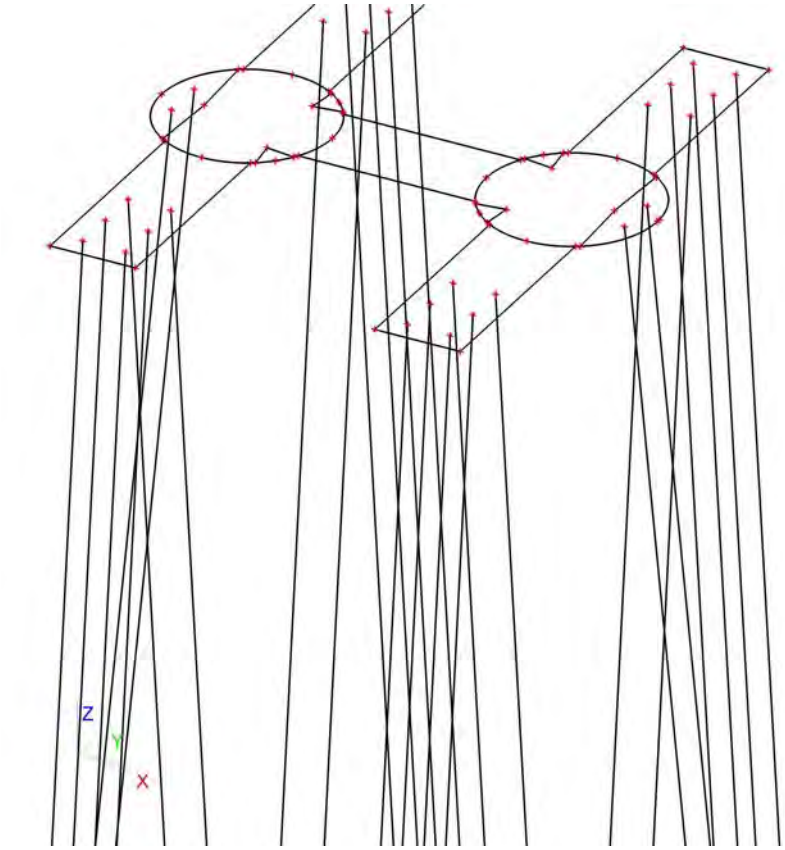
Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG6

15. Reacties

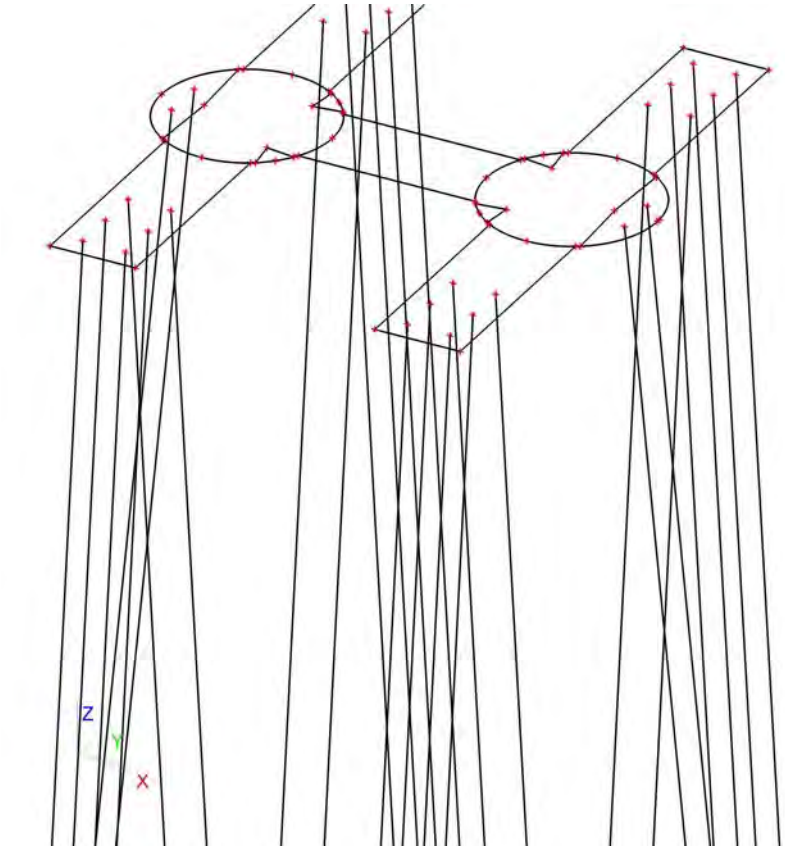
Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn28/K290	Combi2/1	**-123,76**	0,06	**1053,93**	0,00	0,00	0,00
Sn26/K286	Combi2/1	**92,58**	0,05	789,86	0,00	0,00	0,00
Sn1/K236	Combi6/2	0,06	**-115,12**	**-973,32**	0,00	0,00	0,00
Sn19/K265	Combi2/1	0,00	**104,54**	891,12	0,00	0,00	0,00
Sn1/K236	Combi1/3	0,01	37,02	320,01	**0,00**	**0,00**	**0,00**

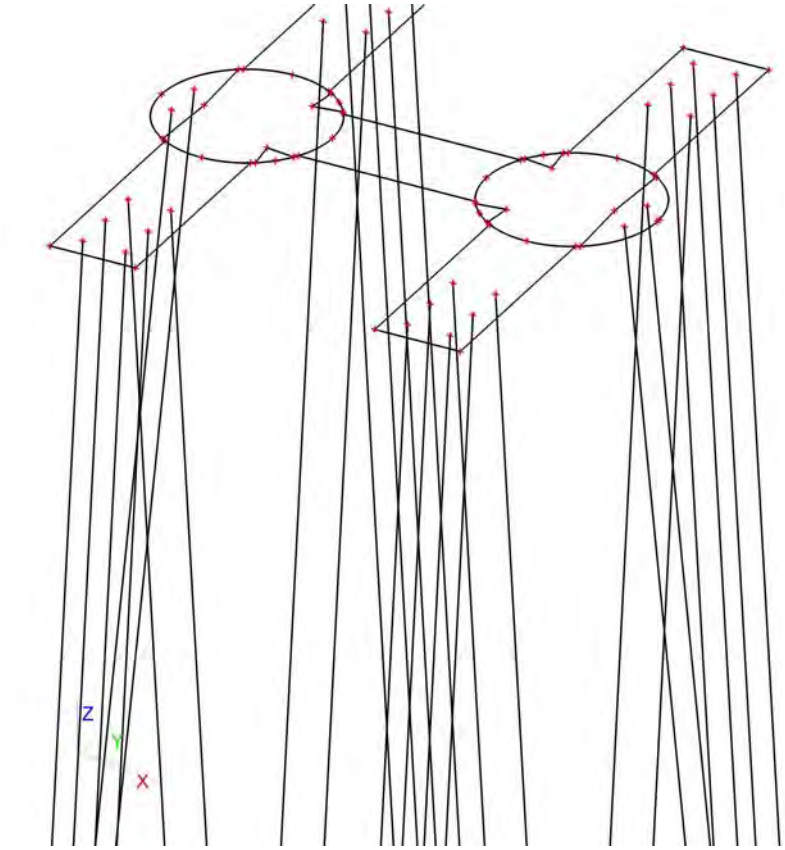
16. 2D element - Interne krachten; mxD+



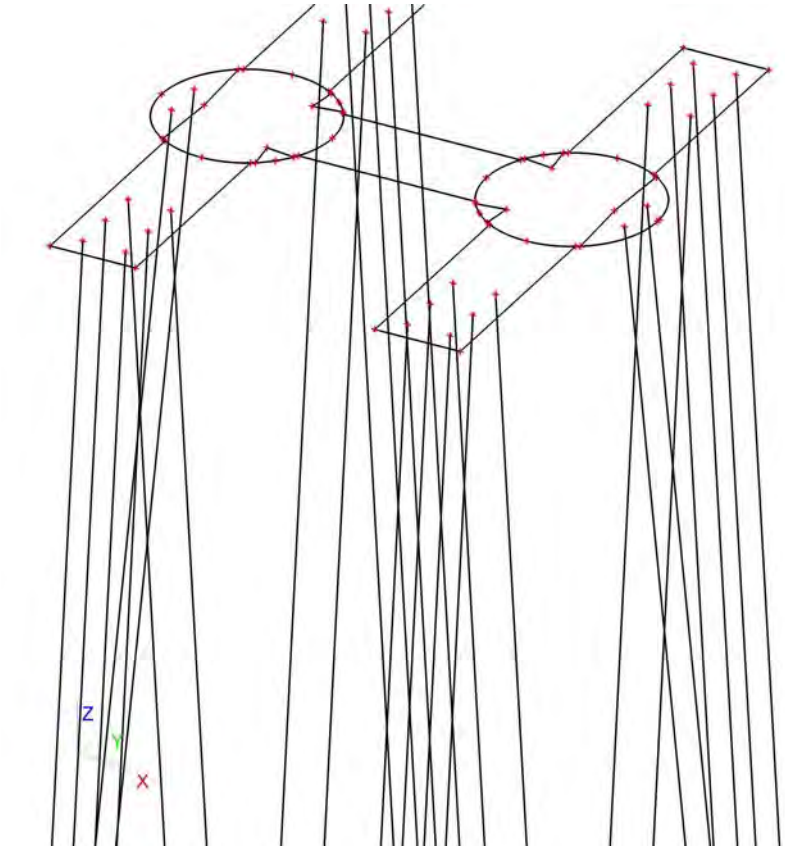
17. 2D element - Interne krachten; mxD-



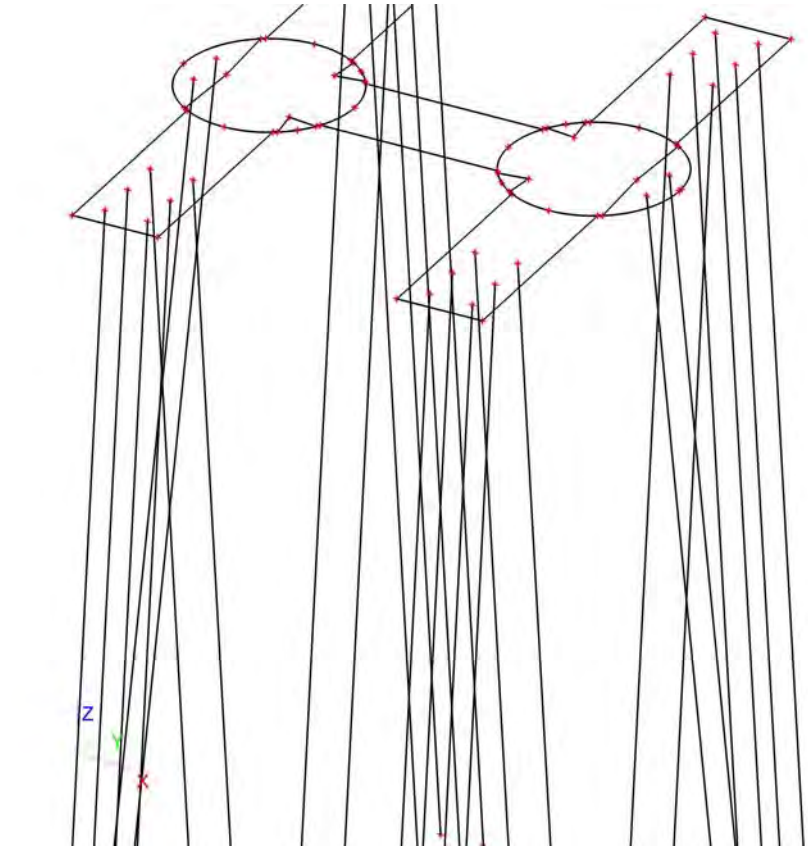
18. 2D element - Interne krachten; myD+



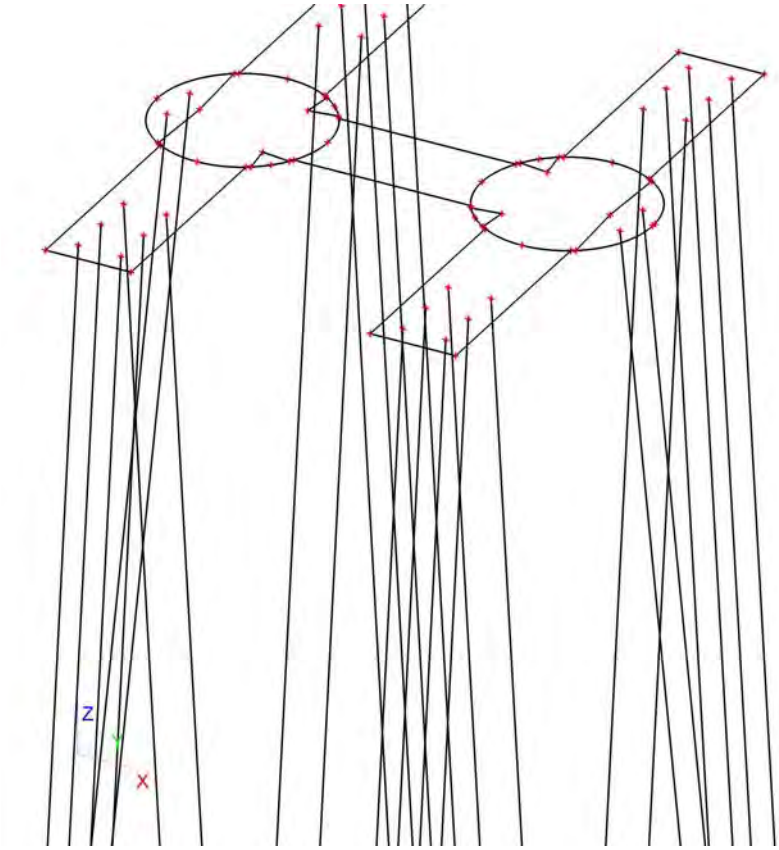
19. 2D element - Interne krachten; myD-



20. 2D element - Interne krachten; vx



21. 2D element - Interne krachten; vy



Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties

Project:
Randstad 380 kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	18-07-2013	Eerste uitgave
01	05-08-2013	Definitief - aanvulling naar aanleiding overleg Tennet TSO

Documentnummer: R3N-OWR-0008

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
R. Meeuwsen Geotechnisch specialist	P. de Jager Ontwerp Manager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael Desmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding *4*
2. Uitgangspunten *5*
2.1. Inleiding 5
2.2. Normen, richtlijnen en gebruikte programmateur 5
2.3. Grondonderzoek en bodemopbouw 5
2.4. Negatieve kleef 6
2.5. Paalconfiguratie en belastingen 6
2.6. Overige uitgangspunten 7
3. Uitwerking ontwerp *8*
3.1. Berekening draagkracht palen op druk en trek 8
3.2. Berekening vervormingen door verticale belasting 8
3.3. Berekening horizontale beddingsconstanten 9
4. Conclusies en aanbevelingen *11*
4.1. Conclusies 11
5. Bijlagen *12*
Bijlage 1 Sonderingen (DKM428 en DKM430) 13
Bijlage 2 Berekening palen op druk 17
Bijlage 3 Berekening palen op trek 27
Bijlage 4 Berekening horizontale beddingsconstanten 37

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt de paalfundering van de mastfundaties.

Op dit moment is nog niet ter plaatse van alle masten grondonderzoek beschikbaar. Om toch inzicht te krijgen of het gekozen paalsysteem kan voldoen is een representatieve mastlocatie gekozen om door te rekenen. Op basis van het wel beschikbare grondonderzoek is gekozen voor mast 133. In het uitvoeringsontwerp (UO) zullen de berekeningen voor alle masten worden uitgevoerd.

2. UITGANGSPUNTEN

2.1. INLEIDING

Op dit moment is het aanwezige grondonderzoek nog zeer summier. Het is dan ook niet mogelijk of zinvol om voor alle poeren een berekening van het paaldraagvermogen te maken.

Om toch een beeld van de mogelijk opneembare belastingen op en de veerstijfheid van de palen te verkrijgen is ervoor gekozen om voor één poer een berekening te maken.

De verschillende typen funderingen zijn zo ontworpen dat de palen een maximale trek van ca. 500 kN krijgen. Verder worden overall palen 450x450 toegepast. Belastingtechnisch gezien worden veel palen dus ongeveer gelijk belast.

Er is gekozen voor poer type C omdat bij deze poer de palen relatief dicht op elkaar in een groep staan. De nadelige groepswerking komt daarbij het beste tot uiting. Door de groepswerking neemt de horizontale bedding van de palen af en wordt ook het verticaal trekvermogen beperkt.

Extra druk of trekvermogen is te behalen door palen dieper te slaan. De horizontale bedding is echter niet eenvoudig te verhogen. Dit maakt dat de berekening van poer C een goede veilige indicatie geeft voor de overige poeren.

2.2. NORMEN, RICHTLIJNEN EN GEBRUIKTE PROGRAMMATEUR

De berekeningen van de draagkracht van de palen op druk en trek is uitgevoerd conform NEN –EN 9997, Eurocode 7, inclusief nationale bijlage.

De berekening van de paaldraagkracht is uitgevoerd met het programma D-Foundations versie 8.1. De berekening van de horizontale beddingsconstanten is uitgevoerd met een spread sheet volgens Ménard.

2.3. GRONDONDERZOEK EN BODEMOPBOUW

Bij mast 133 zijn twee bruikbare sonderingen beschikbaar, te weten de sonderingen DKM428 en DMK430, waarvan DKM428 maatgevend is.

De sonderingen zijn opgenomen in bijlage 1.

De grondwaterstand is aangehouden op 0,5m onder maaiveld.

In tabel 1 is de globale bodemopbouw opgenomen, met bijbehorende parameters.

Bovenkant laag (m t.o.v. NAP)	Grondsoort	□/□□$_s$ (kN/m^3)	□' (°)	c' (kPa)
-1,6	Veen	10,5/10,5	15	2
-2,7	Klei humeus	14,4/14,4	17,5	2
-5,1	Veen	10,5/10,5	15	2
-6,0	Klei siltig	15,8/15,8	22,5	3,8
-11,2	Basisveen	10,8/10,8	15	2
-12,1	Zand	18/20	30	0

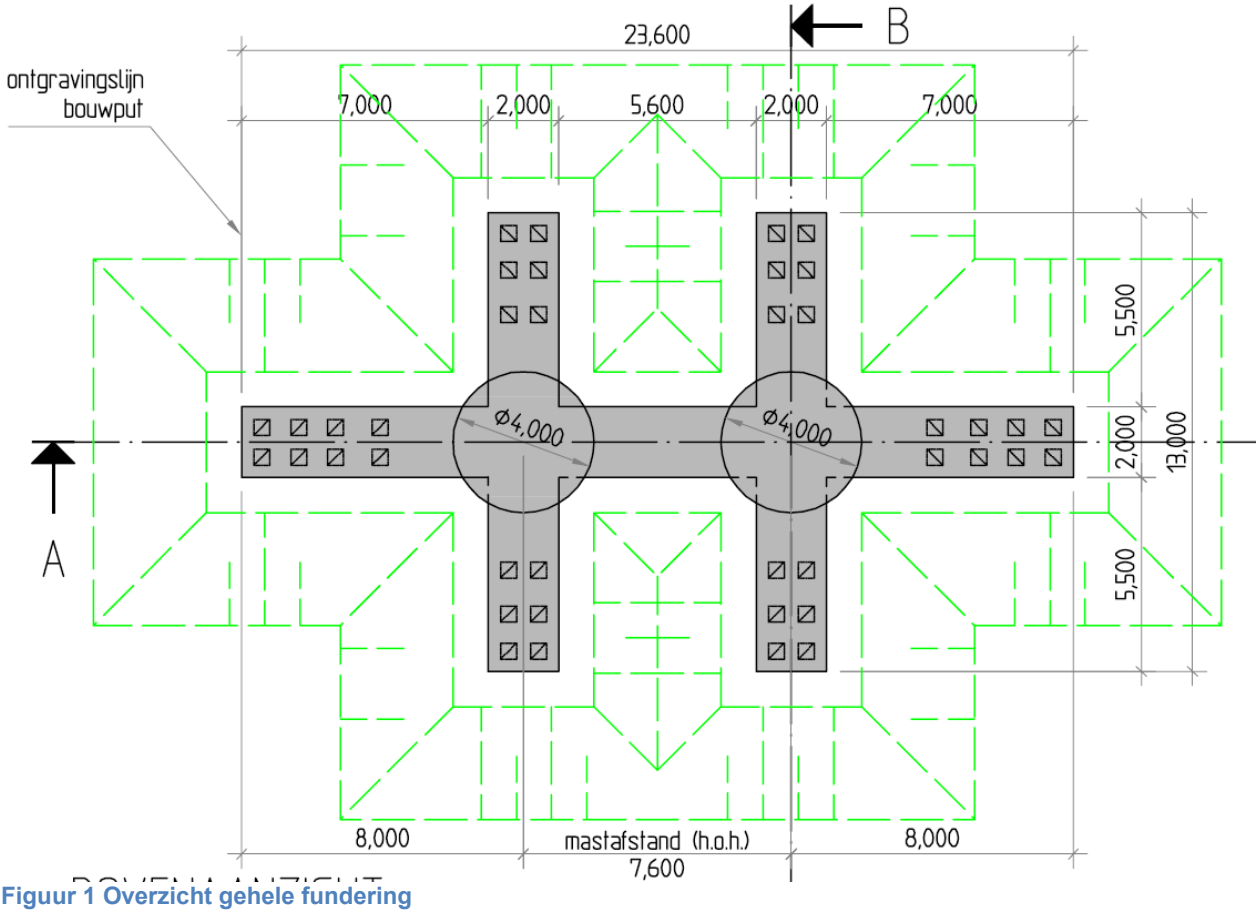
Tabel 1 Bodemopbouw op basis van DKM428

2.4. NEGATIEVE KLEEF

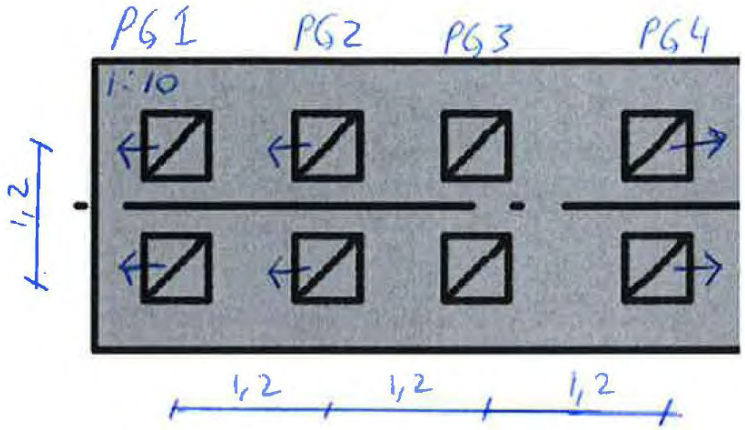
Voor de drukpalen is gerekend met negatieve kleef op de palen tot aan de onderkant basisveenlaag op NAP-12,1 m, voor trekpalen is de kleef uit het Holoceen verwaarloosd. Hoewel er geen sprake is van bovenbelasting, is enige maaiveldzakking niet uitgesloten gezien de sterk samendrukbare ondergrond. Er is geen ophoging in rekening gebracht.

2.5. PAALCONFIGURATIE EN BELASTINGEN

Er is uitgegaan van prefab betonnen palen 450 x 450 mm^2. De palen staan schoor onder 1:10. Op basis van de paalconfiguratie (weergegeven in figuur 1) en de belastingen op de constructie is een paalbelasting afgeleid (R3N-OWR-0005 Constructieberekening mastfundaties type C).



Figuur 1 Overzicht gehele fundering



Figuur 2 Paalconfiguratie ter bepaling van draagvermogen en horizontale beddingsconstanten, paalgroep 1 t/m 4

De maximale paalbelasting is conform opgaaf weergegeven in tabel 2.

Mast 133 funderingtype C	Druk		Trek	
	$F_{c;d}$ (kN)	$F_{c;k}$ (kN)	$F_{t;d}$ (kN)	$F_{t;k}$ (kN)
paalgroep 1	785	581	268	199
paalgroep 2	805	596	282	209
paalgroep 3	837	620	299	221
paalgroep 4	875	648	319	236

Tabel 2 Paalbelastingen

De representatieve belasting is in dit geval aangehouden als de rekenwaarde van de belasting / 1,35.

Horizontale belasting is niet apart beschouwd. Daarentegen zijn horizontale beddingsconstanten bepaald waarmee in een raamwerkmodel de vervormingen van de paal en de momenten in de paal berekend kunnen worden, invoer hiervoor is de beddingsconstante.

2.6. OVERIGE UITGANGSPUNTEN

Er is ter plaatse van de constructie geen reductie als gevolg van ontgraven toegepast. Ontgraving van een sleuf t.b.v. constructie van de poer is verwaarloosd, gezien de smalle afmetingen en de diepte van de draagkrachtige laag.

Voor de ξ_3 is een waarde van 1,20 gehanteerd, voor ξ_4 is een waarde van 0,96 gehanteerd (stijve constructie) en voor γ_R een waarde van 1,2 voor drukpalen en 1,35 voor trekpalen (conform de NEN 9997-1).

Door windbelasting ontstaat afwisselend druk en trek in de palen. Hierdoor is ter bepaling van het trekdraagvermogen gerekend met γ_{VAR} =1,50. De gehanteerde paalklassefactoren zijn die van geprefabriceerde betonpalen conform tabel 7.c uit NEN-9997-1 ; α_p= 1,0, α_s = 0,010 en α_t = 0,007.

Voor de berekening van het groepseffect voor horizontaal belaste palen is een reductiefactor berekend op basis van de methode van Reese en van Impe. Voor een beschrijving van deze methode wordt verwezen naar ‘Single piles and pile groups under lateral loading’, Reese L.C., van Impe W.F.

3. UITWERKING ONTWERP

3.1. BEREKENING DRAAGKRACHT PALEN OP DRUK EN TREK

De berekening van de draagkracht van de palen op druk ter plaatse van mast 133 is bijgevoegd in bijlage 2.
De berekening van de draagkracht van de palen op trek ter plaatse van mast 133 is bijgevoegd in bijlage 3.

Belasting op trek is maatgevend. Voor de rekenwaarde van de palen op trek is onderscheid gemaakt tussen de vier paalgroepen, zie figuur 2. Alle palen kunnen gelijktijdig op trek belast worden.

De berekende negatieve kleef door maaiveldzakking is 127kN.

In tabel 3 zijn de rekenwaarde van de draagkracht met paalpuntniveau NAP-21,5 m ter plaatse van mast 133 weergegeven.

Mast 133	Druk	Trek
funderingtype C	$R_{c;d}$ (kN)	$R_{t;d}$ (kN)
paalgroep 1	2118	316
paalgroep 2	2118	282
paalgroep 3	2118	325
paalgroep 4	2118	359

Tabel 3 Paalpuntniveau (NAP -21,5m) en bijhorende draagkracht

Bij een paalpuntniveau van NAP -21,5 m voldoet de paal juist voor maatgevende paalgroep 2.

3.2. BEREKENING VERVORMINGEN DOOR VERTICALE BELASTING

In bijlage 2 is een berekening van de zakking van de paal belast op druk opgenomen. De maximale zakking van de paal is 18mm. Dit is grotendeels toe te rekenen aan s_2, zakking van de paalgroep door samendrukking van de lagen tot 4D onder de paalpunt (zie 7.6.4.2, NEN9997-1). De gemiddelde elasticiteitsmodulus van deze laag is aangenomen op $E_{ea;gem} = 5xq_c \approx 50.000kN/m^2$. Aangezien de kracht grotendeels wordt afgedragen via de schacht (±75%) is ter bepaling van de veerconstante de helft van de berekende s_2 meegenomen.

Rijzing van de paal op trek is berekend conform paragraaf 7.6.4.3 van NEN 9997-1. De rijzing van paalpunt (s_b) als gevolg van belasting op de paal is bepaald volgens figuur 7.o van paragraaf 7.6.4.2 van NEN 9997-1 uit de verhouding $R_{s;cal;i}$ / $R_{s;cal;max;i}$ en bedraagt ca. 2 mm.

De gemiddelde axiale veerstijfheid voor druk en trek zijn weergegeven in tabel 4 en tabel 5.

Axiale veerstijfheid Druk			
	$R_{c;k}$ (kN)	s (mm)	$k_{v;SLS}$ (kN/m)
paalgroep1	581	10	58100
paalgroep2	596	10	59600
paalgroep3	620	10	62000
paalgroep4	648	10	64800

Tabel 4 Axiale veerstijfheid druk

Axiale veerstijfheid Trek			
	$R_{c;k}$ (kN)	s (mm)	$k_{v;SLS}$ (kN/m)
paalgroep1	199	2	99500
paalgroep2	209	2	104500
paalgroep3	221	2	110500
paalgroep4	236	2	118000

Tabel 5 Axiale veerstijfheid trek

Elastische vervorming is buiten beschouwing gelaten en dient in het raamwerkmodel ESA te worden meegenomen.

3.3. BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGSCONSTANTEN

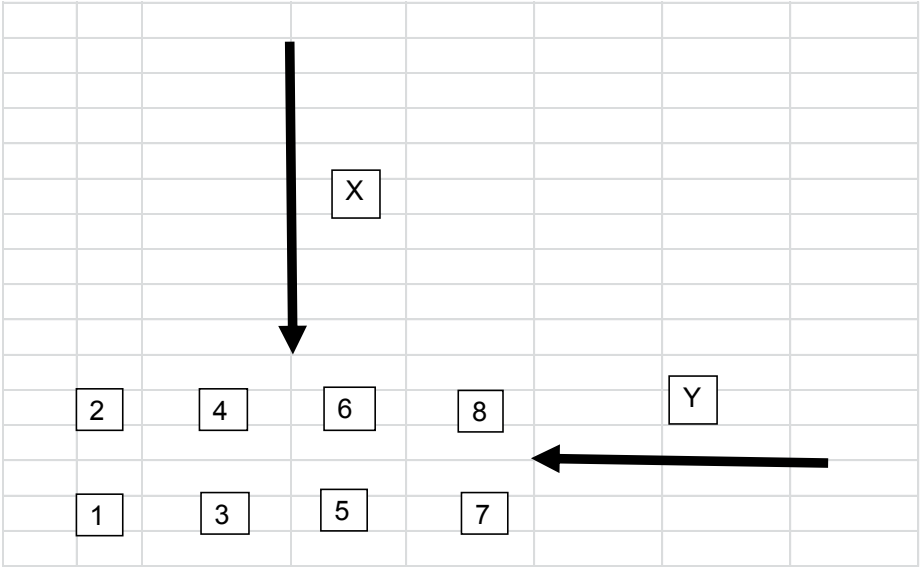
De horizontale beddingsconstanten zijn berekend volgens de methode Ménard op basis van conusweerstand en grondsoort.

In bijlage 4 is de berekening van de horizontale beddingsconstanten opgenomen. De horizontale beddingsconstanten die als input voor ESA gebruikt kunnen worden zijn te vinden in tabellen 6 en 7. Tabel 6 geldt indien de horizontale belasting uit de X-richting komt en tabel 7 wanneer de belasting uit de Y-richting komt, zie figuur 3.

De verschillen in horizontale beddingsconstanten per richting wordt veroorzaakt door groepswerking. Komt de belasting uit de X-richting wordt een kleiner grondmassief gemobiliseerd dan wanneer de belasting uit de Y-richting komt. Ter illustratie;

Wanneer de belasting uit de X-richting komt, vervormen alle palen in het verlengde van de belasting. De vervorming wordt gehinderd door de grond. Palen 2, 4, 6 en 8 ondervinden minder weerstand van de grond, omdat palen 1, 3, 5 en 7 ook vervormen en de grond waar palen 2, 4, 6 en 8 weerstand van zouden moeten ondervinden, al wordt ontspannen.

De gemiddelde groepsfactor over de 8 palen is berekend op 0,54 in de X-richting en 0,39 in de Y-richting. Deze gemiddelde reductie kan op de beddingsconstanten worden gezet die in ESA worden gebruikt.



Figuur 3 Horizontale beddingsconstanten per belastingsrichting

In de volgende tabellen worden deze gereduceerde beddingsconstanten gepresenteerd. $k_{h;rep;laag}$ en $k_{h;rep;hoog}$ zijn berekend door een deling respectievelijk vermenigvuldiging van 1,5 van de verwachtingswaarde.

X-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	(m+ NAP)	$k_{h,rep,laag}$ (kN/m^3)	$k_{h,rep,hoog}$ (kN/m^3)	$k_{h,rep,laag}$ (kN/m/m)	$k_{h,rep,hoog}$ (kN/m/m)
Veen	-1.6	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-2.7	500	1,200	300	600
Veen	-5.1	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-6.0	800	1,800	400	900
Veen	-11.2	1,400	3,200	700	1,600
Zand	-12.1	13,600	30,600	6,900	15,600
Zand	-22.0	16,300	36,700	8,300	18,700

Tabel 6 Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de X-richting (zie figuur 3)

Y-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	(m+ NAP)	$k_{h,rep,laag}$ (kN/m^3)	$k_{h,rep,hoog}$ (kN/m^3)	$k_{h,rep,laag}$ (kN/m/m)	$k_{h,rep,hoog}$ (kN/m/m)
Veen	-1.6	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-2.7	400	900	200	400
Veen	-5.1	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-6.0	600	1,300	300	700
Veen	-11.2	1,000	2,300	500	1,200
Zand	-12.1	9,800	22,100	5,000	11,300
Zand	-22.0	11,800	26,500	6,000	13,500

Tabel 7 Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de Y-richting (zie figuur 3)

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

4.1. CONCLUSIES

Mast 133 kan gefundeerd worden op 450x450 prefab beton palen tot een diepte van -21,5m NAP. De palen hebben een lengte van ca. 20,0m. Trek voor paalgroep 2 is maatgevend.

In het uitvoeringsontwerp (UO) – als al het grondonderzoek beschikbaar is gekomen – worden de paalfunderingsberekeningen voor alle masten uitgevoerd.

5. BIJLAGEN

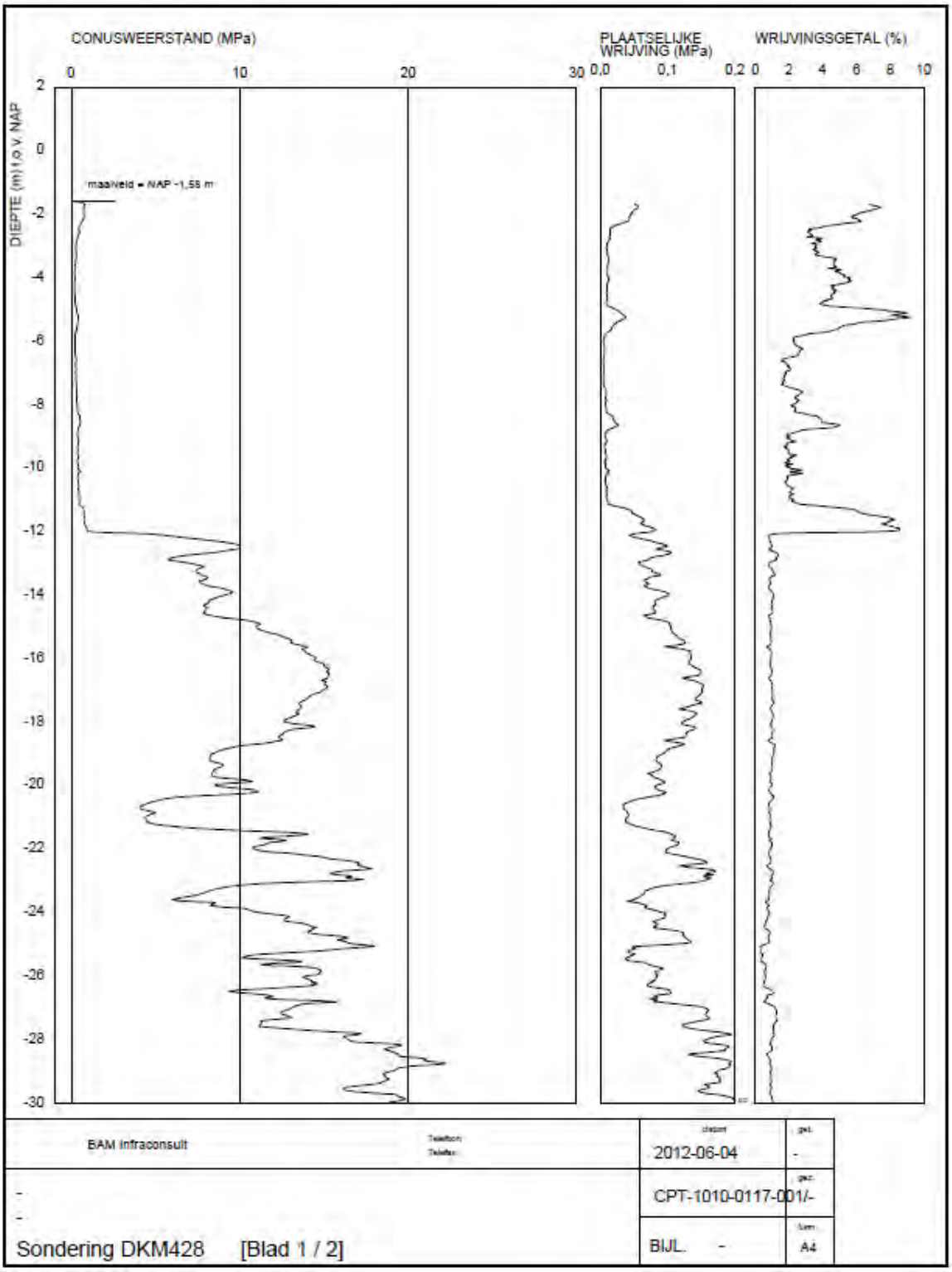
Bijlage 1 Sonderingen (DKM428 en DKM430)

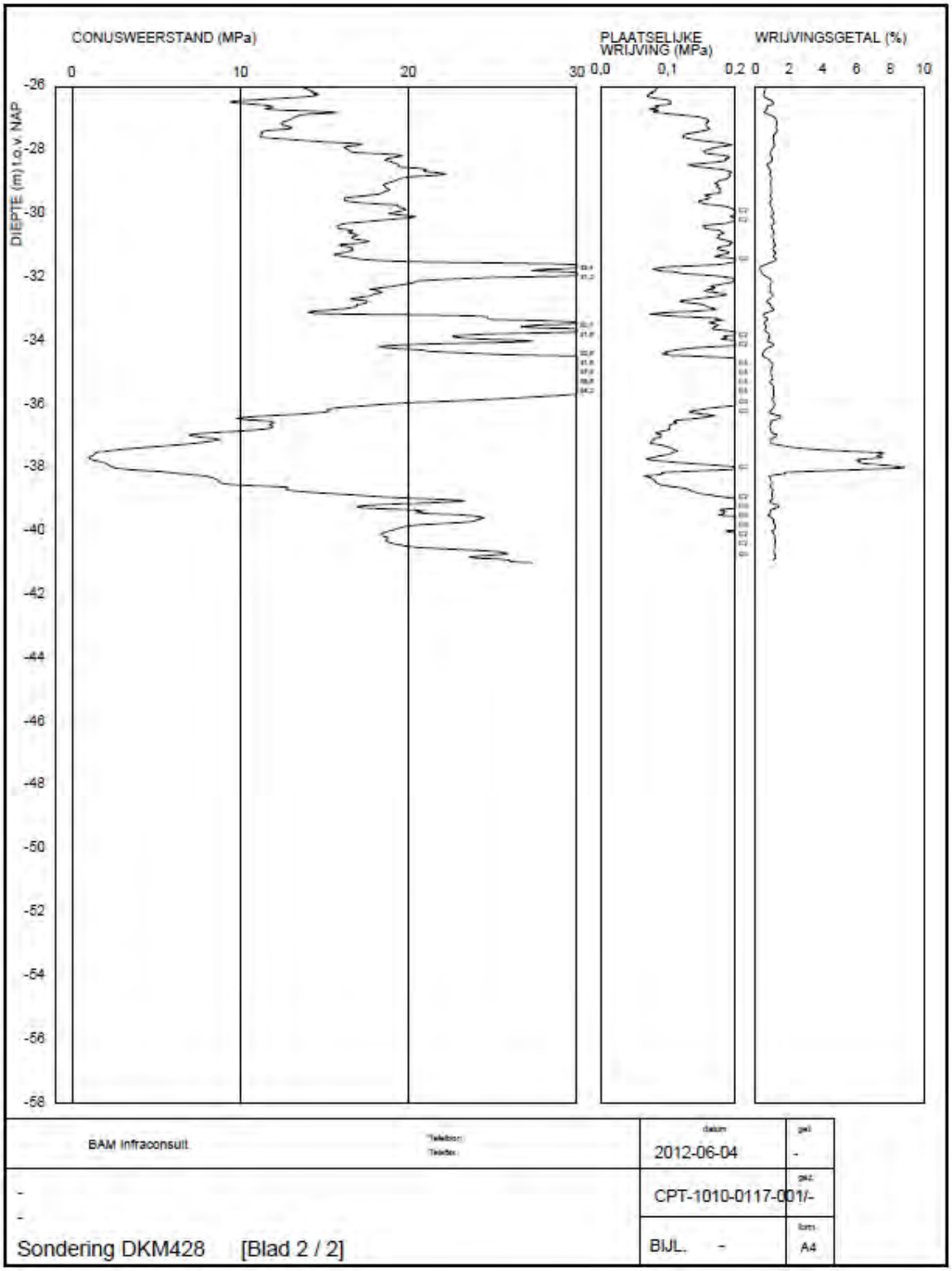
Bijlage 2 Berekening palen op druk

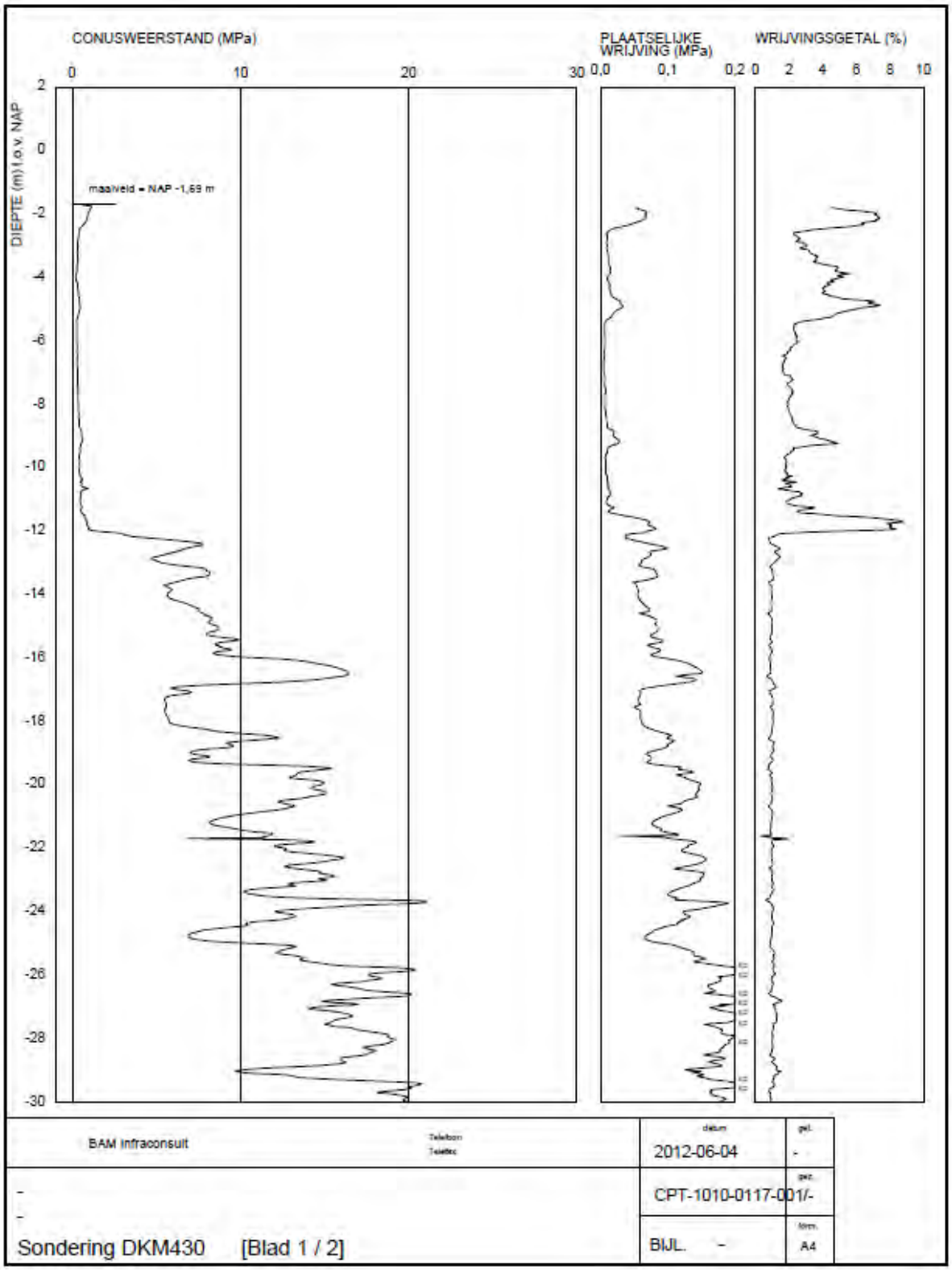
Bijlage 3 Berekening palen op trek

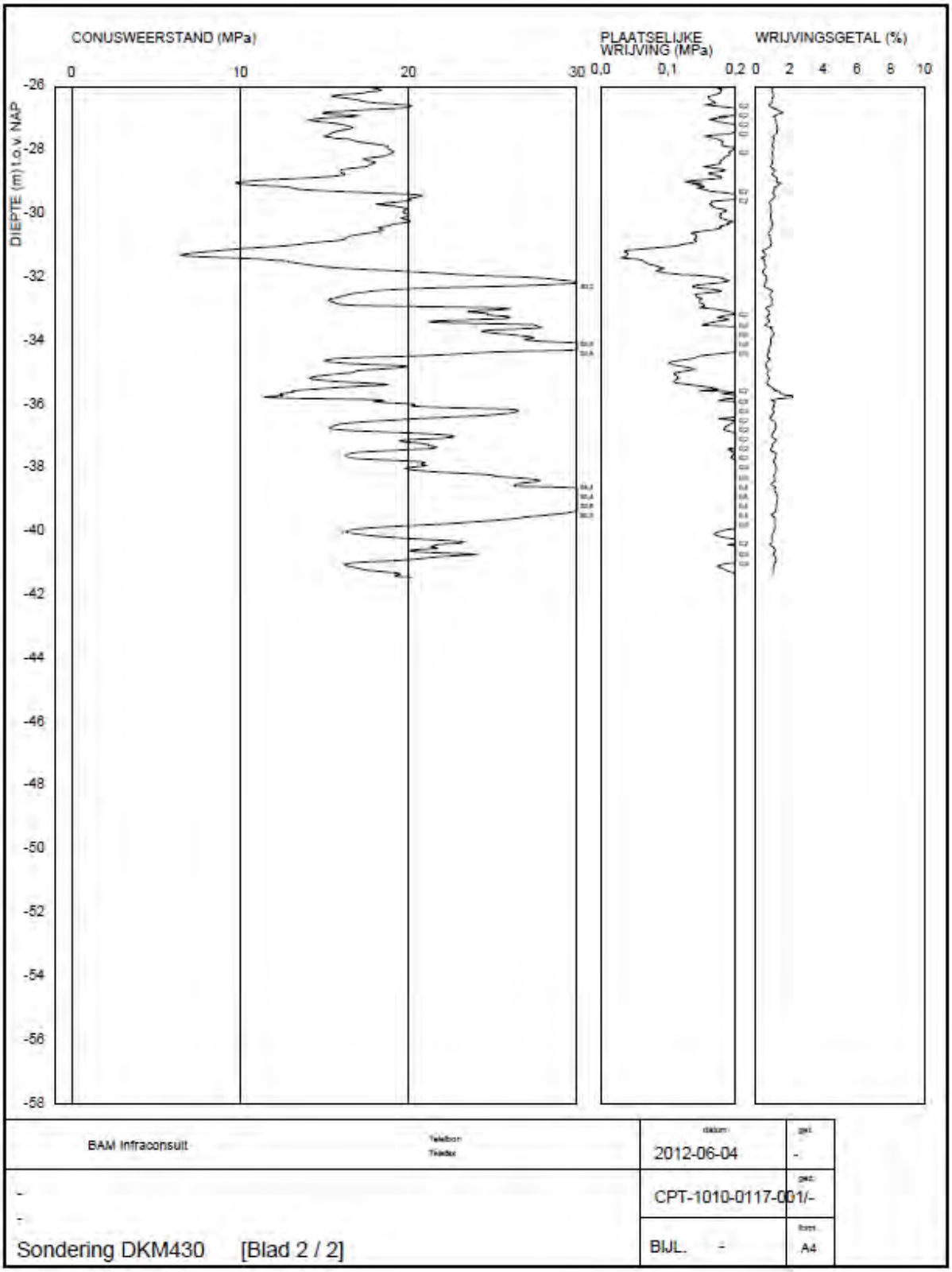
Bijlage 4 Berekening horizontale beddingsconstanten

BIJLAGE 1 SONDERINGEN (DKM428 EN DKM430)




CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
0
2
4
6
8
10
-26
-28
-30
-32
-34
-36
-38
-40
-42
-44
-46
-48
-50
-52
-54
-56
-58
BAM Infraconsult
2012-06-04
CPT-1010-0117-001/-
Sondering DKM428 [Blad 2 / 2]
BIJL. -
A4


CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
maaiveld = NAP -1,69 m
BAM Infraconsult
2012-06-04
CPT-1010-0117-001/-
Sondering DKM430 [Blad 1 / 2]
BIJL. -
A4


CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v NAP
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
0
2
4
6
8
10
-26
-28
-30
-32
-34
-36
-38
-40
-42
-44
-46
-48
-50
-52
-54
-56
-58
BAM Infraconsult
2012-06-04
CPT-1010-0117-001/-
Sondering DKM430 [Blad 2 / 2]
BIJL. -
A4

Report for D-Foundations 8.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Company:	BAM Infraconsult
Date of report:	15-7-2013
Time of report:	12:31:28
Date of calculation:	15-7-2013
Time of calculation:	12:31:22
Filename:	D:\..\berekeningen\Dfoundations\druk\Mast 133_DKM428-430 DRUK DO
Project identification:	
	D-Foundations Mast 133_DKM428-430 DRUK DO

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Bearing Piles 3
2.4 Superstructure 3
2.5 General CPT Data 3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.6 Soil Data 4
2.6.1 Soil Profile DKM428 4
2.6.2 Soil Profile DKM430 4
2.7 Pile Types 5
2.7.1 Pile type : Rect 450x450 5
2.8 Foundation Plan 6
2.8.1 View of Foundation Plan 6
2.9 Excavation Data 6
2.10 Totalized Loads (design values) 7
2.11 Requirements 7
2.12 Overruled Parameters 7
2.13 Calculation Options 7
2.14 Model Options 7
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification 8
3.1 Errors and Warnings 8
3.2 Remarks 8
3.3 Calculation Parameters 8
3.3.1 Pile Factors 8
3.3.2 Pile type : Rect 450x450 8
3.4 Verification of Limit State EQU 9
3.5 Verification of Limit State GEO 9
3.6 Verification of Serviceability limit state 9
3.7 Additional Information 9
3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO 10
3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at the Serviceability Limit State 10

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	
Title 2 :	
Title 3 :	D-Foundations Mast 133_DKM428-430 DRUK DO
Number of project :	-
Location of project :	

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

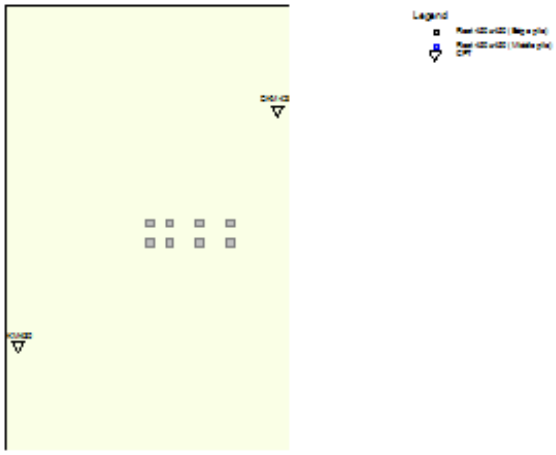
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure :	Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's :	2
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



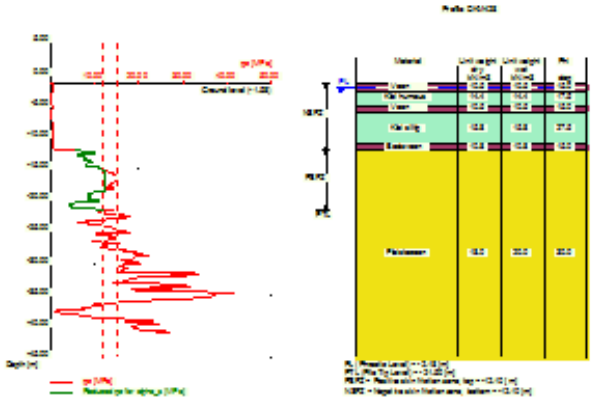
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
1: DKM428	-21.50	-12.10	-12.10	99583.01	459853.26
2: DKM430	-21.50	-12.00	-12.00	99566.81	459838.51

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 2

2.6.1 Soil Profile DKM428

Belonging to CPT	DKM428
Surface level in [m. reference level] :	-1.580
Phreatic level in [m. reference level] :	-2.180
Pile tip level in [m. reference level] :	-21.500
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-12.100
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12.100
OCR-value foundation layer :	1.00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0.110
Number of layers in profile :	6

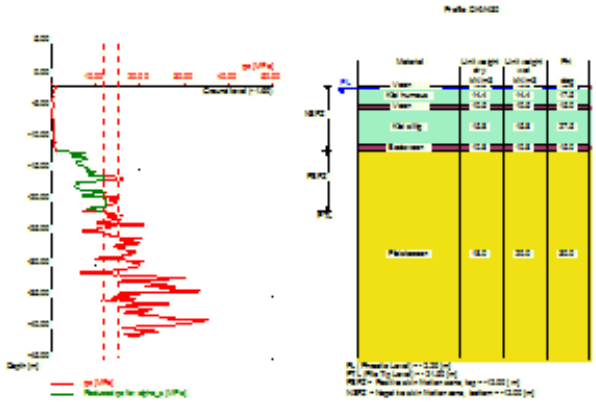


Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	-1.580	10.50	10.50	15.00	Peat	--
2	-2.700	14.40	14.40	17.50	Clay	--
3	-5.100	10.50	10.50	15.00	Peat	--
4	-6.000	15.80	15.80	27.50	Clay	--
5	-11.200	10.80	10.80	15.00	Peat	--
6	-12.100	18.00	20.00	30.00	Sand	0.200

2.6.2 Soil Profile DKM430

Belonging to CPT	DKM430
Surface level in [m. reference level] :	-1.690
Phreatic level in [m. reference level] :	-2.290

Pile tip level in [m. reference level] :	-21.500
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-12.000
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12.000
OCR-value foundation layer :	1.00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0.110
Number of layers in profile :	6



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	-1.690	10.50	10.50	15.00	Peat	--
2	-2.200	14.40	14.40	17.50	Clay	--
3	-4.800	10.50	10.50	15.00	Peat	--
4	-5.500	15.80	15.80	27.50	Clay	--
5	-11.100	10.80	10.80	15.00	Peat	--
6	-12.000	18.00	20.00	30.00	Sand	0.200

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : Rect 450x450

Pile type :	Prefabricated concrete pile
Materialtype for pile :	Concrete
Slip layer :	None
Pile shape :	Rectangular pile

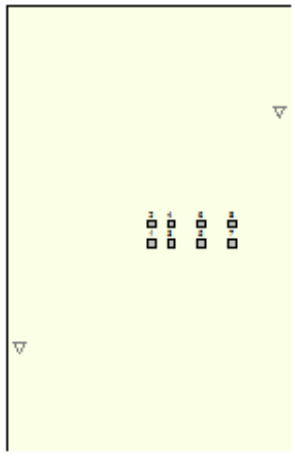
beta (Shape factor) according to figure 7I, NEN-EN 1997-1:2005.
s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN-EN 1997-1:2005.

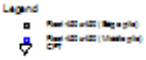
Pile dimensions :	
Smallest side pile tip [m] :	0.450
Largest side pile tip [m] :	0.450

2.8 Foundation Plan

Number of piles : 8
Number of collaborating piles* : 8
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

2.8.1 View of Foundation Plan

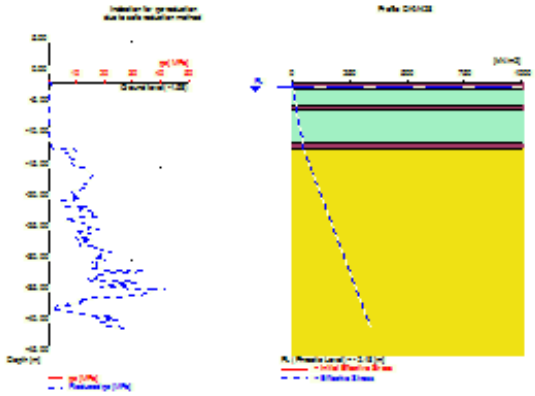




Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Fc;d (EQU/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	99575.00	459845.00	785.00	581.00	0.00	-1.69
2: 2	99575.00	459846.20	785.00	581.00	0.00	-1.69
3: 3	99576.20	459845.00	805.00	596.00	0.00	-1.69
4: 4	99576.20	459846.20	805.00	596.00	0.00	-1.69
5: 5	99578.10	459845.00	837.00	620.00	0.00	-1.69
6: 6	99578.10	459846.20	837.00	620.00	0.00	-1.69
7: 7	99580.00	459845.00	875.00	648.00	0.00	-1.69
8: 8	99580.00	459846.20	875.00	648.00	0.00	-1.69

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : -1.580
Reduction model : Safe (NEN)



2.10 Totalized Loads (design values)

Total load on all piles
For limit state EQU/GEO in [kN] : 6604.00
For Serviceability limit state in [kN] : 4890.00

2.11 Requirements

Limit state GEO
Maximum allowed settlement in [m] : 0.150
Serviceability Limit State
Maximum allowed settlement in [m] : 0.150

2.12 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] : 1.20
User defined Factor xi4 [-] : 0.96

2.13 Calculation Options

Use pilegroup for negative skin friction (standard)
Do not create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Suppress the influence of excavations.

2.14 Model Options

Selected pile types :
-Rect 450x450

Selected profiles :
-DKM428
-DKM430

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN-EN 1997 1:2005 NEN 9097-1, annex A) is user defined. Is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN-EN 1997 1:2005 NEN 9097-1, annex A) is user defined. Is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Soil profile DKM428
Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -1.69 m relative to reference level.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9097-1 art 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Performing the check on NEN 9097-1 par 3.2.3, the average distance between the different CPT's used for this check is 25 m.
The requirements set by NEN 9097-1 par 3.2.3 are met.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;b (NEN-EN 1997-1:2005, annex A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/GEO) :	1.20
gamma;b (NEN-EN 1997-1:2005, annex A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1.00
gamma;s (NEN-EN 1997-1:2005, annex A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/GEO) :	1.20
gamma;s (NEN-EN 1997-1:2005, annex A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1.00
xi3 (user defined) :	1.20
xi4 (user defined) :	0.96

Note: The excavation(s) is not taken into account in the calculation!

3.3.2 Pile type : Rect 450x450

Pile type :	Prefabricated concrete pile
Materialtype for pile :	Concrete
Slip layer :	None
Pile shape :	Rectangular pile
beta (Shape factor: figuur 7I, NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(g): NEN 9097-1 : Pile tip) :	1.00
s (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(h), NEN 9097-1 : factor for the influence of the shape of the crossection of the pile base) :	1.00

Pile dimensions :

Smallest side pile tip [m] :	0.450
Largest side pile tip [m] :	0.450

CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
DKM428	0.0100	--	1.0000
DKM430	0.0100	--	1.0000

3.4 Verification of Limit State EQU

Required by NEN-EN 1997-1 section 2.4.7 / 2.4.8: Ed <= Cd.
Rigid superstructure, verify total load on all piles with total bearing capacity

Fc;d = 6604.000 [kN]
Rc;d = 17427.252 [kN]

The requirements of limit state EQU are met, limit state EQU is ok.

Note: Negative skin friction plays NO part in Limit State EQU. Its influence is incorporated in the tests for Limit State GEO and the Serviceability limit state. The intermediate results provide a full overview of all values that are calculated for the negative skin friction.
Purely indicative, the values for the negative skin friction vary from 118 [kN] to 127 [kN] per pile.

3.5 Verification of Limit State GEO

Required by NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.

Sd = 0.027 [m]
Sreq = 0.150 [m]

The settlement requirements of limit state GEO are met, this is ok.

As the superstructure was indicated to be rigid, settlement differences may be neglected, so rotations are not taken into consideration (NEN EN 1997 1:2005 par. 6.6.2: NEN 9097-1 part c)!

3.6 Verification of Serviceability limit state

Required by NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.
For houses, the requirement is : Sreq = 0.05 m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

Sd = 0.020 [m]
Sreq = 0.150 [m]

The settlement requirements of the Serviceability Limit State are met, this is ok.

As the superstructure was indicated to be rigid, settlement differences may be neglected, so rotations are not taken into consideration (NEN EN 1997 1:2005 par. 6.6.2: NEN 9097-1 part c)!

3.7 Additional Information

The design values of the maximum shaft tensions (calculated at the transition of positive to negative skin friction) are

At Limit state EQU, GEO :sigma = 4.95 [N/mm2]
At Serviceability Limit Statesigma = 3.83 [N/mm2]

The maximum settlement was found at :
Limit state GEO
CPT name DKM428
Pile name: 7

Components of the maximum settlement are :
sneg = 0.000 [m]
sb = 0.002 [m]
sel;d = 0.004 [m]
s2 = 0.023 [m]

Serviceability Limit State
CPT name DKM428
Pile name: 7

Components of the maximum settlement are :
sneg = 0.000 [m]

sb =	0.001 [m]
sel;d =	0.003 [m]
s2 =	0.018 [m]

sneg stands for the settlement due to negative skin friction when the expected ground level settlement (egls) is within the next boundaries : 0.02 <= egls <= 0.10 meter.

For expected ground level settlement beyond the boundaries, sneg = 0.

3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
DKM428	1136.166	981.897	2118.063
DKM430	1012.161	1226.590	2238.751

3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at the Serviceability Limit State

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
DKM428	1363.399	1178.276	2541.675
DKM430	1214.593	1471.908	2686.501

End of Report

Report for D-Foundations 8.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Company:	BAM Infraconsult
Date of report:	15-7-2013
Time of report:	12:42:45
Date of calculation:	15-7-2013
Time of calculation:	12:42:38
Filename:	D:\..\berekeningen\D\foundations\trek\Mast 133_DKM428-430 TREK DO
Project identification:	
	D-Foundations Mast 133_DKM428-430 TREK DO

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Tension Piles (NEN-EN) 3
2.4 General CPT Data 3
2.4.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.5 Soil Data 4
2.5.1 Soil Profile DKM428 4
2.5.2 Soil Profile DKM430 5
2.6 Pile Types 5
2.6.1 Pile type : Rect 450x450 6
2.7 Foundation Plan 6
2.7.1 View of Foundation Plan 6
2.8 Excavation Data 7
2.9 Optional Parameters 7
2.10 Overruled Parameters 7
2.11 Calculation Options 7
2.12 Model Options 7
3 Tension Piles (EC7-NL): Bearing capacity at fixed pile tip levels 8
3.1 Errors and Warnings 8
3.2 Remarks 8
3.3 Calculation Parameters 8
3.3.1 Pile Factors 8
3.3.2 Pile type : Rect 450x450 8
3.4 Results for all CPT's 8
3.4.1 Results for pile type : Rect 450x450 8
3.4.1.1 Pile group 1 8
3.4.1.2 Pile group 2 8
3.4.1.3 Pile group 3 9
3.4.1.4 Pile group 4 9
3.5 INDICATIVE: Results using Ksi3 9
3.5.1 Results for pile type : Rect 450x450 9
3.5.1.1 Pile group 1 9
3.5.1.2 Pile group 2 9
3.5.1.3 Pile group 3 10
3.5.1.4 Pile group 4 10

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Tension Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	
Title 2 :	
Title 3 :	D-Foundations Mast 133_DKM428-430 TREK DO
Number of project :	-
Location of project :	

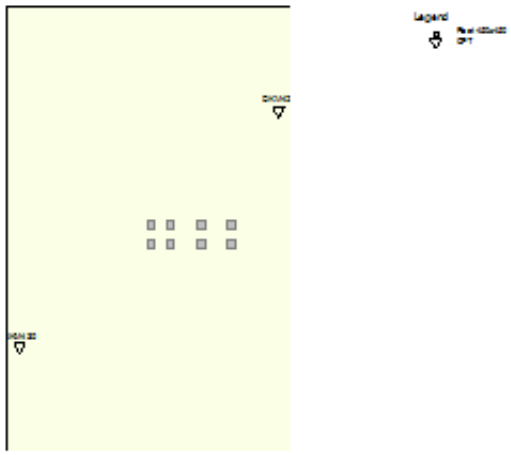
2.3 Application Area Model Tension Piles (NEN-EN)

The design and verifications performed by the TENSION PILES (NEN-EN) model of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause tensile forces in the piles. Pilegroup effects are taken into account. Calculation of pile forces is based on Cone Penetration Tests. Pile capacities are based on the NEN-EN 1997-1, chapter 7 and where pile/safety factors are concerned, on Dutch Standards NEN-EN 1997-1. Horizontal displacements of piles are not taken into account. Vertical displacements of piles are not calculated. Design of Tension piles based on NEN-EN 1997-1 is limited to piles with lengths between 7 and 50 m and a minimum Length over (equivalent) diameter ratio of 13.5.

2.4 General CPT Data

Number of CPT's :	2
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.4.1 View of CPT's in Foundation Plan



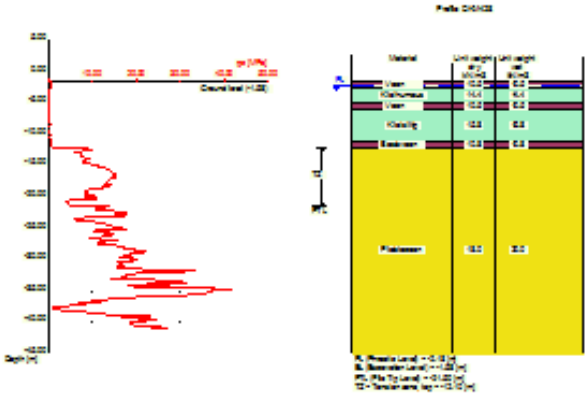
Number/name CPT	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
1: DKM428	99583.01	459853.26
2: DKM430	99566.81	459838.51

2.5 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 2

2.5.1 Soil Profile DKM428

Belonging to CPT	DKM428
Surface level in [m. reference level] :	-1.580
Phreatic level in [m. reference level] :	-2.180
Top of tension zone [m. reference level]:	-12.100
Pile tip level in [m. reference level] :	-21.500
Number of layers in profile :	6



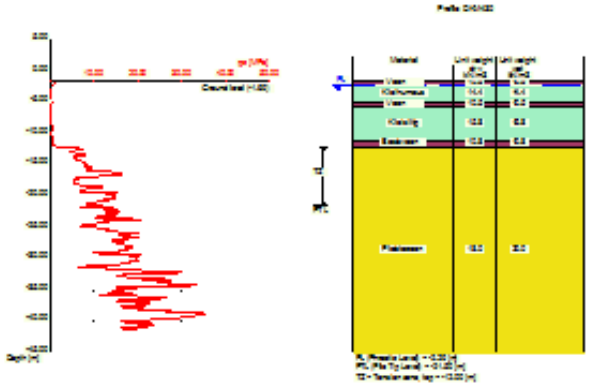
Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	-1.580	Peat	10.50	10.50	0.40	0.80		12/15	Standard
2	-2.700	Clay	14.40	14.40	0.40	0.80		12/15	Standard
3	-5.100	Peat	10.50	10.50	0.40	0.80		12/15	Standard
4	-6.000	Clay	15.80	15.80	0.40	0.80		12/15	Standard
5	-11.200	Peat	10.80	10.80	0.40	0.80		12/15	Standard
6	-12.100	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	-1.580	Peat	15.00	0.00	0.00	1.000	False
2	-2.700	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
3	-5.100	Peat	15.00	0.00	0.00	1.000	False
4	-6.000	Clay	27.50	0.00	0.00	1.000	True
5	-11.200	Peat	15.00	0.00	0.00	1.000	False

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
6	-12.100	Sand	30.00	0.00	0.00	1.000	True

2.5.2 Soil Profile DKM430

Belonging to CPT	DKM430
Surface level in [m. reference level] :	-1.690
Phreatic level in [m. reference level] :	-2.290
Top of tension zone [m. reference level]:	-12.000
Pile tip level in [m. reference level] :	-21.500
Number of layers in profile :	6



Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	-1.690	Peat	10.50	10.50	0.40	0.80		12/15	Standard
2	-2.200	Clay	14.40	14.40	0.40	0.80		12/15	Standard
3	-4.800	Peat	10.50	10.50	0.40	0.80		12/15	Standard
4	-5.500	Clay	15.80	15.80	0.40	0.80		12/15	Standard
5	-11.100	Peat	10.80	10.80	0.40	0.80		12/15	Standard
6	-12.000	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	-1.690	Peat	15.00	0.00	0.00	1.000	False
2	-2.200	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
3	-4.800	Peat	15.00	0.00	0.00	1.000	False
4	-5.500	Clay	27.50	0.00	0.00	1.000	True
5	-11.100	Peat	15.00	0.00	0.00	1.000	False
6	-12.000	Sand	30.00	0.00	0.00	1.000	True

2.6 Pile Types

Note : If alpha;t is not user defined, the next rules apply :
- alpha;t according to table 7.g and table 7.h of NEN 9097-1

- for clay: alpha;t depends on the CPT-value and relative depth
- for peat: alpha;t = 0
- for sand/gravel: alpha;t also depends on the median

Number of pile types : 1

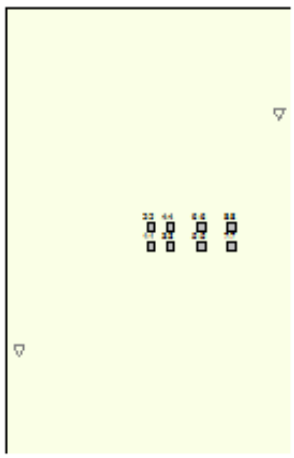
2.6.1 Pile type : Rect 450x450

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel/loam :	Driven straight-sided precast concrete pile
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay :	According to standard
Material/type for pile :	Concrete
Pile shape :	Rectangular pile
Pile dimensions :	
Smallest side pile tip [m] :	0.450
Largest side pile tip [m] :	0.450

2.7 Foundation Plan

Number of piles : 8
Number of collaborating piles* : 8
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

2.7.1 View of Foundation Plan

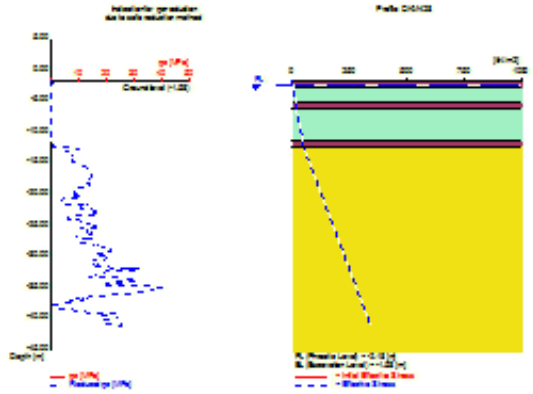


Pile nr./code	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Maximum load [kN]	Minimum load [kN]	Pile head level [m R.L.]	Use alternat. loads	Factor Gamma;var
1: 1:1	99575.00	459845.00	199.00	-581.00	-1.69	True	1.50
2: 2:2	99575.00	459846.20	199.00	-581.00	-1.69	True	1.50
3: 3:3	99576.20	459845.00	209.00	-596.00	-1.69	True	1.50
4: 4:4	99576.20	459846.20	209.00	-596.00	-1.69	True	1.50
5: 5:5	99578.10	459845.00	221.00	-620.00	-1.69	True	1.50
6: 6:6	99578.10	459846.20	221.00	-620.00	-1.69	True	1.50
7: 7:7	99580.00	459845.00	236.00	-648.00	-1.69	True	1.50
8: 8:8	99580.00	459846.20	236.00	-648.00	-1.69	True	1.50

Note regarding the loads: tension forces are positive, compressive forces are negative

2.8 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] :	-1.580
Reduction model :	Safe (NEN)



2.9 Optional Parameters

Unit weight water [kN/m3] :	9.81
Surcharge [kN/m2] :	0.00

2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] :	1.20
User defined Factor xi4 [-] :	0.96

2.11 Calculation Options

Suppress compaction
If compaction is used, according to NEN 9097-1 CPT's should be made after installation to verify this assumption
Suppress the influence of excavations.
Use excess pore pressure

2.12 Model Options

Selected pile types :
-Rect 450x450

Selected profiles :
-DKM428
-DKM430

3 Tension Piles (EC7-NL): Bearing capacity at fixed pile tip levels

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN-EN 1997 1:2005 NEN 9097-1, annex A) is user defined. Is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN-EN 1997 1:2005 NEN 9097-1, annex A) is user defined. Is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

3.2 Remarks

When calculating the max. mobilized soil weight, the topangle is used according to NEN 9097-1.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

xi3 (user defined) :	1.20
xi4 (user defined) :	0.96
For factor gamma;var values, see FOUNDATION PLAN table	
Factor gamma;st according to NEN 1997-1 annex A.3.3.2 [-]	1.350
Factor gamma;gamma according to NEN-EN 1997-1 annex A.3 table A2 [-]	
Above excavation level	1.0
Below excavation level	1.1

3.3.2 Pile type : Rect 450x450

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel/loam :	Driven straight-sided precast concrete pile
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay :	According to standard
Materialtype for pile :	Concrete
Pile shape :	Rectangular pile
Pile dimensions :	
Smallest side pile tip [m] :	0.450
Largest side pile tip [m] :	0.450

3.4 Results for all CPT's

3.4.1 Results for pile type : Rect 450x450

3.4.1.1 Pile group 1

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
1:1
2:2

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-21.50	352.73	315.80	315.80	Ksi3

3.4.1.2 Pile group 2

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
3:3
4:4

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-21.50	308.38	281.79	281.79	Ksi3

3.4.1.3 Pile group 3

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
5:5
6:6

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-21.50	360.52	325.39	325.39	Ksi3

3.4.1.4 Pile group 4

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
7:7
8:8

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-21.50	404.87	359.40	359.40	Ksi3

3.5 INDICATIVE: Results using Ksi3

3.5.1 Results for pile type : Rect 450x450

3.5.1.1 Pile group 1

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
1:1
2:2

CPT name	Level [m R.L.]	Rt;d indicative [kN]	Max. mobilized soil weight [kN]	Pile weight [kN]	Tension derived from clay [%]
DKM428	-21.50	322.64	4265.61	49.15	0.00
DKM430	-21.50	308.96	4623.72	49.36	0.00

CPT name	Alpha t aver. overall	Alpha t aver. sand/gravel/loam	Alpha t aver. clay/peat
DKM428	0.0070	0.0070	0.0000
DKM430	0.0070	0.0070	0.0000

3.5.1.2 Pile group 2

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
3:3
4:4

CPT name	Level [m R.L.]	Rt;d indicative [kN]	Max. mobilized soil weight [kN]	Pile weight [kN]	Tension derived from clay [%]
DKM428	-21.50	283.87	1363.76	49.15	0.00
DKM430	-21.50	279.70	1461.80	49.36	0.00

CPT name	Alpha t aver. overall	Alpha t aver. sand/gravel/loam	Alpha t aver. clay/peat
DKM428	0.0070	0.0070	0.0000
DKM430	0.0070	0.0070	0.0000

3.5.1.3 Pile group 3

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
5:5
6:6

CPT name	Level [m R.L.]	Rt;d indicative [kN]	Max. mobilized soil weight [kN]	Pile weight [kN]	Tension derived from clay [%]
DKM428	-21.50	329.59	1480.63	49.15	0.00
DKM430	-21.50	321.19	1582.52	49.36	0.00

CPT name	Alpha t aver. overall	Alpha t aver. sand/gravel/loam	Alpha t aver. clay/peat
DKM428	0.0070	0.0070	0.0000
DKM430	0.0070	0.0070	0.0000

3.5.1.4 Pile group 4

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
7:7
8:8

CPT name	Level [m R.L.]	Rt;d indicative [kN]	Max. mobilized soil weight [kN]	Pile weight [kN]	Tension derived from clay [%]
DKM428	-21.50	368.36	4382.49	49.15	0.00
DKM430	-21.50	350.45	4744.44	49.36	0.00

CPT name	Alpha t aver. overall	Alpha t aver. sand/gravel/loam	Alpha t aver. clay/peat
DKM428	0.0070	0.0070	0.0000
DKM430	0.0070	0.0070	0.0000

End of Report

BIJLAGE 4 BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGSCONSTANTEN

bam infra
BAM Infraconsult bv

Horizontale beddingsconstante paal volgens Menard
Auteur: Vincent Bosch
Versie: Augustus 2010
Ref: CUR 228 - Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen

Adviseur	Robert Meeuwsen
Datum	15-07-13
Project	Tennet A380 Noordring
Locatie	Mast 133 (x-richting)

Sondering	DKM428
D_{eq}	0.51 m

b.k. laag	soort	q_c	β	E_p	α	$k_{h\ R>0.3}$	$k_{h\ R<0.3}$	$k_{h,gem}$	corr.	Voor ESA berekeningen			
										per m² paal		per m'paal	
[m+ NAP]		[MPa]	[-]	[kPa]	[-]	[kN/m³]	[kN/m³]	**[kN/m³]**	**factor** *)	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m³]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m³]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
-1.6	Veen	0.5	3.00	1,500	1.00	3970	3893	**3893**	**0.54**	1,400	3,200	700	1,600
-2.7	Klei	0.2	2.00	400	0.67	1428	1461	**1461**	**0.54**	500	1,200	300	600
-5.1	Veen	0.5	3.00	1,500	1.00	3970	3893	**3893**	**0.54**	1,400	3,200	700	1,600
-6.0	Klei	0.3	2.00	600	0.67	2142	2192	**2192**	**0.54**	800	1,800	400	900
-11.2	Veen	0.5	3.00	1,500	1.00	3970	3893	**3893**	**0.54**	1,400	3,200	700	1,600
-12.1	Zand	10.0	0.70	7,000	0.33	35221	37804	**37804**	**0.54**	13,600	30,600	6,900	15,600
-22.0	Zand	12.0	0.70	8,400	0.33	42265	45364	**45364**	**0.54**	16,300	36,700	8,300	18,700

*) In geval van dynamische belastingen: beddingsconstanten vergroten met een factor 3
In geval van kleine h.o.h. afstanden: beddingsconstanten reduceren met groepsfactor

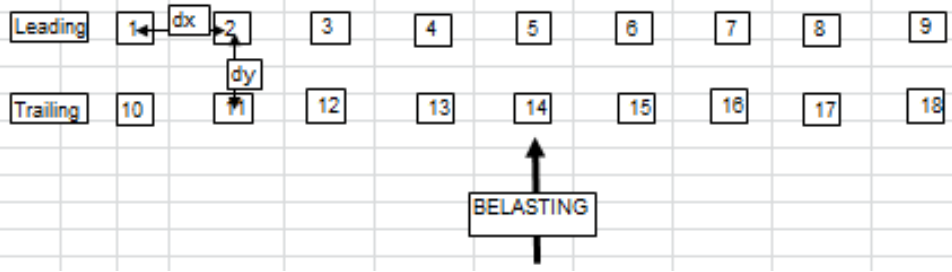
Reductiefactoren Horizontale beddingsconstante palen door groepswerking

vlg. Reese en van Impe ('Single Piles and Pile Groups under Lateral Loading')

Deq	0.51	m
dx	1.2	m
dy	1.2	m

Paal:	X	Y	L= Leading	Paalnummer								
	[m]	[m]	T = Trailing	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	0	0	L	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.2	0	L	0.86	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	2.4	0	L	1.00	0.86	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	3.6	0	L	1.00	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	100	0	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00
6	101	0	L	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	0.86	1.00	1.00
7	102	0	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	0.86	1.00
8	104	0	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	0.86
9	105	0	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00
10	0	1.2	T	0.87	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	1.2	1.2	T	0.96	0.87	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	2.4	1.2	T	1.00	0.96	0.87	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	3.6	1.2	T	1.00	1.00	0.96	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	100	1.2	T	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.96	1.00	1.00	1.00
15	101	1.2	T	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.87	0.96	1.00	1.00
16	102	1.2	T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.87	0.96	1.00
17	104	1.2	T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.87	0.96
18	105	1.2	T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.87
			redfactor:	**0.72**	**0.59**	**0.59**	**0.72**	**0.72**	**0.59**	**0.59**	**0.59**	**0.72**

				Paalnummer								
				10	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
1			L	0.66	0.87	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2			L	0.87	0.66	0.87	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3			L	0.98	0.87	0.66	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4			L	1.00	0.98	0.87	0.66	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5			L	1.00	1.00	1.00	1.00	0.66	0.87	0.98	1.00	1.00
6			L	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.66	0.87	0.98	1.00
7			L	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.87	0.66	0.87	0.98
8			L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.87	0.66	0.87
9			L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.87	0.66
10			T	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11			T	0.86	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12			T	1.00	0.86	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13			T	1.00	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14			T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00
15			T	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	0.86	1.00	1.00
16			T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	0.86	1.00
17			T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	0.86
18			T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00
			redfactor:	**0.48**	**0.36**	**0.36**	**0.48**	**0.48**	**0.36**	**0.35**	**0.36**	**0.48**



bam infra
BAM Infraconsult bv

Horizontale beddingsconstante paal volgens Menard

Auteur: Vincent Bosch
Versie: Augustus 2010
Ref: CUR 228 - Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen

Adviseur	Robert Meeuwsen
Datum	15-07-13
Project	Tennet A380 Noordring
Locatie	Mast 133 (y-richting)

Sondering	DKM428
D_{eq}	0.51 m

b.k. laag	soort	q_c	β	E_p	α	$k_{h\ R>0.3}$	$k_{h\ R<0.3}$	$k_{h,gem}$	corr.	Voor ESA berekeningen			
										per m^2 paal		per m'paal	
[m+ NAP]		[MPa]	[-]	[kPa]	[-]	[kN/m^3]	[kN/m^3]	**[kN/m^3]**	**factor *)**	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
-1.6	Veen	0.5	3.00	1,500	1.00	3970	3893	**3893**	**0.39**	1,000	2,300	500	1,200
-2.7	Klei	0.2	2.00	400	0.67	1428	1461	**1461**	**0.39**	400	900	200	400
-5.1	Veen	0.5	3.00	1,500	1.00	3970	3893	**3893**	**0.39**	1,000	2,300	500	1,200
-6.0	Klei	0.3	2.00	600	0.67	2142	2192	**2192**	**0.39**	600	1,300	300	700
-11.2	Veen	0.5	3.00	1,500	1.00	3970	3893	**3893**	**0.39**	1,000	2,300	500	1,200
-12.1	Zand	10.0	0.70	7,000	0.33	35221	37804	**37804**	**0.39**	9,800	22,100	5,000	11,300
-22.0	Zand	12.0	0.70	8,400	0.33	42265	45364	**45364**	**0.39**	11,800	26,500	6,000	13,500

*) In geval van dynamische belastingen: beddingsconstanten vergroten met een factor 3
In geval van kleine h.o.h. afstanden: beddingsconstanten reduceren met groepsfactor

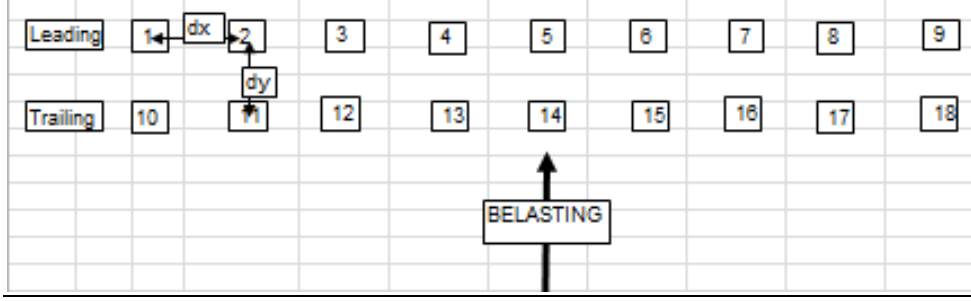
Reductiefactoren Horizontale beddingsconstante palen door groepswerking

vlg. Reese en van Impe ('Single Piles and Pile Groups under Lateral Loading')

Deq	0.51	m
dx	1.2	m
dy	1.2	m

Paal:	X	Y	L= Leading	Paalnummer								
	[m]	[m]	T = Trailing	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	0	0	L	1.00	0.66	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	0	1.2	T	0.87	1.00	0.66	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	0	2.4	T	1.00	0.66	1.00	0.66	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	0	3.6	T	1.00	0.86	0.66	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	100	100	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00
6	101	100	L	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00
7	102	0	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00
8	104	0	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	0.86
9	105	0	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00
10	1.2	0	L	0.86	0.87	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	1.2	1.2	T	0.96	0.86	0.87	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	1.2	2.4	T	1.00	0.87	0.86	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	1.2	3.6	T	1.00	0.92	0.87	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	100	101	T	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.96	1.00	1.00	1.00
15	101	101	T	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.87	1.00	1.00	1.00
16	102	1.2	T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.96	1.00
17	104	1.2	T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.87	0.96
18	105	1.2	T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.87
			redfactor:	**0.72**	**0.23**	**0.23**	**0.39**	**0.72**	**0.72**	**0.72**	**0.59**	**0.72**

				Paalnummer								
				10	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
1			L	0.86	0.87	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2			T	0.96	0.86	0.87	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3			T	1.00	0.87	0.86	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4			T	1.00	0.92	0.87	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5			L	1.00	1.00	1.00	1.00	0.66	0.87	1.00	1.00	1.00
6			L	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.66	1.00	1.00	1.00
7			L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.66	0.87	0.98
8			L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.66	0.87
9			L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.87	0.66
10			L	1.00	0.66	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11			T	0.87	1.00	0.66	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12			T	1.00	0.66	1.00	0.66	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13			T	1.00	0.86	0.66	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14			T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00
15			T	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00
16			T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00
17			T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	0.86
18			T	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00
			redfactor:	**0.72**	**0.23**	**0.23**	**0.39**	**0.43**	**0.43**	**0.48**	**0.37**	**0.48**



Bepaling belasting mastfundaties

Project:
Randstad 380 kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	06-08-2013	Status naar definitief
02	08-04-2014	Bijlagen toegevoegd

Documentnummer: R3N-OWR-0033

Opsteller	*Verificateur*	*Vrijgever*
A.L.A. van Noort Constructeur	Pieter de Jager Ontwerpmanager	Erik Duwel Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael Desmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding *4*
2. Bron van de belastingen *5*
3. Overzicht masttypen in het werk *6*
4. Verificatie *7*
4.1. Afwijkingen in ULS 8
4.2. Afwijkingen in SLS 9
4.3. Conclusie verificatie 11
5. Fundatietype A *12*
6. Fundatietype B *13*
7. Fundatietype C *14*
8. Fundatietype D *16*
9. Fundatietype F *17*
Bijlagen *18*
Bijlage 1 Afleiding belastingen per masttype 19

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het ontwerp van de mastfundaties.

De leverancier van de masten, Volker Wessels Telecom, heeft de masten berekend en daarbij ook de belasting op de fundering bepaald. Omdat de masten rond zijn is hierbij alleen naar de maatgevende belasting gekeken.

De verschillende typen masten hebben echter een duidelijk richting waarin de belasting dominant is. In het ontwerp van de mastfundaties is wel rekening gehouden met deze richting afhankelijke belasting. Daarvoor zijn de belastingen opnieuw afgeleid. Dit document bevat de afleiding en de verificatie van deze lasten.

2. BRON VAN DE BELASTINGEN

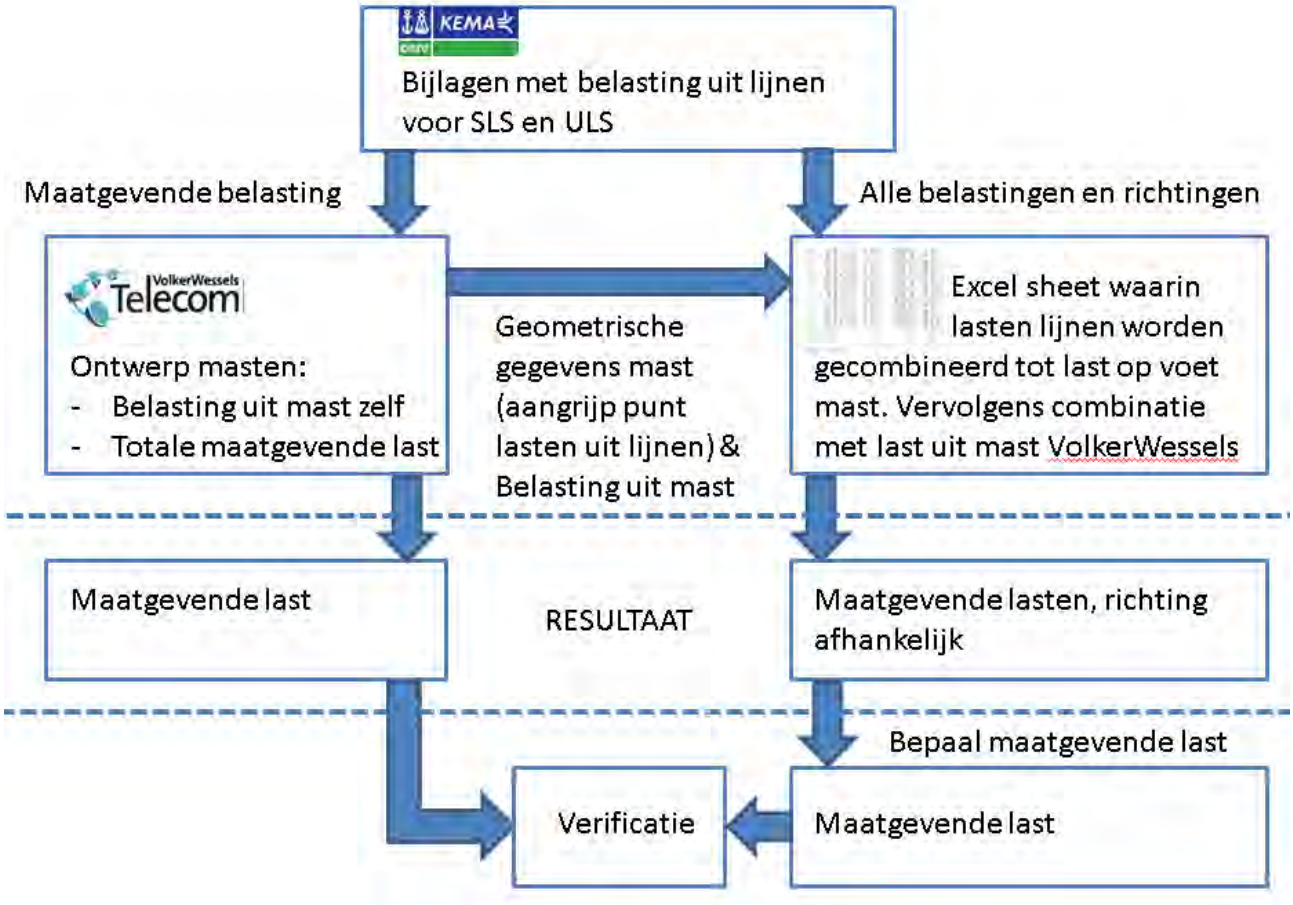
De belastingen uit de lijnen zijn berekend door KEMA in rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 Rev 003 'Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV' 18 juli 2012.

Dit rapport is niet in ons bezit.

Onderdeel van het rapport van KEMA zijn de verschillende bijlagen waarbij telkens per type mast de lasten uit de lijnen zijn gegeven. Deze bijlagen zijn door Volker Wessels Telecom (VWT) in de verschillende berekeningsrapporten opgenomen.

Daarnaast heeft VWT de belasting uit de mast zelf (exclusief last uit lijnen) bepaald. Deze lasten heeft VWT gecombineerd tot de maatgevende belasting op de fundering.

Onderstaand stroomschema geeft de wijze waarop de lasten door VWT (linker zijde schema) en in dit rapport (rechter zijde schema) zijn bepaald. Vervolgens is uit de lasten zoals bepaald in dit rapport een selectie van maatgevende belastingen gemaakt, welke is vergeleken met de maatgevende lasten zoals bepaald door VWT. Deze verificatie is opgenomen in dit rapport.



3. OVERZICHT MASTTYPEN IN HET WERK

In onderstaande tabel zijn de verschillende masttypen welke in het werk voorkomen aangegeven. Tijdens de Tenderfase zijn de verschillende berekeningen van de masten arbitrair genummerd (in volgorde van de mastenlijst in bijlage 1 van de vraagspecificatie voor de tender). Omdat in het gewonnen perceel niet meer alle masttypen aanwezig zijn, is de nummeringen van de berekeningen ook niet meer doorlopend. Al naar gelang de grote en richting van de belasting uit de masten en de diameter van de mastvoet zijn een 5-tal fundatietypen bepaald. In Tabel 1 zijn deze ook weergegeven.

Masttype	Berekeningsnummer	Fundatietype
W2S400+5	03	A
W2S350+5	09	A
W2S400A+10	27	A
W4S400Z+5	15	B
W2S400+24	21	B
W2S400+22.5	23	B
W4S400Z+14	24	B
W2H400+5	08	C
W2H400A+5 (mast 74)	08A	C
W2H400+10	17	C
W2H400+10 (mast 82)	17A	C
W2H400+15	22	C
W4H400Z+5	14	D
W4H400ZA+5	25	D
W4H400ZA+10 (Aftakm ast m ast 92)	26	D
W2E350+5	05	F
W2E400	07	F
W2E350	10	F

Tabel 1 Overzicht masttypen met bijhorende berekeningsnummer en fundatietype

4. VERIFICATIE

De waarden zoals door ons berekend zijn vergeleken met de waarden zoals gegeven door VWT in de samenvatting fundatiebelastingen.

Dit resulteert in onderstaande tabel, waarin de verhouding tussen de resultaten van VWT en de door ons afgeleide waarden gegeven zijn.

De kleurcodering is als volgt:
waarde bepaald door VWT > 102% van onze waarde → rood
waarde bepaald door VWT > 99,5% en < 100,5% van onze waarde →groen
waarde bepaald door VWT < 98% van onze waarde → geel

De groene waarden geven dus aan waar de resultaten gelijk zijn.

Geen kleur hebben de waarden met een kleine afwijking en de rode en gele waarden verdienen extra aandacht.

		Verhouding opgegeven waarde t.o.v. afgeleide waarde						
		Kleiner dan 100% is veilig, afgeleide waarde hoger						
		SLS			ULS			
		M	V	N	Mmax	V	Nmax	Nmin
W2S400 + 5	3	99%	99%	86%	100%	100%	83%	100%
W2E350 + 5	5	110%	118%	95%	101%	100%	100%	100%
W2E400	7	110%	111%	95%	101%	100%	100%	100%
W2H400 + 5	8	106%	106%	91%	102%	100%	100%	177%
W2H400 + 5	8a	106%	107%	64%	101%	98%	88%	123%
W2S350 + 5	9	99%	99%	100%	100%	100%	81%	100%
W2E350	10	106%	108%	94%	101%	101%	100%	100%
W4H400Z + 5	14	103%	104%	90%	100%	100%	100%	100%
W4S400Z + 5	15	99%	99%	99%	100%	100%	79%	79%
W2H400 + 10	17	104%	106%	59%	100%	100%	100%	66%
W2H400 + 10	17a	105%	103%	52%	100%	100%	90%	66%
W2S400 + 24	21	98%	98%	62%	100%	100%	83%	70%
W2H400 + 15	22	105%	107%	62%	100%	100%	89%	68%
W2S400 + 22.5	23	99%	100%	63%	100%	100%	84%	70%
W4S400Z + 14	24	100%	100%	67%	93%	100%	80%	54%
W4H400Z + 5 (Afst	25	146%	142%	91%	103%	104%	85%	78%
W4H400Z +10 (Afst	26	130%	127%	93%	94%	96%	89%	86%
W2S400 + 10 (afs. c	27	101%	103%	58%	102%	104%	82%	52%

Tabel 2 Verhouding tussen resultatenVWT en door ons afgeleide waarden BAM/Cofely Fabricom

4.1. AFWIJKINGEN IN ULS

Over het algemeen zijn de normaalkrachten welke wij afleiden iets hoger dan de waarden zoals bepaald door VWT. Dit komt omdat in de samenvatting van de lasten zoals gegeven door VWT niet de hoogste verticale kracht is aangegeven. Zie bijvoorbeeld onderstaand fragment uit berekening W2S400(+24).
De afwijking is dus geen gevolg van onjuistheden in onze afleiding.

Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			757			
2 - Windbelasting mast	163				5841	
3 - Belasting geval 1a	220		135		13718	
4 - Belasting geval 1b	44		167		3256	
5 - Belasting geval 3	137		304		9105	
6 - Belasting geval 4	44		192		3335	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	383		892		19559	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	75		923		4351	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	183		1060		10748	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	75		949		4430	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	12892	kNm	19559	kNm	19559	kNm
Dwarskracht	249	kN	383	kN	383	kN
Verticale kracht	540	kN	892	kN	486	kN

Bij masttype W4H400Z + 5 (Afstap 150kV) en W2S400 + 10 (afs. comp.gl) is voor het moment een hogere waarde gegeven door VWT dan door ons afgeleid.

Bij masttype W4H400Z + 5 (Afstap 150kV komt het verschil doordat het maximale moment optreed in langsrichting van het trace, in een belastingsgeval waarbij de windbelasting haaks op deze richting is. In de opgave van de belasting door VWT worden deze 2 lasten echter bij elkaar geteld, hetgene resulteert in een hogere last.

Bij masttype W2S400 + 10 (afs. comp.gl) is in de samenvatting van de lasten een hoger moment (13349 kNm) gegeven dan dat er door VWT is afgeleid (12988 kNm). De afgeleide waarde van 12988 is zelfs iets lager dan de door ons bepaalde waarde van 13052. Met deze waarde zou het vak zelfs groen kleuren.

Hetzelfde geldt voor de dwarskracht, waar onze berekening op 312 kN uitkomt, de berekening van VWT op 308 kN , maar de opgave 324 kN bedraagt.

Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_t - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			481			
2 - Windbelasting mast	115	27		814	3428	
3 - Belasting geval 1a	194	71	122	2270	9561	129
4 - Belasting geval 1b	39	47	137	1511	2352	86
5 - Belasting geval 3	117	131	249	4195	6356	239
6 - Belasting geval 4	39	53	159	1689	2431	96
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	308	98	603	3084	**12988**	**129**
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	60	52	619	1663	2995	86
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	149	139	731	4424	7320	239
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	60	58	641	1842	3074	96

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment - XY	8897	kNm	13349	kNm	13349	kNm
Dwarskracht - XY	214	kN	324	kN	324	kN
Verticale kracht	348	kN	603	kN	313	kN

4.2. AFWIJKINGEN IN SLS

Uit de tabel volgt dat de waarden van de Steunmasten redelijk overeenkomen, maar onze waarden van de Hoek en Eindmasten zijn aanzienlijk lager.

Uit nadere analyse is het volgende gebleken. Conform NEN-EN 50341 dienen de verschillende belastingen als volgt gecombineerd te worden. (zie onderstaande tabellen) . Zoals te zien is bij combinatie 1b, 3 en 4 slechts een deel van de windbelasting aanwezig. In de bepaling door VWT is dit niet meegenomen, bij elke last is telkens de maximale belasting uit de mast in SLS meegerekend.

Daarnaast is geen rekening gehouden met de richting van de wind, de belasting uit de mast is altijd maximaal meegenomen.

Table 4.2.11/NL.4 - Partial factor and combination factor (serviceability limit state)

Load case and temperature	Value for γ_G, γ_Q, χ_Q and γ_A for the serviceability limit state				
	γ_G	γ_Q or χ_Q			γ_A
Loads	G_K	Q_{PK}	Q_{WK}	Q_{iK}	A_K
1a Wind, 10° C	1,0	-	1,0	-	-
1b Wind, - 20° C	1,0	-	0,2	-	-
3 Wind+ice - 5° C	1,0	-	0,3	1,0	-
4 Construction/maintenance + 5° C	1,0	1,0	0,2	-	-

Table 4.2.11/NL.1 - Partial factor and combination factor (ultimate limit state)

Load case and temperature	Value for γ_G, γ_Q, χ_Q and γ_A for the ultimate limit state				
	γ_G [1]	γ_Q or χ_Q [3]			γ_A
Loads	G_K	Q_{PK}	Q_{WK}	Q_{iK}	A_k
1a Wind, 10° C	1,2	-	1,5	-	-
1b Wind, - 20 °C	1,2	-	0,3	-	-
2 Not relevant	-	-	-	-	-
3 Wind+ice, - 5 °C	1,2		0,45	1,5	
4 Construction/maintenance + 5 °C	1,2	1,5	0,3	-	
5a Torsional, + 10 °C	1,0	1,0 [2]	-	-	1,0
5b Not relevant	-	-	-	-	-
6 Permanent, + 10 °C	1,35	-	-	-	-
7 Special, + 10 °C	1,0	-	-	-	1,0

[1] If permanent loads have a positive effect on the structural forces e.g. uplift forces on foundation $\gamma_G = 0,9$.
[2] Only the load at the end of the crossarm, see 4.2.6.
[3] $\chi_Q = \chi_o - \gamma_Q$, with reference to ENV 1991-1 "Basis of Design".

Indien we bovenstaande uitgangspunten ook op onze afleiding toepassen, dan volgt onderstaande tabel:

		Verhouding opgegeven waarde t.o.v. afgeleide waarde						
		Kleiner dan 100% is veilig, afgeleide waarde hoger						
		SLS			ULS			
		M	V	N	Mmax	V	Nmax	Nmin
W2S400 + 5	3	99%	99%	86%	100%	100%	83%	100%
W2E350 + 5	5	100%	100%	95%	101%	100%	100%	100%
W2E400	7	100%	100%	95%	101%	100%	100%	100%
W2H400 + 5	8	101%	99%	91%	102%	100%	100%	177%
W2H400 + 5	8a	101%	100%	64%	101%	98%	88%	123%
W2S350 + 5	9	99%	99%	84%	100%	100%	81%	100%
W2E350	10	100%	100%	94%	101%	101%	100%	100%
W4H400Z + 5	14	99%	99%	90%	100%	100%	100%	100%
W4S400Z + 5	15	99%	99%	83%	100%	100%	79%	79%
W2H400 + 10	17	99%	99%	59%	100%	100%	100%	66%
W2H400 + 10	17a	100%	100%	60%	100%	100%	90%	66%
W2S400 + 24	21	98%	98%	62%	100%	100%	83%	70%
W2H400 + 15	22	99%	99%	62%	100%	100%	89%	68%
W2S400 + 22.5	23	98%	98%	62%	100%	100%	84%	70%
W4S400Z + 14	24	92%	98%	57%	93%	100%	80%	54%
W4H400Z + 5 (Afst	25	146%	142%	91%	103%	104%	85%	78%
W4H400Z +10 (Afst	26	130%	127%	93%	94%	96%	89%	86%
W2S400 + 10 (afs. c	27	101%	103%	59%	102%	104%	82%	52%

Tabel 3

Zoals te zien zijn nu vrijwel alle SLS lasten vrijwel gelijk aan de lasten welke VWT heeft afgeleid, behoudens de lasten van mast W4H400Z+5 (afstappunt) en W4H400Z+10 (afstappunt).

Bij deze masten zijn veel speciale belasting gevallen in de ULS aanwezig welke verband houden met installatie. Deze maken geen deel uit van de combinaties in de SLS. Indien de lasten voor SLS zijn bepaald op basis van de resultaten van de ULS geeft dit te hoge waarden voor de SLS.
Voorlopig zullen wij de afgeleide waarden in de SLS vermenigvuldigen met een extra veiligheid van 1,4 opdat de door ons afgeleide waarde overeenkomt met de waarde van de opdrachtgever. Nader onderzoek is gewenst.

4.3. CONCLUSIE VERIFICATIE

De waarden zoals door ons afgeleid komen goed overeen met de door de opdrachtgever verstrekte maximale waarden. Bij de SLS waarden zijn de combinaties zoals gemaakt door de opdrachtgever strenger dan de eisen uit de norm. Wij gaan hier toch de combinaties van de opdrachtgever volgen.

Twee afspanmasten hebben in de SLS een aanzienlijk lagere belasting in onze afleiding dan de waarde van de opdrachtgever. Hier wordt een extra factor van 1,4 op onze waarden toegepast.

5. FUNDATIETYPE A

Samenvatting maatgevende belastingcombinaties:

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2S400+5	90 deg	1a	0	14507	565	0	374
W2S400+5	90 deg	3	0	10025	681	0	238
W2S400+5	45 deg	1a	3748	8380	424	113	218
W2S350+5	90 deg	1a	0	11432	419	0	327
W2S350+5	90 deg	3	0	8116	521	0	215
W2S350+5	45 deg	1a	2951	6660	315	98	192
W2S400A+10	0 deg	1a	4809	461	617	158	0
W2S400A+10	0 deg	3	4914	862	737	156	0
W2S400A+10	90 deg	1a	2270	13052	603	71	312

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2S400+5	0 deg	1b	1805	3943	471	65	109
W2S400+5	45 deg	1a	2765	6731	471	88	176
W2S400+5	90 deg	1a	1805	10053	471	65	257
W2S400+5	90 deg	3	1805	8494	548	65	216
W2S350+5	45 deg	1a	2148	5387	350	75	156
W2S350+5	45 deg	1b	1397	3750	349	55	112
W2S350+5	90 deg	1a	1356	7975	350	54	226
W2S350+5	90 deg	3	1356	6860	417	54	193
W2S400A+10	90 deg	1a	4083	8775	505	133	208
W2S400A+10	90 deg	3	5585	6660	592	180	157

6. FUNDATIETYPE B

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4S400Z+5	0 deg	1a	2857	2634	600	102	54
W4S400Z+5	0 deg	3	804	4607	746	29	94
W4S400Z+5	90 deg	1a	0	17967	592	0	463
W4S400Z+5	0 deg	1a	2857	2069	561	102	43
W2S400+24	0 deg	1a	5841	547	921	163	0
W2S400+24	0 deg	3	1643	1036	1075	46	0
W2S400+24	90 deg	1a	0	19609	892	0	383
W2S400+24	0 deg	1a	5841	417	693	163	0
W2S400+22.5	0 deg	1a	5508	1538	878	157	18
W2S400+22.5	0 deg	3	1549	2784	1019	44	31
W2S400+22.5	90 deg	1a	0	21005	859	0	412
W2S400+22.5	0 deg	1a	5508	1201	659	157	14
W4S400Z+14	0 deg	1a	4319	443	777	136	0
W4S400Z+14	0 deg	3	1215	897	944	38	0
W4S400Z+14	90 deg	1a	0	18317	752	0	385
W4S400Z+14	0 deg	1a	4319	284	732	136	0

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4S400Z+5	0 deg	3	1905	5592	599	68	144
W4S400Z+5	90 deg	1a	1905	12556	494	68	321
W2S400+24	0 deg	1a	3894	4355	769	109	109
W2S400+24	0 deg	3	3894	4689	874	109	109
W2S400+24	90 deg	1a	3894	13158	748	109	255
W2S400+22.5	0 deg	3	3672	5880	828	105	130
W2S400+22.5	45 deg	1a	4314	9532	726	116	197
W2S400+22.5	90 deg	1a	3672	14266	718	105	278
W4S400Z+14	0 deg	3	2879	3560	763	91	91
W4S400Z+14	90 deg	1a	2879	12281	631	91	257

7. FUNDATIETYPE C

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2H400+5	90 deg	3	0	37867	1025	0	943
W2H400+5	0 deg	1b	665	16478	682	23	401
W2H400+5	45 deg	1a	14930	27013	682	382	678
W2H400+5	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
W2H400+5	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
W2H400A+5 (mast 74)	0 deg	3	1034	31674	1024	36	784
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	1a	1308	36670	903	53	910
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	1a	15738	26743	678	415	667
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
W2H400+10	0 deg	3	1300	38231	1280	42	829
W2H400+10	90 deg	3	0	45178	1276	0	990
W2H400+10	45 deg	1a	17515	32392	853	404	726
W2H400+10	0 deg	3	1300	26959	1176	42	582
W2H400+10	90 deg	1a	0	33107	1139	0	757
W2H400+10	90 deg	3	0	33678	1172	0	738
W2H400+10	45 deg	1a	8721	25248	855	218	575
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	3	4565	34528	1258	152	731
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	1574	41927	1127	53	931
W2H400+10 (mast 82)	-45 deg	1a	18211	30577	848	430	682
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	3	3002	24614	1167	99	522
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	1233	31402	1133	42	712
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	1b	21118	11542	847	471	245
W2H400+15	0 deg	3	1560	40126	1413	47	785
W2H400+15	90 deg	1a	0	49086	1264	0	1006
W2H400+15	45 deg	1a	20418	35375	952	433	725
W2H400+15	0 deg	1a	5546	1538	1284	167	18
W2H400+15	0 deg	3	1560	2784	1425	47	31
W2H400+15	90 deg	1a	0	21043	1265	0	422
W2H400+15	0 deg	1a	5546	1201	964	167	14

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2H400+5	0 deg	1b	2363	20045	757	81	512
W2H400+5	45 deg	1a	8801	23569	757	234	595
W2H400+5	90 deg	3	2363	31280	835	81	794
W2H400+5	-45 deg	1a	8108	23569	757	234	595
W2H400A+5 (mast 74)	0 deg	1b	3321	19716	753	120	499
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	3	4602	30221	821	172	751
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	1a	8941	23276	753	269	583
W2H400+10	0 deg	3	3081	33806	1046	99	765
W2H400+10	45 deg	1a	10468	28323	949	253	639
W2H400+10	90 deg	1a	3081	32890	946	99	734
W2H400+10	90 deg	3	3081	37539	1043	99	843
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	1a	4010	21112	949	130	481
W2H400+10 (mast 82)	45 deg	3	4263	32798	1029	158	726
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	4307	31284	941	140	691
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	3	5665	34675	1028	186	765
W2H400+10 (mast 82)	-45 deg	1a	10407	26626	945	283	597
W2H400+15	0 deg	3	3697	35947	1157	111	742
W2H400+15	45 deg	1a	12353	30742	1060	276	634
W2H400+15	90 deg	1a	3697	36518	1056	111	745
W2H400+15	90 deg	3	3697	40557	1154	111	830
W2H400+15	-45 deg	1a	11270	30742	1060	276	634

8. FUNDATIETYPE D

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4H400Z+5	90 deg	3	0	44494	1133	0	1119
W4H400Z+5	45 deg	1a	16697	31259	749	436	799
W4H400Z+5	45 deg	3	24827	13896	943	780	434
W4H400Z+5	90 deg	1a	-9505	20923	970	-260	683
W4H400Z+5	90 deg	3	-11374	20604	992	-318	663
W4H400ZA+5	90 deg	1a	7658	15619	986	188	421
W4H400ZA+5	90 deg	3	7995	10376	1111	197	264
W4H400ZA+5	-45 deg	1a	9456	9314	986	259	254
W4H400ZA+5	90 deg	1a	5652	10385	986	139	292
W4H400ZA+5	90 deg	3	6162	8221	1014	152	212
W4H400ZA+5	90 deg	3	35215	4924	943	880	130
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	1a	6367	23846	1084	137	570
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	43362	18257	1190	951	415
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	1a	3804	12106	971	115	390
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	4371	10353	995	132	324
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	27696	6071	948	865	191

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4H400Z+5	0 deg	1b	2098	23277	832	77	603
W4H400Z+5	45 deg	1a	9556	27308	832	259	700
W4H400Z+5	90 deg	3	2098	36338	922	77	931
W4H400ZA+5	0 deg	1b	6590	4113	821	188	126
W4H400ZA+5	45 deg	1b	6564	4721	821	187	141
W4H400ZA+5	90 deg	1a	7976	10768	821	221	289
W4H400ZA+5	90 deg	3	8480	8911	905	234	243
W4H400ZA+5	-45 deg	1b	6065	4732	821	190	141
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	0 deg	1b	7912	8572	896	205	219
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	1a	7700	16972	902	198	403
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	9134	15504	972	231	372
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	-45 deg	1a	9410	11965	898	253	293

9. FUNDATIETYPE F

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2E350+5	90 deg	1a	33589	4631	725	933	225
W2E350+5	90 deg	3	35789	3589	776	985	125
W2E350+5	-45 deg	1b	18592	1449	544	508	43
W2E400	90 deg	1a	34497	5038	819	940	235
W2E400	90 deg	3	37033	3864	877	1007	131
W2E400	45 deg	1b	18118	1547	614	489	45
W2E350	90 deg	1a	28011	3814	616	888	202
W2E350	90 deg	3	30575	2997	667	972	116
W2E350	45 deg	1b	16106	1260	462	507	42

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2E350+5	0 deg	1b	21038	2595	604	591	91
W2E350+5	90 deg	1a	25824	4981	604	715	154
W2E350+5	90 deg	3	29952	4348	638	838	138
W2E400	0 deg	1b	20659	2688	682	573	91
W2E400	45 deg	1b	20800	2957	682	576	98
W2E400	90 deg	1a	26286	5362	682	715	161
W2E400	90 deg	3	30704	4640	721	847	143
W2E350	45 deg	1b	18150	2296	513	583	86
W2E350	90 deg	1a	21622	4034	513	684	139
W2E350	90 deg	1b	18412	2470	513	591	91
W2E350	90 deg	3	25542	3543	547	821	124

BIJLAGEN

Bijlage 1 Afleiding belastingen per masttype

BIJLAGE 1 AFLEIDING BELASTINGEN PER MASTTYPE

Resultaat ULS

Type	Mast	Ber & bijlage		Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
A	W2S400+5	03-Q	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	14507	565	0	374
A	W2S400+5	03-Q	Perm load 1,2	90 deg	3	0	10025	681	0	238
A	W2S400+5	03-Q	Perm load 0,9	45 deg	1a	3748	8380	424	113	218
F	W2E350+5	05-F	Perm load 1,2	90 deg	1a	33589	4631	725	933	225
F	W2E350+5	05-F	Perm load 1,2	90 deg	3	35789	3589	776	985	125
F	W2E350+5	05-F	Perm load 0,9	-45 deg	1b	18592	1449	544	508	43
F	W2E400	07-L	Perm load 1,2	90 deg	1a	34497	5038	819	940	235
F	W2E400	07-L	Perm load 1,2	90 deg	3	37033	3864	877	1007	131
F	W2E400	07-L	Perm load 0,9	45 deg	1b	18118	1547	614	489	45
C	W2H400+5	08-N	Perm load 1,2	90 deg	3	0	37867	1025	0	943
C	W2H400+5	08-N	Perm load 0,9	0 deg	1b	665	16478	682	23	401
C	W2H400+5	08-N	Perm load 0,9	45 deg	1a	14930	27013	682	382	678
C	W2H400+5	08-N1	Perm load 1,2	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
C	W2H400+5	08-N1	Perm load 1,2	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
C	W2H400A+5 (m	08A-AN	Perm load 1,2	0 deg	3	1034	31674	1024	36	784
C	W2H400A+5 (m	08A-AN	Perm load 1,2	90 deg	1a	1308	36670	903	53	910
C	W2H400A+5 (m	08A-AN	Perm load 0,9	-45 deg	1a	15738	26743	678	415	667
C	W2H400A+5 (m	08A-AN1	Perm load 1,2	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
C	W2H400A+5 (m	08A-AN1	Perm load 1,2	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
A	W2S350+5	09-I	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	11432	419	0	327
A	W2S350+5	09-I	Perm load 1,2	90 deg	3	0	8116	521	0	215
A	W2S350+5	09-I	Perm load 0,9	45 deg	1a	2951	6660	315	98	192
F	W2E350	10-E	Perm load 1,2	90 deg	1a	28011	3814	616	888	202
F	W2E350	10-E	Perm load 1,2	90 deg	3	30575	2997	667	972	116
F	W2E350	10-E	Perm load 0,9	45 deg	1b	16106	1260	462	507	42
D	W4H400Z+5	14-Y	Perm load 1,2	90 deg	3	0	44494	1133	0	1119
D	W4H400Z+5	14-Y	Perm load 0,9	45 deg	1a	16697	31259	749	436	799
D	W4H400Z+5	14-Y1	Perm load 1,2	45 deg	3	24827	13896	943	780	434
D	W4H400Z+5	14-Y1	Perm load 1,2	90 deg	1a	-9505	20923	970	-260	683
D	W4H400Z+5	14-Y1	Perm load 1,2	90 deg	3	-11374	20604	992	-318	663
B	W4S400Z+5	15-AA	Perm load 1,2	0 deg	1a	2857	2634	600	102	54
B	W4S400Z+5	15-AA	Perm load 1,2	0 deg	3	804	4607	746	29	94
B	W4S400Z+5	15-AA	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	17967	592	0	463
B	W4S400Z+5	15-AA	Perm load 0,9	0 deg	1a	2857	2069	561	102	43
C	W2H400+10	17-O	Perm load 1,2	0 deg	3	1300	38231	1280	42	829
C	W2H400+10	17-O	Perm load 1,2	90 deg	3	0	45178	1276	0	990
C	W2H400+10	17-O	Perm load 0,9	45 deg	1a	17515	32392	853	404	726
C	W2H400+10	17-O1	Perm load 1,2	0 deg	3	1300	26959	1176	42	582
C	W2H400+10	17-O1	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	33107	1139	0	757
C	W2H400+10	17-O1	Perm load 1,2	90 deg	3	0	33678	1172	0	738
C	W2H400+10	17-O1	Perm load 0,9	45 deg	1a	8721	25248	855	218	575
C	W2H400+10 (m	17A-AM	Perm load 1,2	0 deg	3	4565	34528	1258	152	731
C	W2H400+10 (m	17A-AM	Perm load 1,2	90 deg	1a	1574	41927	1127	53	931
C	W2H400+10 (m	17A-AM	Perm load 0,9	-45 deg	1a	18211	30577	848	430	682
C	W2H400+10 (m	17A-AM1	Perm load 1,2	0 deg	3	3002	24614	1167	99	522
C	W2H400+10 (m	17A-AM1	Perm load 1,2	90 deg	1a	1233	31402	1133	42	712

C	W2H400+10 (m	17A-AM1	Perm load 0,9	0 deg	1b	21118	11542	847	471	245
B	W2S400+24	21-AC	Perm load 1,2	0 deg	1a	5841	547	921	163	0
B	W2S400+24	21-AC	Perm load 1,2	0 deg	3	1643	1036	1075	46	0
B	W2S400+24	21-AC	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	19609	892	0	383
B	W2S400+24	21-AC	Perm load 0,9	0 deg	1a	5841	417	693	163	0
C	W2H400+15	22-AE	Perm load 1,2	0 deg	3	1560	40126	1413	47	785
C	W2H400+15	22-AE	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	49086	1264	0	1006
C	W2H400+15	22-AE	Perm load 0,9	45 deg	1a	20418	35375	952	433	725
C	W2H400+15	22-AE1	Perm load 1,2	0 deg	1a	5546	1538	1284	167	18
C	W2H400+15	22-AE1	Perm load 1,2	0 deg	3	1560	2784	1425	47	31
C	W2H400+15	22-AE1	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	21043	1265	0	422
C	W2H400+15	22-AE1	Perm load 0,9	0 deg	1a	5546	1201	964	167	14
B	W2S400+22.5	23-AF	Perm load 1,2	0 deg	1a	5508	1538	878	157	18
B	W2S400+22.5	23-AF	Perm load 1,2	0 deg	3	1549	2784	1019	44	31
B	W2S400+22.5	23-AF	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	21005	859	0	412
B	W2S400+22.5	23-AF	Perm load 0,9	0 deg	1a	5508	1201	659	157	14
B	W4S400Z+14	24-AB	Perm load 1,2	0 deg	1a	4319	443	777	136	0
B	W4S400Z+14	24-AB	Perm load 1,2	0 deg	3	1215	897	944	38	0
B	W4S400Z+14	24-AB	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	18317	752	0	385
B	W4S400Z+14	24-AB	Perm load 0,9	0 deg	1a	4319	284	732	136	0
D	W4H400ZA+5	25-AK	Perm load 1,2	90 deg	1a	7658	15619	986	188	421
D	W4H400ZA+5	25-AK	Perm load 1,2	90 deg	3	7995	10376	1111	197	264
D	W4H400ZA+5	25-AK	Perm load 1,2	-45 deg	1a	9456	9314	986	259	254
D	W4H400ZA+5	25-AK1	Perm load 1,2	90 deg	1a	5652	10385	986	139	292
D	W4H400ZA+5	25-AK1	Perm load 1,2	90 deg	3	6162	8221	1014	152	212
D	W4H400ZA+5	25-AK1	Perm load 1,2	90 deg	3	35215	4924	943	880	130
D	W4H400ZA+10 (	26-AL	Perm load 1,2	90 deg	1a	6367	23846	1084	137	570
D	W4H400ZA+10 (	26-AL	Perm load 1,2	90 deg	3	43362	18257	1190	951	415
D	W4H400ZA+10 (	26-AL1	Perm load 1,2	90 deg	1a	3804	12106	971	115	390
D	W4H400ZA+10 (	26-AL1	Perm load 1,2	90 deg	3	4371	10353	995	132	324
D	W4H400ZA+10 (	26-AL1	Perm load 1,2	90 deg	3	27696	6071	948	865	191
A	W2S400A+10	27-AH	Perm load 1,2	0 deg	1a	4809	461	617	158	0
A	W2S400A+10	27-AH	Perm load 1,2	0 deg	3	4914	862	737	156	0
A	W2S400A+10	27-AH	Perm load 1,2	90 deg	1a	2270	13052	603	71	312

ULS

	Mmax	N	Nmin	V
3	14507	681	424	374
5	35789	776	544	985
7	37033	877	614	1007
8	37867	1025	385	943
9	11432	521	315	327
10	30575	667	462	972
14	44494	1133	749	1119
15	17967	746	561	463
17	45178	1280	853	990
21	19609	1075	693	383
22	49086	1425	952	1006
23	21005	1019	659	412

	24	18317	944	732	385
	25	35215	1111	943	880
	26	43362	1190	948	951
	27	13052	737	603	312
17a		41927	1258	847	931
8a		36670	1024	385	910

Type	Mast	Ber & bijlag	Wind	Loadcase		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2S400+5	03-Q2	Perm load	0 deg	1b		1805	3943	471	65	109
W2S400+5	03-Q2	Perm load	45 deg	1a		2765	6731	471	88	176
W2S400+5	03-Q2	Perm load	90 deg	1a		1805	10053	471	65	257
W2S400+5	03-Q2	Perm load	90 deg		3	1805	8494	548	65	216
W2E350+5	05-F2	Perm load	0 deg	1b		21038	2595	604	591	91
W2E350+5	05-F2	Perm load	90 deg	1a		25824	4981	604	715	154
W2E350+5	05-F2	Perm load	90 deg		3	29952	4348	638	838	138
W2E400	07-L2	Perm load	0 deg	1b		20659	2688	682	573	91
W2E400	07-L2	Perm load	45 deg	1b		20800	2957	682	576	98
W2E400	07-L2	Perm load	90 deg	1a		26286	5362	682	715	161
W2E400	07-L2	Perm load	90 deg		3	30704	4640	721	847	143
W2H400+5	08-N2	Perm load	0 deg	1b		2363	20045	757	81	512
W2H400+5	08-N2	Perm load	45 deg	1a		8801	23569	757	234	595
W2H400+5	08-N2	Perm load	90 deg		3	2363	31280	835	81	794
W2H400+5	08-N2	Perm load	-45 deg	1a		8108	23569	757	234	595
W2H400A+	08-AN2	Perm load	0 deg	1b		3321	19716	753	120	499
W2H400A+	08-AN2	Perm load	90 deg		3	4602	30221	821	172	751
W2H400A+	08-AN2	Perm load	-45 deg	1a		8941	23276	753	269	583
W2S350+5	09-I2	Perm load	45 deg	1a		2148	5387	350	75	156
W2S350+5	09-I2	Perm load	45 deg	1b		1397	3750	349	55	112
W2S350+5	09-I2	Perm load	90 deg	1a		1356	7975	350	54	226
W2S350+5	09-I2	Perm load	90 deg		3	1356	6860	417	54	193
W2E350	10-E2	Perm load	45 deg	1b		18150	2296	513	583	86
W2E350	10-E2	Perm load	90 deg	1a		21622	4034	513	684	139
W2E350	10-E2	Perm load	90 deg	1b		18412	2470	513	591	91
W2E350	10-E2	Perm load	90 deg		3	25542	3543	547	821	124
W4H400Z+	14-Y2	Perm load	0 deg	1b		2098	23277	832	77	603
W4H400Z+	14-Y2	Perm load	45 deg	1a		9556	27308	832	259	700
W4H400Z+	14-Y2	Perm load	90 deg		3	2098	36338	922	77	931
W4S400Z+	15-AA2	Perm load	0 deg		3	1905	5592	599	68	144
W4S400Z+	15-AA2	Perm load	90 deg	1a		1905	12556	494	68	321
W2H400+1	17-O2	Perm load	0 deg		3	3081	33806	1046	99	765
W2H400+1	17-O2	Perm load	45 deg	1a		10468	28323	949	253	639
W2H400+1	17-O2	Perm load	90 deg	1a		3081	32890	946	99	734
W2H400+1	17-O2	Perm load	90 deg		3	3081	37539	1043	99	843
W2H400+1	17A-AM2	Perm load	0 deg	1a		4010	21112	949	130	481
W2H400+1	17A-AM2	Perm load	45 deg		3	4263	32798	1029	158	726
W2H400+1	17A-AM2	Perm load	90 deg	1a		4307	31284	941	140	691
W2H400+1	17A-AM2	Perm load	90 deg		3	5665	34675	1028	186	765
W2H400+1	17A-AM2	Perm load	-45 deg	1a		10407	26626	945	283	597
W2S400+2	21-AC2	Perm load	0 deg	1a		3894	4355	769	109	109
W2S400+2	21-AC2	Perm load	0 deg		3	3894	4689	874	109	109
W2S400+2	21-AC2	Perm load	90 deg	1a		3894	13158	748	109	255
W2H400+1	22-AE2	Perm load	0 deg		3	3697	35947	1157	111	742
W2H400+1	22-AE2	Perm load	45 deg	1a		12353	30742	1060	276	634
W2H400+1	22-AE2	Perm load	90 deg	1a		3697	36518	1056	111	745

W2H400+1	22-AE2	Perm load	90 deg		3	3697	40557	1154	111	830
W2H400+1	22-AE2	Perm load	-45 deg	1a		11270	30742	1060	276	634
W2S400+2	23-AF2	Perm load	0 deg		3	3672	5880	828	105	130
W2S400+2	23-AF2	Perm load	45 deg	1a		4314	9532	726	116	197
W2S400+2	23-AF2	Perm load	90 deg	1a		3672	14266	718	105	278
W4S400Z+	24-AB2	Perm load	0 deg		3	2879	3560	763	91	91
W4S400Z+	24-AB2	Perm load	90 deg	1a		2879	12281	631	91	257
W4H400ZA	25-AK2	Perm load	0 deg	1b		6590	4113	821	188	126
W4H400ZA	25-AK2	Perm load	45 deg	1b		6564	4721	821	187	141
W4H400ZA	25-AK2	Perm load	90 deg	1a		7976	10768	821	221	289
W4H400ZA	25-AK2	Perm load	90 deg		3	8480	8911	905	234	243
W4H400ZA	25-AK2	Perm load	-45 deg	1b		6065	4732	821	190	141
W4H400ZA	26-AL2	Perm load	0 deg	1b		7912	8572	896	205	219
W4H400ZA	26-AL2	Perm load	90 deg	1a		7700	16972	902	198	403
W4H400ZA	26-AL2	Perm load	90 deg		3	9134	15504	972	231	372
W4H400ZA	26-AL2	Perm load	-45 deg	1a		9410	11965	898	253	293
W2S400A+	27-AH2	Perm load	90 deg	1a		4083	8775	505	133	208
W2S400A+	27-AH2	Perm load	90 deg		3	5585	6660	592	180	157

SLS

Berekening	M	Nmax	Nmin	V
3	10053	548	471	257
5	29952	638	604	838
7	30704	721	682	847
8	31280	835	757	794
9	7975	417	349	226
10	25542	547	513	821
14	36338	922	832	931
15	12556	599	494	321
17	37539	1046	946	843
21	13158	874	748	255
22	40557	1157	1056	830
23	14266	828	718	278
24	12281	763	631	257
25	10768	905	821	289
26	16972	972	896	403
27	8775	592	505	208
17a	34675	1029	941	765
8a	30221	821	753	751

Deze sheet controleerd de resultaten van de spreadsheet met de resultaten zoal sin de berekeningen samengevat.

Voorbeeld opgave belasting in berekening, uit berekening 1

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eq}=1.0 ; γ_f=1.0	B.C. 2 - ULS γ_{eq}=1.2 ; γ_f=1.6	B.C. 3 - ULS γ_{eq}=0.9 ; γ_f=1.6
Voetmoment	27327 kNm	33406 kNm	33406 kNm
Dwarskracht	771 kN	927 kN	927 kN
Verticale kracht	631 kN	873 kN	568 kN

	Berekening VolkerWessel Telecom			B.C. 2 - ULS			B.C. 3 - ULS			Samenvatting waarden VolkerWessel telecom				ULS					SLS					ULS					Verhouding opgegeven waarde t.o.v. afgeleide waarde kleiner dan 100% is veilig, afgeleide waarde hoger										
	B.C. 1 - SLS									SLS									SPREADSHHET										SLS										
Berekening	Voetmoment	Dwarskracht	verticale kracht	Voetmoment	Dwarskracht	verticale kracht	Voetmoment	Dwarskracht	verticale kracht	Nmin	Nmax	Vmax	Mmax	Nmin	Nmax	Vmax	Mmax		SLS					ULS					M	V	N	Mmax	V	Nmax	Nmin						
3	9979	253	471	14554	374	565	14554	374	424	471 = N min		253	9979	424	565	374	14554	3	10051	257	548	14507	374	681	424	**W2S400 + 5**	3	99%	99%	86%	100%	100%	83%	100%	W2S400 + :A	3	-116
5	29966	836	604	36006	990	776	36006	990	544	604 = N min		836	29966	544	776	990	36006	5	29952	838	638	35789	985	776	544	W2E350 + 5	5	100%	100%	95%	101%	100%	100%	100%	W2E350 + E	5	0
7	30727	846	683	37268	1012	877	37268	1012	614	683 = N min		846	30727	614	877	1012	37268	7	30704	847	721	37033	1007	877	614	W2E400	7	100%	100%	95%	101%	100%	100%	100%	W2E400 - E	7	0
8	31577	789	757	38516	943	1025	38516	943	681	757 = N min		789	31577	681	1025	943	38516	8	31280	794	835	37867	943	1025	385	W2H400 + 5	8	101%	99%	91%	102%	100%	100%	177%	W2H400 + C	8	0
8a	30614	752	526	37152	892	903	37152	892	473	526 = N min		752	30614	473	903	892	37152	8a	30221	751	821	36670	910	1024	385	W2H400 + 5	8a	101%	100%	64%	101%	98%	88%	123%	W2H400 + C	8A	-121
9	7924	223	350	11472	328	420	11472	328	315	350 = N min		223	7924	315	420	328	11472	9	7975	226	417	11432	327	521	315	W2S350 + 5	9	99%	99%	84%	100%	100%	81%	100%	W2S350 + :A	9	-101
10	25558	821	513	30758	977	666	30758	977	462	513 = N min		821	25558	462	666	977	30758	10	25542	821	547	30575	972	667	462	W2E350	10	100%	100%	94%	101%	101%	100%	100%	W2E350 - E	10	-1
14	36094	926	832	44494	1119	1134	44494	1119	749	832 = N min		926	36094	749	1134	1119	44494	14	36338	931	922	44494	1119	1133	749	W4H400Z + 5	14	99%	99%	90%	100%	100%	100%	100%	W4H400Z - D	14	1
15	12395	317	494	17917	463	591	17917	463	445	494 = N min		317	12395	445	591	463	17917	15	12556	321	599	17967	463	746	561	W4S400Z + 5	15	99%	99%	83%	100%	100%	79%	79%	W4S400Z +B	15	-155
17	37292	837	622	45178	990	1276	45178	990	560	622 = N min		837	37292	560	1276	990	45178	17	37539	843	1046	45178	990	1280	853	W2H400 + 10	17	99%	99%	59%	100%	100%	100%	66%	W2H400 + C	17	-4
17a	34560	765	618	41965	933	1127	41965	933	556	618 = N min		765	34560	556	1127	933	41965	17a	34675	765	1029	41927	931	1258	847	W2H400 + 10	17a	100%	100%	60%	100%	100%	90%	66%	W2H400 + C	17A	-131
21	12892	249	540	19559	383	892	19559	383	486	540 = N min		249	12892	486	892	383	19559	21	13158	255	874	19609	383	1075	693	W2S400 + 24	21	98%	98%	62%	100%	100%	83%	70%	W2S400 + :B	21	-183
22	40271	823	720	49086	1006	1264	49086	1006	648	720 = N min		823	40271	648	1264	1006	49086	22	40557	830	1157	49086	1006	1425	952	W2H400 + 15	22	99%	99%	62%	100%	100%	89%	68%	W2H400 + C	22	-161
23	13982	271	514	20915	412	859	20915	412	463	514 = N min		271	13982	463	859	412	20915	23	14266	278	828	21005	412	1019	659	W2S400 + 22.5	23	98%	98%	62%	100%	100%	84%	70%	W2S400 + :B	23	-160
24	11307	251	436	17113	385	752	17113	385	392	436 = N min		251	11307	392	752	385	17113	24	12281	257	763	18317	385	944	732	W4S400Z + 14	24	92%	98%	57%	93%	100%	80%	54%	W4S400Z +B	24	-192
25	15743	410	822	36241	911	943	36241	911	740	822 = N min		410	15743	740	943	911	36241	25	10768	289	905	35215	880	1111	943	W4H400Z + 5 (Afsta	25	146%	142%	91%	103%	100%	85%	78%	W4H400Z - D	25	-168
26	22100	514	902	40567	909	1058	40567	909	812	902 = N min		514	22100	812	1058	909	40567	26	16972	403	972	43362	951	1190	948	W4H400Z +10 (Afsta	26	130%	127%	93%	94%	96%	89%	86%	W4H400Z - D	26	-132
27	8897	214	348	13349	324	603	13349	324	313	348 = N min		214	8897	313	603	324	13349	27	8775	208	592	13052	312	737	603	W2S400 + 10 (afs. cc	27	101%	103%	59%	102%	104%	82%	52%	W2S400 + A	27	-134

Toelichting

Links staan de belastingen zoals opgegeven, in deze belasting is geen rekening gehouden met de richting van de last
Vervolgens zijn deze belastingen in de tabel ernaats samengevat opdat waarden worden verkregen welke vergelijkbaar zijn met de waarden die deze spreadsheet berekend
Als laatste zijn de opgegeven waarden vergeleken met de waardenzoals berekend doro de spreadsheet.

W2S400+5 03-Q

Hoogte mast			57 m	
Hoogte onderste stroomdraad (F3)			31 m	
		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / OPGW	M_{stat} =	0,7 m =	56,3 m	-1,459 m
1e traverse - 380C1F1	F2 +	10 m =	51 m	4,41 m
2e traverse - 380C1F2	F3 +	10 m =	41 m	4,41 m
3e traverse - 380C1F3			31 m	4,41 m
Passieve lijn = Comp C.	F3 -	4 m =	27 m	-1,825 m

Uit mast
(incl belastingsfactoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
449	98	2707

Uit lijnen
(incl belastingsfactoren)

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
87	232	276	1834	11800

Belastingen uit lijnen

			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	1a		0	2221	116	0	44
		1b		0	2468	116	0	50
			3	0	3843	232	0	79
			4	0	2591	139	0	52
			6	0	2435	130	0	48
	45 deg	1a		-1530	6812	116	-37	155
		1b		-90	3317	116	-2	71
			3	-334	6478	232	-8	143
			4	-69	3434	139	-2	72
	90 deg	1a		0	**11800**	116	0	**276**
		1b		0	4209	116	0	92
			3	0	9264	**232**	0	210
			4 Construc	0	4312	139	0	93
	-45 deg	1a		1530	6812	116	37	155
		1b		90	3317	116	2	71
			3	334	6478	232	8	143
			4	69	3434	139	2	72
Perm load 0,9	0 deg	1a		0	1741	87	0	35
		1b		0	1969	**87**	0	41
			3	0	3425	203	0	71
			4	0	2128	110	0	43
			6	0	**1725**	87	0	**35**
	45 deg	1a		**-1834**	6466	87	**-44**	149
		1b		-130	2828	**87**	-3	61
			3	-398	6077	203	-9	135
			4 Construc	-93	2977	110	-2	63
	90 deg	1a		0	11560	87	0	272
		1b		0	3747	87	0	84
			3	0	8902	203	0	204
			4	0	3871	110	0	85
	-45 deg	1a		**1834**	6466	87	**44**	149
		1b		130	2828	**87**	3	61
			3	398	6077	203	9	135
			4	93	2977	110	2	63

Belasting uit mast

	N	V	M
regel	449	98	2707

Totaal

	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	1a		2707	2221	565	98	44 3501,362
2	1b		508	2468	565	18	50 2519,824
3		3	761	3843	681	28	79 3917,717
4		4	508	2591	588	18	52 2639,889
5		6					
6							
7	1a		3445	8726	565	106	224 9381,266
8	1b		449	3676	565	15	84 3702,86
9		3	872	7016	681	27	162 7070,149
10		4	428	3793	588	15	85 3816,956
11							
12	1a		0	14507	565	0	374 14507,36
13	1b		0	4716	565	0	111 4716,244
14		3	0	10025	681	0	238 10025,4
15		4 Construc	0	4819	588	0	112 4819,077
16							
17	1a		3445	8726	565	106	224 9381,266
18	1b		449	3676	565	15	84 3702,86
19		3	872	7016	681	27	162 7070,149
20		4	428	3793	588	15	85 3816,956
21							
22	1a		2707	1741	424	98	35 3218,511
23	1b		508	1969	424	18	41 2033,444
24		3	761	3425	540	28	71 3508,901
25		4	508	2128	446	18	43 2187,345
26		6					
27							
28	1a		3748	8380	424	113	218 9179,969
29	1b		489	3187	424	16	74 3224,206
30		3	936	6615	540	29	155 6681,13
31		4 Construc	452	3336	446	15	76 3366,452
32							
33	1a		0	14267	424	0	370 14267,27
34	1b		0	4255	424	0	102 4254,647
35		3	0	9664	540	0	231 9663,812
36		4	0	4379	446	0	103 4378,963
37							
38	1a		3748	8380	424	113	218 9179,969
39	1b		489	3187	424	16	74 3224,206
40		3	936	6615	540	29	155 6681,13
41		4	452	3336	446	15	76 3366,452
	Max		3748	14507	681	113	374 14507

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
12	W2S400+5 03-Q	Perm load	90 deg	1a	0	14507	565	0	374
14	W2S400+5 03-Q	Perm load	90 deg	3	0	10025	681	0	238
28	W2S400+5 03-Q	Perm load	45 deg	1a	3748	8380	424	113	218

W2S400+5
Loadcases for tower strength (ultimate limit state)
Loadcase according to
50341-3-15

APPENDIX: Q

	Attachment point	AHEAD [N]			BACK [N]			Totaal Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	17045	6513	147783	17045	6513	-147783	34,09	13,026	0
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17045	6508	147783	17045	6508	-147783	34,09	13,016	0
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	17045	6502	147783	17045	6502	-147783	34,09	13,004	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	2226	857	19378	2226	857	-19378	4,452	1,714	0
	Comp. gl	4617	1768	40154	4617	1768	-40154	9,234	3,536	0
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	17036	7424	169771	17036	7424	-169771	34,072	14,848	0
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17036	7423	169771	17036	7423	-169771	34,072	14,846	0
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	17036	7422	169771	17036	7422	-169771	34,072	14,844	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	2225	961	21970	2225	961	-21970	4,45	1,922	0
	Comp. gl	4615	1971	45077	4615	1971	-45077	9,23	3,942	0
3	3 380C1F1 / 380C2F1	29376	10455	238677	29376	10455	-238677	58,752	20,91	0
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	29376	10452	238677	29376	10452	-238677	58,752	20,904	0
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	29376	10449	238677	29376	10449	-238677	58,752	20,898	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	9244	2664	60775	9244	2664	-60775	18,488	5,328	0
	Comp. gl	18676	5363	122498	18676	5363	-122498	37,352	10,726	0
4	4 380C1F1 / 380C2F1	20053	7508	171693	20053	7508	-171693	40,106	15,016	0
Construction/maintenance, +5 dgr	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	20053	7507	171693	20053	7507	-171693	40,106	15,014	0
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	20053	7506	171693	20053	7506	-171693	40,106	15,012	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	2978	1094	25008	2978	1094	-25008	5,956	2,188	0
	Comp. gl	6122	2243	51307	6122	2243	-51307	12,244	4,486	0
6	6 380C1F1 / 380C2F1	19177	7092	162441	19177	7092	-162441	38,354	14,184	0
Permanent, +10 dgr	Permanent, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	19177	7092	162441	19177	7092	-162441	38,354	14,184	0
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.35380C1F3 / 380C2F3	19177	7092	162441	19177	7092	-162441	38,354	14,184	0
	GW / opgw	2505	932	21353	2505	932	-21353	5,01	1,864	0
	Comp. gl	5195	1931	44221	5195	1931	-44221	10,39	3,862	0
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	17049	21543	181132	17051	25846	-195119	34,1	48,389	-11,987
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17049	21159	178348	17050	24178	-188973	34,099	45,337	-10,625
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	17048	19411	172571	17049	22068	-181469	34,097	41,479	-8,898
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	2227	3719	27068	2227	4308	-29443	4,454	8,027	-2,375
	Comp. gl	4618	5531	47908	4618	6308	-50647	9,236	11,839	-2,739
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	17036	10392	171437	17036	10979	-172153	34,072	21,371	-0,716
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17036	10146	171172	17036	10683	-171777	34,072	20,829	-0,605
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	17036	9834	170867	17036	10308	-171344	34,072	20,142	-0,477
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	2225	1484	22378	2225	1588	-22550	4,45	3,072	-0,172
	Comp. gl	4615	2671	45427	4615	2809	-45579	9,23	5,548	-0,152
3	3 380C1F1 / 380C2F1	29377	18822	244963	29378	20489	-247581	58,755	39,311	-2,618
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	29377	18123	243983	29377	19647	-246210	58,754	37,77	-2,227
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	29377	17238	242850	29377	18582	-244618	58,754	35,82	-1,768
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	9245	5332	62378	9245	5860	-63049	18,49	11,192	-0,671
	Comp. gl	18677	8939	123915	18677	9640	-124532	37,354	18,579	-0,617
4	4 380C1F1 / 380C2F1	20053	10461	172975	20053	11041	-173535	40,106	21,502	-0,56
Construction/maintenance, +5 dgr	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	20053	10217	172769	20053	10748	-173241	40,106	20,965	-0,472
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	20053	9908	172531	20053	10377	-172903	40,106	20,285	-0,372
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	2978	1611	25273	2978	1713	-25388	5,956	3,324	-0,115
	Comp. gl	6122	2938	51534	6122	3074	-51635	12,244	6,012	-0,101
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	17059	43378	264457	17059	43378	-264457	34,118	86,756	0
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17058	40254	251855	17058	40254	-251855	34,116	80,508	0
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	17056	36280	235871	17056	36280	-235871	34,112	72,56	0
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / opgw	2228	7398	42270	2228	7398	-42270	4,456	14,796	0
	Comp. gl	4620	10456	67128	4620	10456	-67128	9,24	20,912	0
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	17037	14120	177780	17037	14120	-177780	34,074	28,24	0
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17037	13553	176563	17037	13553	-176563	34,074	27,106	0
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	17036	12838	175146	17036	12838	-175146	34,072	25,676	0
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / opgw	2225	2151	23864	2225	2151	-23864	4,45	4,302	0
	Comp. gl	4615	3546	46782	4615	3546	-46782	9,23	7,092	0
3	3 380C1F1 / 380C2F1	29382	29439	267163	29382	29439	-267163	58,764	58,878	0
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	29381	27824	263059	29381	27824	-263059	58,762	55,648	0
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	29380	25783	258193	29380	25783	-258193	58,76	51,566	0
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / opgw	9247	8678	68065	9247	8678	-68065	18,494	17,356	0
	Comp. gl	18679	13366	129367	18679	13366	-129367	37,358	26,732	0
4 Construction/maintenance, +5 dgr Permanent loads ygr 1-2	4 380C1F1 / 380C2F1	20054	14133	177989	20054	14133	-177989	40,108	28,266	0
Construction/maintenance, +5 dgr Permanent loads ygr 1-2 Wind angle: 90 dgr	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	20053	13576	177019	20053	13576	-177019	40,106	27,152	0
	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	20053	12873	175893	20053	12873	-175893	40,106	25,746	0
	Wind angle: 90 dgrGW / opgw	2978	2257	26289	2978	2257	-26289	5,956	4,514	0
	Comp. gl	6122	3794	52450	6122	3794	-52450	12,244	7,588	0
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	17051	25846	195119	17049	22543	-183132	34,1	48,389	11,987
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17050	24178	188973	17049	21159	-178348	34,099	45,337	10,625
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	17049	22068	181469	17048	19411	-172571	34,097	41,479	8,898
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / opgw	2227	4308	29443	2227	3719	-27068	4,454	8,027	2,375
	Comp. gl	4618	6308	50647	4618	5531	-47908	9,236	11,839	2,739
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	17036	10979	172153	17036	10392	-171437	34,072	21,371	0,716
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17036	10683	171777	17036	10146	-171172	34,072	20,829	0,605
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	17036	10308	171344	17036	9834	-170867	34,072	20,142	0,477
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / opgw	2225	1588	22550	2225	1484	-22378	4,45	3,072	0,172
	Comp. gl	4615	2809	45579	4615	2671	-45427	9,23	5,548	0,152
3	3 380C1F1 / 380C2F1	29378	20489	247581	29377	18822	-244963	58,755	39,311	2,618
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	29377	19647	246210	29377	18123	-243983	58,754	37,77	2,227
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	29377	18582	244618	29377	17238	-242850	58,754	35,82	1,768
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / opgw	9245	5860	63049	9245	5332	-62378	18,49	11,192	0,671
	0 Comp. gl	18677	9640	124532	18677	8939	-123915	37,354	18,579	0,617
4	4 380C1F1 / 380C2F1	20053	11041	173535	20053	10461	-172975	40,106	21,502	0,56
Construction/maintenance, +5 dgr	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	20053	10748	173241	20053	10217	-172769	40,106	20,965	0,472
Permanent loads ygr 1-2	Permanent loads ygr= 1.238OC1F3 / 380C2F3	20053	10377	172903	20053	9908	-172531	40,106	20,285	0,372
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / opgw	2978	1713	25388	2978	1611	-25273	5,956	3,324	0,115
	Comp. gl	6122	3074	51635	6122	2938	-51534	12,244	6,012	0,101
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	12781	5163	116856	12781	5163	-116856	25,562	10,326	0
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12781	5158	116856	12781	5158	-116856	25,562	10,316	0
Permanent loads ygr 0,9	Permanent loads ygr= 0.9380C1F3 / 380C2F3	12781	5152	116856	12781	5152	-116856	25,562	10,304	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	1669	675	15226	1669	675	-15226	3,338	1,35	0
	Comp. gl	3462	1394	31599	3462	1394	-31599	6,924	2,788	0
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	12774	6004	137241	12774	6004	-137241	25,548	12,008	0
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12774	6003	137241	12774	6003	-137241	25,548	12,006	0
Permanent loads ygr 0,9	Permanent loads ygr= 0.9380C1F3 / 380C2F3	12774	6002	137241	12774	6002	-137241	25,548	12,004	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	1668	769	17575	1668	769	-17575	3,336	1,538	0
	Comp. gl	3461	1578	36072	3461	1578	-36072	6,922	3,156	0
3	3 380C1F1 / 380C2F1	25109	9299	212205	25109	9299	-212205	50,218	18,598	0
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	25109	9296	212205	25109	9296	-212205	50,218	18,592	0
Permanent loads ygr 0,9	Permanent loads ygr= 0.9380C1F3 / 380C2F3	25109	9293	212206	25109	9293	-212206	50,218	18,586	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	8685	2547	58077	8685	2547	-58077	17,37	5,094	0
	Comp. gl	17518	5120	116923	17518	5120	-116923	35,036	10,24	0
4	4 380C1F1 / 380C2F1	15788	6214	142035	15788	6214	-142035	31,576	12,428	0
Construction/maintenance, +5 dgr	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	15788	6213	142035	15788	6213	-142035	31,576	12,426	0
Permanent loads ygr 0,9	Permanent loads ygr= 0.9380C1F3 / 380C2F3	15788	6211	142035	15788	6211	-142035	31,576	12,422	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	2421	926	21162	2421	926	-21162	4,842	1,852	0
	Comp. gl	4966	1897	43378	4966	1897	-43378	9,932	3,794	0
6	6 380C1F1 / 380C2F1	12781	5102	116857	12781	5102	-116857	25,562	10,204	0
Permanent, +10 dgr	Permanent, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12781	5102	116857	12781	5102	-116857	25,562	10,204	0
Permanent loads ygr 0,9	Permanent loads ygr= 1.35380C1F3 / 380C2F3	12781	5102	116857	12781	5102	-116857	25,562	10,204	0
	GW / opgw	1669	665	15226	1669	665	-15226	3,338	1,33	0
	Comp. gl	3462	1380	31600	3462	1380	-31600	6,924	2,76	0
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	12785	21663	163009	12786	25064	-177259	25,571	46,727	-14,25
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12785	20233	157183	12786	23347	-170010	25,571	43,58	-12,827
Permanent loads ygr 0,9	Permanent loads ygr= 0.9380C1F3 / 380C2F3	12784	18424	150020	12785	21172	-160994	25,569	39,596	-10,974
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1670	3622	24851	1670	4224	-27536	3,34	7,846	-2,681
	Comp. gl	3463	5267	41858	3463	6069	-45189	6,926	11,336	-3,331
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	12774	9007	139715	12774	9607	-140754	25,548	18,614	-1,039
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12774	8755	139328	12774	9304	-140209	25,548	18,059	-0,881
Permanent loads ygr 0,9	Permanent loads ygr= 0.9380C1F3 / 380C2F3	12774	8437	138881	12774	8920	-139579	25,548	17,357	-0,698
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1668	1300	18170	1668	1408	-18414	3,336	2,708	-0,244

Belastingen op mastvoet, per lijn

	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	0	814,6629	34,09	0	13,026
	0	683,9929	34,09	0	13,016
	0	553,4609	34,09	0	13,004
	0	90,00273	4,452	0	1,714
	0	78,61995	9,234	0	3,536
	0	907,5055	34,072	0	14,848
	0	758,9435	34,072	0	14,846
	0	610,4215	34,072	0	14,844
	0	101,7161	4,45	0	1,922
	0	89,58925	9,23	0	3,942
	0	1325,506	58,752	0	20,91
	0	1116,16	58,752	0	20,904
	0	906,9343	58,752	0	20,898
	0	272,9924	18,488	0	5,328
	0	221,4346	37,352	0	10,726
	0	942,6835	40,106	0	15,016
	0	792,4415	40,106	0	15,014
	0	642,2395	40,106	0	15,012
	0	114,4946	5,956	0	2,188
	0	98,7767	12,244	0	4,486
	0	892,5251	38,354	0	14,184
	0	750,6851	38,354	0	14,184
	0	608,8451	38,354	0	14,184
	0	97,63361	5,01	0	1,864
	0	85,31225	10,39	0	3,862
	-611,337	2618,22	34,1	-11,987	48,389
	-435,625	2009,194	34,099	-10,625	45,337
	-275,838	1436,217	34,097	-8,898	41,479
	-133,713	445,4217	4,454	-2,375	8,027
	-73,953	302,7973	9,236	-2,739	11,839
	-36,516	1240,179	34,072	-0,716	21,371
	-24,805	1004,247	34,072	-0,605	20,829
	-14,787	774,6595	34,072	-0,477	20,142
	-9,6836	166,4611	4,45	-0,172	3,072
	-4,104	131,1153	9,23	-0,152	5,48
	-133,518	2263,971	58,755	-2,618	39,311
	-91,307	1807,675	58,754	-2,227	37,77
	-54,808	1369,525	58,754	-1,768	35,82
	-37,7773	603,1327	18,49	-0,671	11,192
	-16,659	433,462	37,354	-0,617	18,579
	-28,56	1273,469	40,106	-0,56	21,502
	-19,352	1036,432	40,106	-0,472	20,965
	-11,532	805,7025	40,106	-0,372	20,285
	-6,4745	178,4514	5,956	-0,115	3,324
	-2,727	139,9787	12,244	-0,101	6,012
	0	4575,016	34,118	0	86,756
	0	3451,28	34,116	0	80,508
	0	2399,794	34,112	0	72,56
	0	826,5135	4,456	0	14,796
	0	547,761	9,24	0	20,912
	0	1590,506	34,074	0	28,24
	0	1261,612	34,074	0	27,106
	0	946,2115	34,072	0	25,676
	0	235,7101	4,45	0	4,302
	0	174,6393	9,23	0	7,092
	0	3261,927	58,764	0	58,878
	0	2540,708	58,762	0	55,648
	0	1857,678	58,76	0	51,566
	0	950,1601	18,494	0	17,356
	0	653,5857	37,358	0	26,732
	0	1618,442	40,108	0	28,266
	0	1290,099	40,106	0	27,152
	0	974,9935	40,106	0	25,746
	0	245,4484	5,956	0	4,514
	0	182,5307	12,244	0	7,588
	611,337	2618,22	34,1	11,987	48,389
	435,625	2009,194	34,099	10,625	45,337
	275,838	1436,217	34,097	8,898	41,479
	133,7125	445,4217	4,454	2,375	8,027
	73,953	302,7973	9,236	2,739	11,839
	36,516	1240,179	34,072	0,716	21,371
	24,805	1004,247	34,072	0,605	20,829
	14,787	774,6595	34,072	0,477	20,142
	9,6836	166,4611	4,45	0,172	3,072
	4,104	131,1153	9,23	0,152	5,48
	133,518	2263,971	58,755	2,618	39,311
	91,307	1807,675	58,754	2,227	37,77
	54,808	1369,525	58,754	1,768	35,82
	37,7773	603,1327	18,49	0,671	11,192
	16,659	433,462	37,354	0,617	18,579
	28,56	1273,469	40,106	0,56	21,502
	19,352	1036,432	40,106	0,472	20,965
	11,532	805,7025	40,106	0,372	20,285
	6,4745	178,4514	5,956	0,115	3,324
	2,727	139,9787	12,244	0,101	6,012
	0	639,3544	25,562	0	10,326
	0	535,6844	25,562	0	10,316
	0	432,1524	25,562	0	10,304
	0	71,13486	3,338	0	1,35
	0	62,6397	6,924	0	2,788
	0	725,0747	25,548	0	12,008
	0	604,9127	25,548	0	12,006
	0	484,7907	25,548	0	12,004
	0	81,72218	3,336	0	1,538
	0	72,57935	6,922	0	3,156
	0	1169,959	50,218	0	18,598
	0	983,7334

	Comp. gl	3461	2285	36591	3461	2426	-36811	6,922	4,711	-0,22	-5,94	114,5644	6,922	-0,22	4,711										
	3 380C1F1 / 380C2F1	25110	17728	219938	25111	19418	-223104	50,221	37,146	-3,166	-161,466	2115,921	50,221	-3,166	37,146	3	-397,984	6076,842	203,07	-9,419	135,414				
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	25110	17020	218747	25110	18564	-221449	50,22	35,584	-2,702	-110,782	1680,414	50,22	-2,702	35,584	Wind angle: 45 dgr									
Permanent loads yg=0.9	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	25110	16124	217365	25110	17485	-219519	50,22	33,609	-2,154	-66,774	1263,349	50,22	-2,154	33,609										
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / ogpw	8686	5220	59821	8686	5750	-60546	17,372	10,97	-0,725	-40,8175	592,2653	17,372	-0,725	10,97										
	Comp. gl	17518	8701	118475	17519	9404	-119147	35,037	18,105	-0,672	-18,144	424,8925	35,037	-0,672	18,105										
Construction/maintenan																									
0 dgr	4 380C1F1 / 380C2F1	15788	9188	143816	15788	9776	-144577	31,576	18,964	-0,761	-38,811	1106,414	31,576	-0,761	18,964	4 Construc	-92,9174	2977,093	109,502	-2,195	63,437				
Construction/maintenar	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	15788	8940	143533	15788	9479	-144177	31,576	18,419	-0,644	-26,404	894,4292	31,576	-0,644	18,419	Wind angle: 45 dgr									
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	15788	8627	143207	15788	9103	-143716	31,576	17,73	-0,509	-15,779	688,8802	31,576	-0,509	17,73										
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / ogpw	2421	1447	21512	2421	1550	-21660	4,842	2,997	-0,148	-8,3324	161,6666	4,842	-0,148	2,997										
	Comp. gl	4966	2595	43682	4966	2732	-43815	9,932	5,327	-0,133	-3,591	125,7031	9,932	-0,133	5,327										
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	12793	42929	254216	12793	42929	-254216	25,586	85,858	0	0	4491,592	25,586	0	85,858	1a	0	11560,27	87,024	0	272,17				
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12792	39763	240668	12792	39763	-240668	25,584	79,526	0	0	3373,391	25,584	0	79,526	Wind angle: 90 dgr									
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	12791	35728	223269	12791	35728	-223269	25,582	71,456	0	0	2327,953	25,582	0	71,456										
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / ogpw	1671	7354	41259	1671	7354	-41259	3,342	14,708	0	0	823,1844	3,342	0	14,708										
	Comp. gl	3465	10311	63835	3465	10311	-63835	6,93	20,622	0	0	544,1468	6,93	0	20,622										
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	12775	12849	148701	12775	12849	-148701	25,55	25,698	0	0	1423,274	25,55	0	25,698	1b	0	3747,084	86,91	0	83,616				
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12775	12262	147011	12775	12262	-147011	25,55	24,524	0	0	1118,16	25,55	0	24,524	Wind angle: 90 dgr									
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	12775	11521	145023	12775	11521	-145023	25,55	23,042	0	0	826,9775	25,55	0	23,042										
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / ogpw	1669	1991	20212	1669	1991	-20212	3,338	3,982	0	0	219,3165	3,338	0	3,982										
	Comp. gl	3461	3185	38518	3461	3185	-38518	6,922	6,37	0	0	159,3574	6,922	0	6,37										
3	3 380C1F1 / 380C2F1	25115	28522	246207	25115	28522	-246207	50,23	57,044	0	0	3130,758	50,23	0	57,044	3	0	8902,468	203,104	0	203,862				
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	25114	26877	241439	25114	26877	-241439	50,228	53,754	0	0	2425,419	50,228	0	53,754	Wind angle: 90 dgr									
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	25113	24801	235739	25113	24801	-235739	50,226	49,602	0	0	1759,159	50,226	0	49,602										
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / ogpw	8689	8583	65910	8689	8583	-65910	17,378	17,166	0	0	941,0913	17,378	0	17,166										
	Comp. gl	17521	13148	124374	17521	13148	-124374	35,042	26,296	0	0	646,0404	35,042	0	26,296										
4	4 380C1F1 / 380C2F1	15789	12933	150536	15789	12933	-150536	31,578	25,866	0	0	1458,425	31,578	0	25,866	4	0	3871,401	109,506	0	85,014				
Construction/maintenar	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	15789	12363	149251	15789	12363	-149251	31,578	24,726	0	0	1153,025	31,578	0	24,726	Wind angle: 90 dgr									
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	15788	11643	147752	15788	11643	-147752	31,576	23,286	0	0	861,1162	31,576	0	23,286										
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / ogpw	2421	2105	22810	2421	2105	-22810	4,842	4,21	0	0	229,9585	4,842	0	4,21										
	Comp. gl	4966	3463	44876	4966	3463	-44876	9,932	6,926	0	0	168,8761	9,932	0	6,926										
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	12786	25064	177259	12785	21663	-163009	25,571	46,727	14,25	726,75	2495,845	25,571	14,25	46,727	1a	1833,728	6465,917	86,977	44,063	149,085				
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12786	23347	170010	12785	20233	-157183	25,571	43,58	12,827	525,907	1899,548	25,571	12,827	43,58	Wind angle: -45 dgr									
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	12785	21172	160994	12784	18424	-150020	25,569	39,596	10,974	340,194	1340,235	25,569	10,974	39,596										
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / ogpw	1670	4224	27536	1670	3622	-24855	3,34	7,846	2,681	150,9403	436,8567	3,34	2,681	7,846										
	Comp. gl	3463	6069	45189	3463	5267	-41858	6,926	11,336	3,331	89,937	293,4321	6,926	3,331	11,336										
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	12774	9607	140754	12774	9007	-139715	25,548	18,614	1,039	52,989	1061,981	25,548	1,039	18,614	1b	130,4252	2827,958	86,902	3,082	61,449				
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12774	9304	140209	12774	8755	-139128	25,548	18,059	0,881	36,121	853,0857	25,548	0,881	18,059	Wind angle: -45 dgr									
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	12774	8920	139579	12774	8437	-138881	25,548	17,357	0,698	21,638	650,7337	25,548	0,698	17,357										
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / ogpw	1668	1408	18414	1668	1300	-18170	3,336	2,708	0,244	13,7372	147,5932	3,336	0,244	2,708										
	Comp. gl	3461	2426	36811	3461	2285	-36591	6,922	4,711	0,22	5,94	114,5644	6,922	0,22	4,711										
3	3 380C1F1 / 380C2F1	25111	19418	223104	25110	17728	-219938	50,221	37,146	3,166	161,466	2115,921	50,221	3,166	37,146	3	397,9835	6076,842	203,07	9,419	135,414				
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	25110	18564	221449	25110	17020	-218747	50,22	35,584	2,702	110,782	1680,414	50,22	2,702	35,584	Wind angle: -45 dgr									
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	25110	17485	219519	25110	16124	-217365	50,22	33,609	2,154	66,774	1263,349	50,22	2,154	33,609										
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / ogpw	8686	5750	60546	8686	5220	-59821	17,372	10,97	0,725	40,8175	592,2653	17,372	0,725	10,97										
	Comp. gl	17519	9404	119147	17518	8701	-118475	35,037	18,105	0,672	18,144	424,8925	35,037	0,672	18,105										
4	4 380C1F1 / 380C2F1	15788	9776	144577	15788	9188	-143816	31,576	18,964	0,761	38,811	1106,414	31,576	0,761	18,964	4	92,9174	2977,093	109,502	2,195	63,437				
Construction/maintenar	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	15788	9479	144177	15788	8940	-143533	31,576	18,419	0,644	26,404	894,4292	31,576	0,644	18,419	Wind angle: -45 dgr									
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	15788	9103	143716	15788	8627	-143207	31,576	17,73	0,509	15,779	688,8802	31,576	0,509	17,73										
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / ogpw	2421	1550	21660	2421	1447	-21512	4,842	2,997	0,148	8,3324	161,6666	4,842	0,148	2,997										
	Comp. gl	4966	2732	43815	4966	2595	-43682	9,932	5,327	0,133	3,591	125,7031	9,932	0,133	5,327										

W2S400 03 -Q2

Hoogte mast		57	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		31	m
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / CM_{max} =	0,7 m =	56,3 m	-1,459 m
1e traverse - 380C1F1 F2 =	10 m =	51 m	4,41 m
2e traverse - 380C1F2 F3 =	10 m =	41 m	4,41 m
3e traverse - 380C1F3		31 m	4,41 m
Passieve lijn = Comp C. F3 =	4 m =	27 m	-1,825 m

Uit mast
ULS (incl bel factoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
449	98	2707

Uit lijnen
SLS

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
97	174	191	961	8249

Belastingen uit lijnen

			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	1a	0	**1899**	97	0	**38**
		1b	0	2139	**97**	0	44
		3	0	3080	174	0	64
		4	0	2166	112	0	44
	45 deg	1a	**-961**	4927	97	**-23**	111
		1b	-51	2702	**97**	-1	58
		3	-218	4834	174	-5	106
		4	-40	2727	112	-1	57
	90 deg	1a	0	**8249**	97	0	**191**
		1b	0	3290	97	0	72
		3	0	6690	**174**	0	151
		4	0	3308	112	0	71
	-45 deg	1a	**961**	4927	97	**23**	111
		1b	51	2702	**97**	1	58
		3	218	4834	174	5	106
		4	40	2727	112	1	57

Belasting uit mast

N	V	M
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805
374	65	1805

Totaal

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg 1a	1805	3703	471	65	103	4119,769
2	Perm load 1,2	0 deg 1b	1805	3943	471	65	109	4336,594
3	Perm load 1,2	0 deg 3	1805	4885	548	65	129	5207,538
4	Perm load 1,2	0 deg 4	1805	3971	486	65	109	4361,772
5								
6	Perm load 1,2	45 deg 1a	2765	6731	471	88	176	7277,382
7	Perm load 1,2	45 deg 1b	1856	4506	471	67	123	4873,432
8	Perm load 1,2	45 deg 3	2022	6639	548	70	171	6940,124
9	Perm load 1,2	45 deg 4	1845	4532	486	66	122	4892,657
10								
11	Perm load 1,2	90 deg 1a	1805	10053	471	65	257	10214,17
12	Perm load 1,2	90 deg 1b	1805	5095	471	65	137	5404,901
13	Perm load 1,2	90 deg 3	1805	8494	548	65	216	8683,805
14	Perm load 1,2	90 deg 4 Construct	1805	5113	486	65	136	5421,723
15								
16	Perm load 1,2	-45 deg 1a	2237	6731	471	88	176	7093,391
17	Perm load 1,2	-45 deg 1b	1327	4506	471	67	123	4697,674
18	Perm load 1,2	-45 deg 3	1494	6639	548	70	171	6804,916
19	Perm load 1,2	-45 deg 4	1316	4532	486	66	122	4718,818
			2765	10053	548	88	257	10214
					471			

	M langs max	M dwars max	N max	V langs max	V dwars max	M tot max	N min
1							
2							x
3							
4							
5							
6	x				x		
7							x
8							
9							
10							
11	x			x	x		
12							
13		x					
14							
15							
16				x			
17							x
18							
19							

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
2	W2S400+5	03-Q2	Perm load :0 deg	1b	1805	3943	471	65	109
6	W2S400+5	03-Q2	Perm load :45 deg	1a	2765	6731	471	88	176
11	W2S400+5	03-Q2	Perm load :90 deg	1a	1805	10053	471	65	257
13	W2S400+5	03-Q2	Perm load :90 deg	3	1805	8494	548	65	216
	W2S400+5	03-Q2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
	W2S400+5	03-Q2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B

W2S400+5 TOWER APPENDIX: Q2

Loadcases for tower deflection analyses (Serviceability limit state)

Loadcase according to
50341-3-15

	Attachment point	AHEAD [N]	[N]	[N]	BACK [N]	[N]	[N]
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	14202	5604	127432	14202	5604	-127432
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/	14202	5601	127432	14202	5601	-127432
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	14202	5597	127433	14202	5597	-127433
Wind angle:	Wind angle: 0 dgrGW /	1855	734	16643	1855	734	-16643
	Comp. gl	3847	1517	34520	3847	1517	-34520
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	14194	6488	148420	14194	6488	-148420
Wind, -20 dg	Wind, -20 dgr 380C1F2	14194	6488	148420	14194	6488	-148420
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	14194	6487	148420	14194	6487	-148420
Wind angle:	Wind angle: 0 dgrGW /	1854	835	19082	1854	835	-19082
	Comp. gl	3845	1712	39161	3845	1712	-39161
3	3 380C1F1 / 380C2F1	22419	8527	194794	22419	8527	-194794
Wind+ice, -5	Wind+ice, -5 dgr 380C1	22419	8526	194794	22419	8526	-194794
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	22419	8523	194794	22419	8523	-194794
Wind angle:	Wind angle: 0 dgrGW /	6530	2063	47087	6530	2063	-47087
	Comp. gl	13213	4160	95055	13213	4160	-95055
4	4 380C1F1 / 380C2F1	16206	6341	145038	16206	6341	-145038
Construction	Construction/maintenu	16206	6340	145038	16206	6340	-145038
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	16206	6339	145038	16206	6339	-145038
Wind angle:	Wind angle: 0 dgrGW /	2356	905	20697	2356	905	-20697
	Comp. gl	4850	1860	42552	4850	1860	-42552
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	14204	16175	148395	14205	18358	-155965
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/	14204	15262	145430	14205	17254	-152061
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	14203	14111	141896	14204	15861	-147361
Wind angle:	Wind angle: 45 dgrGW	1855	2622	21312	1855	3013	-22871
	Comp. gl	3848	3998	39053	3848	4509	-40744
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	14194	8459	149353	14194	8847	-149759
Wind, -20 dg	Wind, -20 dgr 380C1F2	14194	8296	149203	14194	8651	-149545
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	14194	8089	149031	14194	8403	-149300
Wind angle:	Wind angle: 45 dgrGW	1854	1181	19311	1854	1250	-19409
	Comp. gl	3845	2177	39356	3845	2268	-39441
3	3 380C1F1 / 380C2F1	22419	14095	198786	22419	15203	-200465
Wind+ice, -5	Wind+ice, -5 dgr 380C1	22419	13630	198160	22419	14643	-199585
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	22419	13042	197437	22419	13936	-198566
Wind angle:	Wind angle: 45 dgrGW	6530	3843	48220	6531	4196	-48696
	Comp. gl	13213	6545	96055	13214	7013	-96490
4	4 380C1F1 / 380C2F1	16206	8304	145779	16206	8688	-146105
Construction	Construction/maintenu	16206	8142	145658	16206	8494	-145934
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	16206	7937	145520	16206	8248	-145736
Wind angle:	Wind angle: 45 dgrGW	2356	1249	20855	2356	1316	-20924
	Comp. gl	4850	2322	42686	4850	2412	-42746
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	14210	30056	202579	14210	30056	-202579
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/	14209	27960	193836	14209	27960	-193836
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	14208	25300	182892	14208	25300	-182892
Wind angle:	Wind angle: 90 dgrGW	1856	5088	31783	1856	5088	-31783
	Comp. gl	3849	7266	51574	3849	7266	-51574
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	14195	10918	152991	14195	10918	-152991
Wind, -20 dg	Wind, -20 dgr 380C1F2	14195	10544	152286	14195	10544	-152286
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	14195	10073	151469	14195	10073	-151469
Wind angle:	Wind angle: 90 dgrGW	1854	1620	20172	1854	1620	-20172
	Comp. gl	3846	2754	40126	3846	2754	-40126
3	3 380C1F1 / 380C2F1	22422	21156	213242	22422	21156	-213242
Wind+ice, -5	Wind+ice, -5 dgr 380C1	22421	20080	210534	22421	20080	-210534
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	22421	18723	207344	22421	18723	-207344
Wind angle:	Wind angle: 90 dgrGW	6532	6084	52276	6532	6084	-52276
	Comp. gl	13215	9504	99911	13215	9504	-99911
4	4 380C1F1 / 380C2F1	16207	10734	148732	16207	10734	-148732
Construction	Construction/maintenu	16207	10366	148156	16207	10366	-148156
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	16207	9901	147491	16207	9901	-147491
Wind angle:	Wind angle: 90 dgrGW	2356	1677	21471	2356	1677	-21471
	Comp. gl	4850	2890	43235	4850	2890	-43235
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	14205	18358	155965	14204	16175	-148395
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/	14205	17254	152061	14204	15262	-145430
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	14204	15861	147361	14203	14111	-141896
Wind angle:	Wind angle: -45 dgrGW	1855	3013	22871	1855	2622	-21312
	Comp. gl	3848	4509	40744	3848	3998	-39053
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	14194	8847	149759	14194	8459	-149353
Wind, -20 dg	Wind, -20 dgr 380C1F2	14194	8651	149545	14194	8296	-149203
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	14194	8403	149300	14194	8089	-149031
Wind angle:	Wind angle: -45 dgrGW	1854	1250	19409	1854	1181	-19311
	Comp. gl	3845	2268	39441	3845	2177	-39356
3	3 380C1F1 / 380C2F1	22419	15203	200465	22419	14095	-198786
Wind+ice, -5	Wind+ice, -5 dgr 380C1	22419	14643	199585	22419	13630	-198160
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	22419	13936	198566	22419	13042	-197437
Wind angle:	Wind angle: -45 dgrGW	6531	4196	48696	6530	3843	-48220
	Comp. gl	13214	7013	96490	13213	6545	-96055
4	4 380C1F1 / 380C2F1	16206	8688	146105	16206	8304	-145779
Construction	Construction/maintenu	16206	8494	145934	16206	8142	-145658
Permanent lo	Permanent loads vg= 1	16206	8248	145736	16206	7937	-145520
Wind angle:	Wind angle: -45 dgrGW	2356	1316	20924	2356	1249	-20855
	Comp. gl	4850	2412	42746	4850	2322	-42686

Totaal

	Vert	Dwars	Langs
	[kN]	[kN]	[kN]
	28,404	11,208	0
	28,404	11,202	0
	28,404	11,194	0
	3,71	1,468	0
	7,694	3,034	0
	28,388	12,976	0
	28,388	12,976	0
	28,388	12,974	0
	3,708	1,67	0
	7,69	3,424	0
	44,838	17,054	0
	44,838	17,052	0
	44,838	17,046	0
	13,06	4,126	0
	26,426	8,32	0
	32,412	12,682	0
	32,412	12,68	0
	32,412	12,678	0
	4,712	1,81	0
	9,7	3,72	0
	28,409	34,533	-7,57
	28,409	32,516	-6,631
	28,407	29,972	-5,465
	3,71	5,635	-1,559
	7,696	8,507	-1,691
	28,388	17,306	-0,406
	28,388	16,947	-0,342
	28,388	16,492	-0,269
	4,712	2,565	-0,069
	9,7	4,734	-0,06
	28,42	60,112	0
	28,418	55,92	0
	28,416	50,6	0
	3,712	10,176	0
	7,698	14,532	0
	28,39	21,836	0
	28,39	21,088	0
	28,39	20,146	0
	3,708	3,24	0
	7,692	5,508	0
	44,844	42,312	0
	44,842	40,16	0
	44,842	37,446	0
	13,064	12,168	0
	26,43	19,008	0
	32,414	21,468	0
	32,414	20,732	0
	32,414	19,802	0
	4,712	3,354	0
	9,7	5,78	0
	28,409	34,533	7,57
	28,407	32,516	6,631
	28,407	29,972	5,465
	3,71	5,635	1,559
	7,696	8,507	1,691
	28,388	17,306	0,406
	28,388	16,947	0,342
	28,388	16,492	0,269
	7,69	4,445	0,085
	44,838	29,298	1,679
	44,838	26,978	1,129
	13,061	8,039	0,476
	26,427	13,558	0,435
	32,412	16,992	0,326
	32,412	16,636	0,276
	32,412	16,992	0,326
	4,712	2,565	0,069
	9,7	4,734	0,06

Belastingen op mastvoet, per lijn

	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	0	696,8696	28,404	0	11,208
	0	584,5436	28,404	0	11,202
	0	472,2756	28,404	0	11,194
	0	77,23551	3,71	0	1,468
	0	67,87645	7,694	0	3,034
	0	786,9671	28,388	0	12,976
	0	657,2071	28,388	0	12,976
	0	527,3851	28,388	0	12,974
	0	88,61103	3,708	0	1,67
	0	78,41375	7,69	0	3,424
	0	1067,49	44,838	0	17,054
	0	896,8676	44,838	0	17,052
	0	726,1616	44,838	0	17,046
	0	213,2393	13,06	0	4,126
	0	176,4126	26,426	0	8,32
	0	789,7189	32,412	0	12,682
	0	662,8169	32,412	0	12,68
	0	535,9549	32,412	0	12,678
	0	95,02819	4,712	0	1,81
	0	82,7375	9,7	0	3,72
	-386,07	1886,467	28,409	-7,57	34,533
	-271,871	1458,44	28,409	-6,631	32,516
	-169,415	1054,407	28,407	-5,465	29,972
	-87,7717	311,8376	3,71	-1,559	5,635
	-45,657	215,6438	7,696	-1,691	8,507
	-20,706	1007,797	28,388	-0,406	17,306
	-14,022	820,0181	28,388	-0,342	16,947
	-8,339	636,4431	28,388	-0,269	16,492
	-5,5174	131,4553	3,708	-0,098	2,431
	-2,295	105,9808	7,69	-0,085	4,445
	-85,629	1691,934	44,838	-1,679	29,298
	-58,425	1356,929	44,838	-1,425	28,273
	-34,999	1034,054	44,838	-1,129	26,978
	-26,7988	433,5397	13,061	-0,476	8,039
	-11,745	317,8367	26,427	-0,435	13,558
	-16,626	1009,529	32,412	-0,326	16,992
	-11,316	825,0129	32,412	-0,276	16,636
	-6,696	644,6719	32,412	-0,216	16,185
	-3,8847	137,5347	4,712	-0,069	2,565
	-1,62	110,1155	9,7	-0,06	4,734
	0	3191,044	28,42	0	60,112
	0	2418,043	28,418	0	55,92
	0	1693,915	28,416	0	50,6
	0	567,493	3,712	0	10,176
	0	378,3152	7,698	0	14,532
	0	1238,836	28,39	0	21,836
	0	989,8079	28,39	0	21,088
	0	749,7259	28,39	0	20,146
	0	177,002	3,708	0	3,24
	0	134,6781	7,692	0	5,508
	0	2355,674	44,844	0	42,312
	0	1844,313	44,842	0	40,16
	0	1358,579	44,842	0	37,446
	0	665,998	13,064	0	12,168
	0	464,9813	26,43	0	19,008
	0	1237,814	32,414	0	21,468
	0	992,9577	32,414	0	20,732
	0	756,8077	32,414	0	19,802
	0	181,9554	4,712	0	3,354
	0	138,3575	9,7	0	5,78
	386,07	1886,467	28,409	7,57	34,533
	271,871	1458,44	28,409	6,631	32,516
	169,415	1054,407	28,407	5,465	29,972
	87,7717	311,8376	3,71	1,559	5,635
	45,657	215,6438	7,696	1,691	8,507
	20,706	1007,797	28,388	0,406	17,306
	14,022	820,0181	28,388	0,342	16,947
	8,339	636,4431	28,388	0,269	16,492
	5,5174	131,4553	3,708	0,098	2,431
	2,295	105,9808	7,69	0,085	4,445
	85,629	1691,934	44,838	1,679	29,298
	58,425	1356,929	44,838	1,425	28,273
	34,999	1034,054	44,838	1,129	26,978
	26,7988	433,5397	13,061	0,476	8,039
	11,745	317,8367	26,427	0,435	13,558
	16,626	1009,529	32,412	0,326	16,992
	11,316	825,0129	32,412	0,276	16,636
	6,696	644,6719	32,412	0,216	16,185
	3,8847	137,5347	4,712	0,069	2,565
	1,62	110,1155	9,7	0,06	4,734

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a		0	1898,801	96,616	0	38,106
Wind angle: 0 dgr						
1b		0	2138,584	96,562	0	44,02
Wind angle: 0 dgr						
3		0	3080,171	174	0	63,598
Wind angle: 0 dgr						
4		0	2166,256	111,648	0	43,57
Wind angle: 0 dgr						
1a		-960,785	4926,795	96,631	-22,916	111,163
Wind angle: 45 dgr						
1b		-50,8794	2701,694	96,562	-1,2	57,621
Wind angle: 45 dgr						
3		217,5968	4834,292	174,002	5,144	106,146
Wind angle: -45 dgr						
4		-40,1427	2726,864	111,648	-0,947	57,112
Wind angle: 45 dgr						
1a		0	8248,81	96,664	0	191,34
Wind angle: 90 dgr						
1b		0	3290,05	96,57	0	71,818
Wind angle: 90 dgr						
3		0	6689,546	174,022	0	151,094
Wind angle: 90 dgr						
4		0	3307,892	111,654	0	71,136
Wind angle: 90 dgr						
1a		960,7847	4926,795	96,631	22,916	111,163
Wind angle: -45 dgr						
1b		50,8794	2701,694	96,562	1,2	57,621
Wind angle: -45 dgr						
3		217,5968	4834,292	174,002	5,144	106,146
Wind angle: -45 dgr						
4		40,1427	2726,864	111,648	0,947	57,112
Wind angle: -45 dgr						

W2E350+5 05-F

Hoogte mast 55 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3) 29 m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / OPGW	H_{mast} -	54,488 m =	0,761 m	
1e traverse - 380C1F1	F2 +	8,5 m =	46 m	0 m
2e traverse - 380C1F2	F3 +	8,5 m =	37,5 m	0 m
3e traverse - 380C1F3			29 m	0 m
Passieve lijn = Comp C.	F3 -	7,5 m =	21,5 m	2,087 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
674	102	2615

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
38	102	957	35054	4631

			Belastingen uit lijnen M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Belasting uit mast N	V	M
Perm load 1,2	0 deg	1a	-18405	820	51	-499	22	674	102	2615
		1b	-21786	962	51	-590	26	674	19	490
		3	-32027	1442	101	-878	38	674	29	735
		4	-21923	972	62	-595	26	674	19	490
		6	-20140	890	57	-546	24			
	45 deg	1a	-23451	2813	51	-632	75	674	102	2615
		1b	-22034	1327	51	-597	36	674	19	490
		3	-32963	2579	101	-902	69	674	29	735
		4	-22106	1335	62	-600	36	674	19	490
	90 deg	1a	-30974	**4631**	51	-831	**123**	674	102	2615
		1b	-22620	1650	51	-612	44	674	19	490
		3	**-35054**	3589	**102**	**-957**	96	674	29	735
		4	-22551	1652	62	-612	44	674	19	490
	-45 deg	1a	-22165	2472	51	-598	66	674	102	2615
		1b	-21959	1267	51	-595	34	674	19	490
		3	-32687	2390	101	-895	64	674	29	735
		4	-22051	1275	62	-599	34	674	19	490
Perm load 0,9	0 deg	1a	**-14722**	656	38	**-399**	18	506	102	2615
		1b	-17987	794	**38**	-487	21	506	19	490
		3	-29019	1309	89	-796	35	506	29	735
		4	-18458	818	49	-501	22	506	19	490
		6	-14722	**650**	38	-399	**17**			
	45 deg	1a	-21237	2714	38	-571	72	506	102	2615
		1b	-18354	1164	38	-497	31	506	19	490
		3	-30148	2453	89	-826	66	506	29	735
		4	-18709	1184	49	-508	32	506	19	490
	90 deg	1a	-29677	4571	38	-795	122	506	102	2615
		1b	-19186	1498	38	-519	40	506	19	490
		3	-32591	3479	89	-890	93	506	29	735
		4	-19303	1507	49	-523	40	506	19	490
	-45 deg	1a	-19688	2361	38	-530	63	506	102	2615
		1b	-18246	1103	**38**	-494	30	506	19	490
		3	-29818	2262	89	-817	60	506	29	735
		4	-18634	1123	49	-506	30	506	19	490

regel			Loadcase	Totaal M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	21020	820	725	601	22	21035,49
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	22276	962	725	610	26	22296,98
3	Perm load 1,2	0 deg	3	32762	1442	775	906	38	32794,09
4	Perm load 1,2	0 deg	4	22414	972	736	614	26	22434,74
5	Perm load 1,2	0 deg	6						
6									
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	25300	4662	725	704	147	25726,42
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	22380	1674	725	610	49	22442,92
9	Perm load 1,2	45 deg	3	33483	3099	775	922	89	33626,29
10	Perm load 1,2	45 deg	4	22453	1681	736	614	49	22515,71
11									
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	33589	4631	725	933	225	33906,42
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	23110	1650	725	631	63	23168,82
14	Perm load 1,2	90 deg	3	35789	3589	776	985	125	35968,81
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construc	23041	1652	736	631	63	23100,41
16									
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	24014	4321	725	670	138	24395,5
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	22306	1614	725	608	47	22364,26
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	33207	2910	775	915	84	33333,87
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	22397	1622	736	612	48	22455,94
21									
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	17337	656	544	501	18	17349,6
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	18477	794	544	506	21	18494,38
24	Perm load 0,9	0 deg	3	29755	1309	594	825	35	29783,42
25	Perm load 0,9	0 deg	4	18949	818	555	521	22	18966,44
26	Perm load 0,9	0 deg	6						
27									
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	23086	4563	544	643	144	23532,95
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	18701	1511	544	510	45	18761,74
30	Perm load 0,9	45 deg	3	30668	2973	594	846	86	30811,8
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construc	19056	1530	555	521	45	19117,55
32									
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	32292	4571	544	897	224	32613,95
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	19677	1498	544	538	59	19733,72
35	Perm load 0,9	90 deg	3	33327	3479	594	919	122	33507,9
36	Perm load 0,9	90 deg	4	19793	1507	555	543	59	19850,38
37									
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	21537	4210	544	602	135	21944,31
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	18592	1449	544	508	43	18648,61
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	30338	2782	594	837	81	30465,33
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	18981	1470	555	519	44	19037,64
			Max	35789	4662	776	985	225	35969
						544			

| | | | | | | | | |

Permanent loads y	380C1F3/ 11181	19225	-158726	0	0	0		11,181	19,225	-158,726		-4603,05	557,525	11,181	-158,726	19,225							
Wind angle: 45 dg	GW / opgw1461	3768	-26690	0	0	0		1,461	3,768	-26,69		-1454,28	206,42261	1,461	-26,69	3,768							
	Comp. gl 3029	5865	-46147	0	0	0		3,029	5,865	-46,147		-992,161	132,41902	3,029	-46,147	5,865							
1b	380C1F1/ 11173	9385	-146964	0	0	0		11,173	9,385	-146,964		-6760,34	431,71	11,173	-146,964	9,385		1b	-18354,1	1164,297	38,003	-496,917	31,153
Wind, -20 dgr	380C1F2/ 11172	9139	-146503	0	0	0		11,172	9,139	-146,503		-5493,86	342,7125	11,172	-146,503	9,139		Wind angle:	45 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 11172	8830	-145971	0	0	0		11,172	8,83	-145,971		-4233,16	256,07	11,172	-145,971	8,83							
Wind angle: 45 dg	GW / opgw1459	1355	-19126	0	0	0		1,459	1,355	-19,126		-1042,14	74,941539	1,459	-19,126	1,355							
	Comp. gl 3027	2444	-38353	0	0	0		3,027	2,444	-38,353		-824,59	58,863349	3,027	-38,353	2,444							
3	380C1F1/ 21961	17878	-219437	0	0	0		21,961	17,878	-219,437		-10094,1	822,388	21,961	-219,437	17,878		3	-30148	2452,965	88,797	-825,815	65,51
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2/ 21960	17185	-218037	0	0	0		21,96	17,185	-218,037		-8176,39	644,4375	21,96	-218,037	17,185		Wind angle:	45 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 21960	16316	-216409	0	0	0		21,96	16,316	-216,409		-6275,86	473,164	21,96	-216,409	16,316							
Wind angle: 45 dg	GW / opgw7596	5196	-57751	0	0	0		7,596	5,196	-57,751		-3146,74	288,9002	7,596	-57,751	5,196							
	Comp. gl 15320	8935	-114181	0	0	0		15,32	8,935	-114,181		-2454,89	224,07534	15,32	-114,181	8,935							
4	380C1F1/ 14184	9399	-147257	0	0	0		14,184	9,399	-147,257		-6773,82	432,354	14,184	-147,257	9,399		4	-18709,5	1183,722	49,294	-507,905	31,638
Construction/maintenance, +514184		9159	-146926	0	0	0		14,184	9,159	-146,926		-5509,73	343,4625	14,184	-146,926	9,159		Wind angle:	45 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 14184	8857	-146544	0	0	0		14,184	8,857	-146,544		-4249,78	256,853	14,184	-146,544	8,857							
Wind angle: 45 dg	GW / opgw2211	1489	-22185	0	0	0		2,211	1,489	-22,185		-1208,82	82,815203	2,211	-22,185	1,489							
	Comp. gl 4531	2734	-44993	0	0	0		4,531	2,734	-44,993		-967,35	68,237197	4,531	-44,993	2,734							
1a	380C1F1/ 11188	37902	-243059	0	0	0		11,188	37,902	-243,059		-11180,7	1743,492	11,188	-243,059	37,902		1a	-29677	4571,349	38,053	-795,297	121,66
Wind, 10 dgr	380C1F2/ 11187	35313	-231406	0	0	0		11,187	35,313	-231,406		-8677,73	1324,2375	11,187	-231,406	35,313		Wind angle:	90 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 11186	32039	-216560	0	0	0		11,186	32,039	-216,56		-6280,24	929,131	11,186	-216,56	32,039							
Wind angle: 90 dg	GW / opgw1462	6497	-39301	0	0	0		1,462	6,497	-39,301		-2141,43	355,12112	1,462	-39,301	6,497							
	Comp. gl 3030	9909	-64971	0	0	0		3,03	9,909	-64,971		-1396,88	219,36711	3,03	-64,971	9,909							
1b	380C1F1/ 11173	12178	-154081	0	0	0		11,173	12,178	-154,081		-7087,73	560,188	11,173	-154,081	12,178		1b	-19186,5	1497,921	38,005	-518,673	40,011
Wind, -20 dgr	380C1F2/ 11173	11700	-152650	0	0	0		11,173	11,7	-152,65		-5724,38	438,75	11,173	-152,65	11,7		Wind angle:	90 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 11173	11103	-150973	0	0	0		11,173	11,103	-150,973		-4178,22	321,987	11,173	-150,973	11,103							
Wind angle: 90 dg	GW / opgw1459	1862	-20775	0	0	0		1,459	1,862	-20,775		-1131,99	102,56696	1,459	-20,775	1,862							
	Comp. gl 3027	3168	-40194	0	0	0		3,027	3,168	-40,194		-864,171	74,429349	3,027	-40,194	3,168							
3	380C1F1/ 21964	25723	-240154	0	0	0		21,964	25,723	-240,154		-11047,1	1181,258	21,964	-240,154	25,723		3	-32591,3	3478,916	88,809	-889,824	92,943
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2/ 21963	24386	-236112	0	0	0		21,963	24,386	-236,112		-8854,2	914,475	21,963	-236,112	24,386		Wind angle:	90 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 21962	22711	-231302	0	0	0		21,962	22,711	-231,302		-6707,76	658,619	21,962	-231,302	22,711							
Wind angle: 90 dg	GW / opgw7598	7644	-62562	0	0	0		7,598	7,644	-62,562		-3408,88	422,28835	7,598	-62,562	7,644							
	Comp. gl 15322	12479	-119694	0	0	0		15,322	12,479	-119,694		-2573,42	300,27551	15,322	-119,694	12,479							
4	380C1F1/ 14184	12112	-152494	0	0	0		14,184	12,112	-152,494		-7014,72	557,152	14,184	-152,494	12,112		4	-19302,8	1507,117	49,295	-523,376	40,227
Construction/maintenance, +514184		11650	-151426	0	0	0		14,184	11,65	-151,426		-5678,48	436,875	14,184	-151,426	11,65		Wind angle:	90 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 14184	11071	-150183	0	0	0		14,184	11,071	-150,183		-4355,31	321,059	14,184	-150,183	11,071							
Wind angle: 90 dg	GW / opgw2212	1968	-23187	0	0	0		2,212	1,968	-23,187		-1263,41	108,91572	2,212	-23,187	1,968							
	Comp. gl 4531	3426	-46086	0	0	0		4,531	3,426	-46,086		-990,849	83,115197	4,531	-46,086	3,426							
1a	380C1F1/ 11181	19444	-159676	0	0	0		11,181	19,444	-159,676		-7345,1	894,424	11,181	-159,676	19,444		1a	-19687,6	2360,675	38,031	-529,716	62,861
Wind, 10 dgr	380C1F2/ 11181	18273	-154641	0	0	0		11,181	18,273	-154,641		-5799,04	685,2375	11,181	-154,641	18,273		Wind angle:	-45 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 11180	16805	-148484	0	0	0		11,18	16,805	-148,484		-4306,04	487,345	11,18	-148,484	16,805							
Wind angle: -45 d	GW / opgw1460	3242	-24215	0	0	0		1,46	3,242	-24,215		-1319,43	177,76116	1,46	-24,215	3,242							
	Comp. gl 3029	5097	-42700	0	0	0		3,029	5,097	-42,7		-918,05	115,90702	3,029	-42,7	5,097							
1b	380C1F1/ 11172	8868	-146034	0	0	0		11,172	8,868	-146,034		-6717,56	407,928	11,172	-146,034	8,868		1b	-18245,5	1102,517	38,002	-494,086	29,512
Wind, -20 dgr	380C1F2/ 11172	8664	-145707	0	0	0		11,172	8,664	-145,707		-5464,01	324,9	11,172	-145,707	8,664		Wind angle:	-45 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 11172	8408	-145330	0	0	0		11,172	8,408	-145,33		-4214,57	243,832	11,172	-145,33	8,408							
Wind angle: -45 d	GW / opgw1459	1262	-18902	0	0	0		1,459	1,262	-18,902		-1029,93	69,874155	1,459	-18,902	1,262							
	Comp. gl 3027	2310	-38113	0	0	0		3,027	2,31	-38,113		-819,43	55,982349	3,027	-38,113	2,31							
3	380C1F1/ 21960	16424	-216603	0	0	0		21,96	16,424	-216,603		-9963,74	755,504	21,96	-216,603	16,424		3	-29818	2262,395	88,795	-817,197	60,412
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2/ 21960	15850	-215596	0	0	0		21,96	15,85	-215,596		-8084,85	594,375	21,96	-215,596	15,85		Wind angle:	-45 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 21960	15129	-214430	0	0	0		21,96	15,129	-214,43		-6218,47	438,741	21,96	-214,43	15,129							
Wind angle: -45 d	GW / opgw7596	4739	-57102	0	0	0		7,596	4,739	-57,102		-3111,37	263,99919	7,596	-57,102	4,739							
0 Comp. gl	15319	8270	-113466	0	0	0		15,319	8,27	-113,466		-2439,52	209,77575	15,319	-113,466	8,27							
4	380C1F1/ 14184	8894	-146589	0	0	0		14,184	8,894	-146,589		-6743,09	409,124	14,184	-146,589	8,894		4	-18634,1	1123,396	49,294	-505,942	30,035
Construction/maintenance, +514184		8694	-146355	0	0	0		14,184	8,694	-146,355		-5488,31	326,025	14,184	-146,355	8,694		Wind angle:	-45 dgr				
Permanent loads y	380C1F3/ 14184	8442	-146086	0	0	0		14,184	8,442	-146,086		-4236,49	244,818	14,184	-146,086	8,442							
Wind angle: -45 d	GW / opgw2211	1400	-22056	0	0	0		2,211	1,4	-22,056		-1201,79	77,965771	2,211	-22,056	1,4							
	Comp. gl 4531	2605	-44856	0	0	0		4,531	2,605	-44,856		-964,404	65,463697	4,531	-44,856	2,605							

W2E350+5 05 - F2

| | | |

W2E400 07-L

Hoogte mast		57	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		28	m

			Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / OPGW	H_{mast} -	0,57 m +	56,43 m		0,76 m
1e traverse - 380C1F1	F2 +	10 m =	48 m		0 m
2e traverse - 380C1F2	F3 +	10 m =	38 m		0 m
3e traverse - 380C1F3			28 m		0 m
Passieve lijn = Comp C.	F3 -	7,5 m =	20,5 m		1,358 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
761	104	2789	43	116	978	36248	5038

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
43	116	978	36248	5038

			Belastingen uit lijnen					Belasting uit mast		
			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	N	V	M
Perm load 1,2	0 deg	1a	-18764	834	58	-503	22	761	104	2789
		1b	-21518	949	58	-576	25	761	20	523
		3	-33150	1484	116	-899	39	761	29	784
		4	-22036	974	69	-591	26	761	20	523
		6	-20630	910	65	-553	24			
	45 deg	1a	-23888	3036	58	-634	79	761	104	2789
		1b	-21769	1355	58	-583	36	761	20	523
		3	-34103	2746	116	-923	72	761	29	784
		4	-22225	1378	69	-596	36	761	20	523
	90 deg	1a	-31708	**5038**	58	-836	**131**	761	104	2789
		1b	-22367	1713	58	-598	45	761	20	523
		3	**-36248**	3864	**116**	**-978**	102	761	29	784
		4	-22687	1730	69	-608	46	761	20	523
	-45 deg	1a	-22569	2660	58	-600	70	761	104	2789
		1b	-21693	1288	58	-581	34	761	20	523
		3	-33821	2537	116	-916	67	761	29	784
		4	-22167	1312	69	-595	35	761	20	523
Perm load 0,9	0 deg	1a	**-14829**	660	43	**-397**	18	571	104	2789
		1b	-17377	766	**43**	-465	20	571	20	523
		3	-29866	1339	102	-812	36	571	29	784
		4	-18275	808	55	-491	21	571	20	523
		6	-14829	**653**	43	-397	**17**			
	45 deg	1a	-21433	2926	43	-567	76	571	104	2789
		1b	-17748	1177	**43**	-475	31	571	20	523
		3	-31014	2609	102	-841	69	571	29	784
		4	-18536	1215	55	-497	32	571	20	523
	90 deg	1a	-30236	4972	44	-796	130	571	104	2789
		1b	-18596	1546	43	-496	41	571	20	523
		3	-33522	3742	102	-904	98	571	29	784
		4	-19153	1573	55	-513	41	571	20	523
	-45 deg	1a	-19841	2538	43	-526	66	571	104	2789
		1b	-17638	1109	**43**	-472	29	571	20	523
		3	-30677	2398	102	-832	63	571	29	784
		4	-18457	1148	55	-495	30	571	20	523

regel		Loadcase	Totaal M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment Nmin
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	21553	834	819	607	22 21569,08	1					
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	22041	949	819	596	25 22061,09	2					
3	Perm load 1,2	0 deg	3	33934	1484	877	929	39 33966,79	3					
4	Perm load 1,2	0 deg	4	22559	974	830	611	26 22579,95	4					
5	Perm load 1,2	0 deg	6						5					
6									6					
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	25860	5008	819	707	153 26340,71	7					
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	22139	1725	819	596	50 22206,01	8					
9	Perm load 1,2	45 deg	3	34658	3300	877	944	93 34814,61	9					
10	Perm load 1,2	45 deg	4	22595	1748	830	610	50 22662,37	10					
11									11					
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	34497	5038	819	940	235 34862,62	12	x		x		
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	22890	1713	819	617	65 22954,37	13					
14	Perm load 1,2	90 deg	3	37033	3864	877	1007	131 37233,84	14	x	x	x	x	
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	23210	1730	830	627	65 23274,32	15					
16									16					
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	24541	4632	819	673	143 24974,5	17					
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	22063	1658	819	595	48 22125,34	18					
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	34375	3092	877	937	88 34514	19					
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	22537	1681	830	608	48 22599,78	20					
21									21					
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	17618	660	614	501	18 17629,94	22					
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	17900	766	614	485	20 17916,03	23					x
24	Perm load 0,9	0 deg	3	30650	1339	672	841	36 30679,32	24					
25	Perm load 0,9	0 deg	4	18798	808	626	510	21 18815,7	25					
26	Perm load 0,9	0 deg	6						26					
27									27					
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	23405	4898	614	640	150 23912,34	28					
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	18118	1547	614	489	45 18183,81	29					x
30	Perm load 0,9	45 deg	3	31569	3163	672	861	89 31726,62	30					
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	18905	1584	626	511	46 18971,65	31					
32									32					
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	33025	4972	614	900	234 33396,95	33					
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	19119	1546	614	516	60 19181,53	34					
35	Perm load 0,9	90 deg	3	34306	3742	672	934	128 34509,69	35					
36	Perm load 0,9	90 deg	4	19676	1573	626	532	61 19738,63	36					
37									37					
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	21813	4510	614	599	140 22274,12	38					
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	18008	1479	614	486	43 18068,29	39					x
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	31232	2952	672	853	84 31370,85	40					
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	18827	1517	626	509	44 18888,12	41					
			Max	37033	5038	877	1007	235 37234						
						614								

samenvatting										
Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		
12 W2E400	07-L	Perm load 1;90 deg	1a	34497	5038	819	940	235		
14 W2E400	07-L	Perm load 1;90 deg	3	37033	3864	877	1007	131		
29 W2E400	07-L	Perm load 1;45 deg	1b	18118	1547	614	489	45		

W2E400 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012 Appendix L
Loadcases for tower strength (ultimate limit state)
Loadcase Attachment point

			BACK			AHEAD			Totaal Vert	Dwars	Langs	Belastingen op mastvoet, per lijn M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
			[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[kN]	[kN]	[kN]					
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	6511	-147783	0	0	0		17,045	6,511	-147,783	-7093,58	312,528	17,045	-147,783	6,511
Wind, 10 c	380C1F2 / 380C2F2	17045	6505	-147783	0	0	0		17,045	6,505	-147,783	-5615,75	247,19	17,045	-147,783	6,505
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	17045	6498	-147784	0	0	0		17,045	6,498	-147,784	-4137,95	181,944	17,045	-147,784	6,498
Wind angl	GW / opgw	2226	856	-19378	0	0	0		2,226	0,856	-19,378	-1093,5	49,99584	2,226	-19,378	0,856
	Comp. gl	4617	1767	-40154	0	0	0		4,617	1,767	-40,154	-823,157	42,49339	4,617	-40,154	1,767
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	7424	-169771	0	0	0		17,036	7,424	-169,771	-8149,01	356,352	17,036	-169,771	7,424
Wind, -20	380C1F2 / 380C2F2	17036	7423	-169771	0	0	0		17,036	7,423	-169,771	-6451,3	282,074	17,036	-169,771	7,423
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	17036	7421	-169771	0	0	0		17,036	7,421	-169,771	-4753,59	207,788	17,036	-169,771	7,421
Wind angl	GW / opgw	2225	961	-21970	0	0	0		2,225	0,961	-21,97	-1239,77	55,92023	2,225	-21,97	0,961
	Comp. gl	4615	1971	-45077	0	0	0		4,615	1,971	-45,077	-924,079	46,67267	4,615	-45,077	1,971
3	380C1F1 / 380C2F1	29376	10453	-238677	0	0	0		29,376	10,453	-238,677	-11456,5	501,744	29,376	-238,677	10,453
Wind+ice,	380C1F2 / 380C2F2	29376	10450	-238677	0	0	0		29,376	10,45	-238,677	-9069,73	397,1	29,376	-238,677	10,45
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	29376	10446	-238678	0	0	0		29,376	10,446	-238,678	-6682,98	292,488	29,376	-238,678	10,446
Wind angl	GW / opgw	9244	2664	-60775	0	0	0		9,244	2,664	-60,775	-3429,53	157,355	9,244	-60,775	2,664
	Comp. gl	18676	5363	-122498	0	0	0		18,676	5,363	-122,498	-2511,21	135,3035	18,676	-122,498	5,363
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	7508	-171693	0	0	0		20,053	7,508	-171,693	-8241,26	360,384	20,053	-171,693	7,508
Construction/maintenance, +5 dgr		20053	7507	-171693	0	0	0		20,053	7,507	-171,693	-6524,33	285,266	20,053	-171,693	7,507
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	20053	7505	-171693	0	0	0		20,053	7,505	-171,693	-4807,4	210,14	20,053	-171,693	7,505
Wind angl	GW / opgw	2978	1094	-25008	0	0	0		2,978	1,094	-25,008	-1411,2	63,9977	2,978	-25,008	1,094
	Comp. gl	6122	2243	-51307	0	0	0		6,122	2,243	-51,307	-1051,79	54,29518	6,122	-51,307	2,243
6	380C1F1 / 380C2F1	19177	7092	-162441	0	0	0		19,177	7,092	-162,441	-7797,17	340,416	19,177	-162,441	7,092
Permanen	380C1F2 / 380C2F2	19177	7092	-162441	0	0	0		19,177	7,092	-162,441	-6172,76	269,496	19,177	-162,441	7,092
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	19177	7092	-162441	0	0	0		19,177	7,092	-162,441	-4548,35	198,576	19,177	-162,441	7,092
	GW / opgw	2505	932	-21353	0	0	0		2,505	0,932	-21,353	-1204,95	54,49656	2,505	-21,353	0,932
	Comp. gl	5195	1931	-44221	0	0	0		5,195	1,931	-44,221	-906,531	46,64031	5,195	-44,221	1,931
1a	380C1F1 / 380C2F1	17050	25061	-192208	0	0	0		17,05	25,061	-192,208	-9225,98	1202,928	17,05	-192,208	25,061
Wind, 10 c	380C1F2 / 380C2F2	17050	23196	-185441	0	0	0		17,05	23,196	-185,441	-7046,76	881,448	17,05	-185,441	23,196
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	17048	20721	-176872	0	0	0		17,048	20,721	-176,872	-4952,42	580,188	17,048	-176,872	20,721
Wind angl	GW / opgw	2227	4187	-28949	0	0	0		2,227	4,187	-28,949	-1633,59	237,9649	2,227	-28,949	4,187
	Comp. gl	4618	6189	-50216	0	0	0		4,618	6,189	-50,216	-1029,43	133,1457	4,618	-50,216	6,189
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	10840	-171973	0	0	0		17,036	10,84	-171,973	-8254,7	520,32	17,036	-171,973	10,84
Wind, -20	380C1F2 / 380C2F2	17036	10508	-171570	0	0	0		17,036	10,508	-171,57	-6519,66	399,304	17,036	-171,57	10,508
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	17036	10068	-171092	0	0	0		17,036	10,068	-171,092	-4790,58	281,904	17,036	-171,092	10,068
Wind angl	GW / opgw	2225	1567	-22512	0	0	0		2,225	1,567	-22,512	-1270,35	90,11681	2,225	-22,512	1,567
	Comp. gl	4615	2788	-45554	0	0	0		4,615	2,788	-45,554	-933,857	63,42117	4,615	-45,554	2,788
3	380C1F1 / 380C2F1	29378	20093	-246924	0	0	0		29,378	20,093	-246,924	-11852,4	964,464	29,378	-246,924	20,093
Wind+ice,	380C1F2 / 380C2F2	29377	19151	-245449	0	0	0		29,377	19,151	-245,449	-9327,06	727,738	29,377	-245,449	19,151
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	29377	17902	-243688	0	0	0		29,377	17,902	-243,688	-6823,26	501,256	29,377	-243,688	17,902
Wind angl	GW / opgw	9245	5751	-62903	0	0	0		9,245	5,751	-62,903	-3549,62	331,5551	9,245	-62,903	5,751
	Comp. gl	18677	9533	-124432	0	0	0		18,677	9,533	-124,432	-2550,86	220,7899	18,677	-124,432	9,533
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	10904	-173394	0	0	0		20,053	10,904	-173,394	-8322,91	523,392	20,053	-173,394	10,904
Construction/maintenance, +5 dgr		20053	10576	-173079	0	0	0		20,053	10,576	-173,079	-6577	401,888	20,053	-173,079	10,576
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	20053	10140	-172707	0	0	0		20,053	10,14	-172,707	-4835,8	283,92	20,053	-172,707	10,14
Wind angl	GW / opgw	2978	1692	-25363	0	0	0		2,978	1,692	-25,363	-1431,23	97,74284	2,978	-25,363	1,692
	Comp. gl	6122	3053	-51618	0	0	0		6,122	3,053	-51,618	-1058,17	70,90018	6,122	-51,618	3,053
1a	380C1F1 / 380C2F1	17058	41910	-258537	0	0	0		17,058	41,91	-258,537	-12409,8	2011,68	17,058	-258,537	41,91
Wind, 10 c	380C1F2 / 380C2F2	17057	38408	-244,42	0	0	0		17,057	38,408	-244,42	-9287,96	1459,504	17,057	-244,42	38,408
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	17054	33730	-225684	0	0	0		17,054	33,73	-225,684	-6319,15	944,44	17,054	-225,684	33,73
Wind angl	GW / opgw	2228	7175	-41353	0	0	0		2,228	7,175	-41,353	-2333,55	406,5785	2,228	-41,353	7,175
	Comp. gl	4620	10232	-66205	0	0	0		4,62	10,232	-66,205	-1357,2	216,03	4,62	-66,205	10,232
1b	380C1F1 / 380C2F1	17037	13853	-177198	0	0	0		17,037	13,853	-177,198	-8505,5	664,944	17,037	-177,198	13,853
Wind, -20	380C1F2 / 380C2F2	17037	13220	-175887	0	0	0		17,037	13,22	-175,887	-6683,71	502,36	17,037	-175,887	13,22
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	17036	12381	-174315	0	0	0		17,036	12,381	-174,315	-4880,82	346,668	17,036	-174,315	12,381
Wind angl	GW / opgw	2225	2109	-23747	0	0	0		2,225	2,109	-23,747	-1340,04	120,7019	2,225	-23,747	2,109
	Comp. gl	4615	3506	-46701	0	0	0		4,615	3,506	-46,701	-957,371	78,14017	4,615	-46,701	3,506
3	380C1F1 / 380C2F1	29382	28679	-265206	0	0	0		29,382	28,679	-265,206	-12729,9	1376,592	29,382	-265,206	28,679
Wind+ice,	380C1F2 / 380C2F2	29381	26874	-260748	0	0	0		29,381	26,874	-260,748	-9908,42	1021,212	29,381	-260,748	26,874
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	29379	24482	-255296	0	0	0		29,379	24,482	-255,296	-7148,29	685,496	29,379	-255,296	24,482
Wind angl	GW / opgw	9247	8471	-67631	0	0	0		9,247	8,471	-67,631	-3816,42	485,0463	9,247	-67,631	8,471
	Comp. gl	18679	13164	-129045	0	0	0		18,679	13,164	-129,045	-2645,42	295,2281	18,679	-129,045	13,164
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	13871	-177524	0	0	0		20,053	13,871	-177,524	-8521,15	665,808	20,053	-177,524	13,871
Construction/maintenance, +5 dgr		20053	13249	-176480	0	0	0		20,053	13,249	-176,48	-6706,24	503,462	20,053	-176,48	13,249
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	20053	12424	-175236	0	0	0		20,053	12,424	-175,236	-4906,61	347,872	20,053	-175,236	12,424
Wind angl	GW / opgw	2978	2217	-26208	0	0	0		2,978	2,217	-26,208	-1478,92	127,3686	2,978	-26,208	2,217
	Comp. gl	6122	3755	-52395	0	0	0		6,122	3,755	-52,395	-1074,1	85,29118	6,122	-52,395	3,755
1a	380C1F1 / 380C2F1	17049	21892	-180860	0	0	0		17,049	21,892	-180,86	-8681,28	1050,816	17,049	-180,86	21,892
Wind, 10 c	380C1F2 / 380C2F2	17048	20345	-175619	0	0	0		17,048	20,345	-175,619	-6673,52	773,11	17,048	-175,619	20,345
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	17047	18296	-169071	0	0	0		17,047	18,296	-169,071	-4733,99	512,288	17,047	-169,071	18,296
Wind angl	GW / opgw	2227	3618	-26670	0	0	0		2,227	3,618	-26,67	-1504,99	205,8563	2,227	-26,67	3,618
	Comp. gl	4618	5433	-47577	0	0	0		4,618	5,433	-47,577	-975,329	117,6477	4,618	-47,577	5,433
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	10277	-171310	0	0	0		17,036	10,277	-171,31	-8222,88	493,296	17,036	-171,31	10,277
Wind, -20	380C1F2 / 380C2F2	17036	10001	-171026	0	0	0		17,036	10,001	-171,026	-6498,99	380,038	17,036	-171,026	10,001
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	17036	9634	-170690	0	0	0		17,036	9,634	-170,69	-4779,32	269,752	17,036	-170,69	9,634
Wind angl	GW / opgw	2225	1466	-22351	0	0	0		2,225	1,466	-22,351	-1261,27	84,41738	2,225	-22,351	1,466
	Comp. gl	4615	2653	-45410	0	0	0		4,615	2,653	-45,41	-930,905	60,65367	4,615	-45,41	2,653
3	380C1F1 / 380C2F1	29377	18493	-244493	0	0	0		29,377	18,493	-244,493	-11735,7	887,664	29,377	-244,493	18,493
Wind+ice,	380C1F2 / 380C2F2	29377	17711	-243441	0	0	0		29,377	17,711	-243,441	-9250,76	673,018	29,377	-243,441	17,711
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	29377	16672	-242189	0	0	0		29,377	16,672	-242,189	-6781,29	466,816	29,377	-242,189	16,672
Wind angl	GW / opgw	9245	5242	-62273	0	0	0		9,245	5,242	-62,273	-3514,07	302,8323	9,245	-62,273	5,242
0 Comp. gl		18677	8850	-123844	0	0	0		18,677	8,85	-123,844	-2538,8	206,7884	18,677	-123,844	8,85
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	10347	-172876	0	0	0		20,053	10,347	-172,876	-8298,05	496,656	20,053	-172,876	10,347
Construction/maintenance, +5 dgr		20053	10073	-172655	0	0	0		20,053	10,073	-172,655	-6560,89	382,774	20,053	-172,655	10,073
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	20053	9710	-172394	0	0	0		20,053	9,71	-172,394	-4827,03	271,88	20,053	-172,394	9,71
Wind angl	GW / opgw	2978	1593	-25256	0	0	0		2,978	1,593	-25,256	-1425,2	92,15627	2,978	-25,256	1,593
	Comp. gl	6122	2921	-51522	0	0	0		6,122	2,921	-51,522	-1056,2	68,19418	6,122	-51,522	2,921
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	5160	-116856	0	0	0		12,781	5,16	-116,856	-5609,09	247,68	12,781	-116,856	5,16
Wind, 10 c	380C1F2 / 380C2F2	12781	5155	-116856	0	0	0		12,781	5,155	-116,856	-4440,53	195,89	12,781	-116,856	5,155
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	12781	5148	-116856	0	0	0		12,781	5,148	-116,856	-3271,97	144,144	12,781	-116,856	5,148
Wind angl	GW / opgw	1669	675	-15226	0	0	0		1,669	0,675	-15,226	-859,203	39,35869	1,669	-15,226	0,675
	Comp. gl	3462	1394	-31599	0	0	0		3,462	1,394	-31,599	-647,28	33,2784	3,462	-31,599	1,394
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	6004	-137241	0	0	0		12,774	6,004	-137,241	-6587,57	288,192	12,774	-137,241	6,004
Wind, -20	380C1F2 / 380C2F2	12774	6003	-137241	0	0	0		12,774	6,003	-137,241	-5215,16	228,114	12,774	-137,241	6,003
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	12774	6001	-137241	0	0	0		12,774	6,001	-137,241	-3842,75	168,028	12,774	-137,241	6,001
Wind angl	GW / opgw	1668	769	-17575	0	0	0		1,668	0,769	-17,575	-991,757	44,66235	1,668	-17,575	0,769
	Comp. gl	3461	1578	-36072	0	0	0		3,461	1,578	-36,072	-739,476	37,04904	3,461	-36,072	1,578
3	380C1F1 / 380C2F1	25109	9298	-212205	0	0	0		25,109	9,298	-212,205	-10185,8	446,304	25,109	-212,205	9,298
Wind+ice,	380C1F2 / 380C2F2	25109	9295	-212206	0	0	0		25,109	9,295	-212,206	-8063,83	353,21	25,109	-212,206	9,295
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	25109	9291	-212206	0	0	0		25,109	9,291	-212,206	-5941,77	260,148	25,109	-212,206	9,291
Wind angl	GW / opgw	8685	2546	-58078	0	0	0		8,685	2,546	-58,078	-3277,34	150,2714	8,685	-58,078	2,546
	Comp. gl	17518	5119	-116923	0	0	0		17,518	5,119	-116,923	-2396,92	128,7389	17,518	-116,923	5,119
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	6213	-142035	0	0	0		15,788	6,213	-142,035	-6817,68	298,224	15,788	-142,035	6,213
Construction/maintenance, +5 dgr		15788	6212	-142035	0	0	0		15,788	6,212	-142,035	-5397,33	236,056	15,788	-142,035	6,212
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	15788	6210	-142035	0	0	0		15,788	6,21	-142,035	-3976,98	173,88	15,788	-142,035	6,21
Wind angl	GW / opgw	2421	926	-21162	0	0	0		2,421	0,926	-21,162	-1194,17	54,09414	2,421	-21,162	0,926
	Comp. gl	4966	1897	-43378	0	0	0		4,966	1,897	-43,378	-889,249	45,63233	4,966	-43,378	1,897
6	380C1F1 / 380C2F1	12781	5102	-116857	0	0	0		12,781	5,102	-116,857	-5609,14	244,896	12,781	-116,857	5,102
Permanen	380C1F2 / 380C2F2	12781	5102	-116857	0	0	0		12,781	5,102	-116,857	-4440,57	193,876	12,781	-116,857	5,102

Belasting op mastvoet, belastinggeval						
		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a		-18763,9	834,1512	57,978	-502,882	22,137
Wind angle:	0 dgr					
1b		-21517,7	948,8069	57,948	-576,36	25,2
Wind angle:	0 dgr					
3		-33149,9	1483,99	116,048	-899,305	39,376
Wind angle:	0 dgr					
4		-22036	974,0829	69,259	-591,394	25,857
Wind angle:	0 dgr					
6		-20629,8	909,6249	65,231	-552,897	24,139
0						
1a		-23888,2	3035,675	57,993	-633,686	79,354
Wind angle:	45 dgr					
1b		-21769,1	1355,066	57,948	-582,701	35,771
Wind angle:	45 dgr					
3		-34103,2	2745,803	116,054	-923,396	72,43
Wind ang

Permanen	380C1F3 / 380C2F3	12781	5102	-116857	0	0	0	12,781	5,102	-116,857		-3272	142,856	12,781	-116,857	5,102							
	GW / opgw	1669	665	-15226	0	0	0	1,669	0,665	-15,226		-859,203	38,79439	1,669	-15,226	0,665							
	Comp. gl	3462	1380	-31600	0	0	0	3,462	1,38	-31,6		-647,8	32,9914	3,462	-31,6	1,38							
1a	380C1F1 / 380C2F1	12786	24257	-173840	0	0	0	12,786	24,257	-173,84		-8344,32	1164,336	12,786	-173,84	24,257	1a	-21433,1	2926,277	43,488	-566,654	76,422	
Wind, 10 c	380C1F2 / 380C2F2	12785	22336	-165790	0	0	0	12,785	22,336	-165,79		-6300,02	848,768	12,785	-165,79	22,336	Wind angle:	45	dgr				
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	12784	19781	-155368	0	0	0	12,784	19,781	-155,368		-4350,3	553,868	12,784	-155,368	19,781							
Wind angl	GW / opgw	1670	4101	-26984	0	0	0	1,67	4,101	-26,984		-1522,71	232,6886	1,67	-26,984	4,101							
	Comp. gl	3463	5947	-44672	0	0	0	3,463	5,947	-44,672		-915,776	126,6163	3,463	-44,672	5,947							
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	9464	-140493	0	0	0	12,774	9,464	-140,493		-6743,66	454,272	12,774	-140,493	9,464	1b	-17748,1	1177,384	43,451	-474,749	31,054	
Wind, -20	380C1F2 / 380C2F2	12774	9125	-139908	0	0	0	12,774	9,125	-139,908		-5316,5	346,75	12,774	-139,908	9,125	Wind angle:	45	dgr				
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	12774	8675	-139212	0	0	0	12,774	8,675	-139,212		-3897,94	242,9	12,774	-139,212	8,675							
Wind angl	GW / opgw	1668	1386	-18361	0	0	0	1,668	1,386	-18,361		-1036,11	79,47966	1,668	-18,361	1,386							
	Comp. gl	3461	2404	-36775	0	0	0	3,461	2,404	-36,775		-753,888	53,98204	3,461	-36,775	2,404							
3	380C1F1 / 380C2F1	25110	19016	-222312	0	0	0	25,11	19,016	-222,312		-10671	912,768	25,11	-222,312	19,016	3	-31013,9	2608,714	101,535	-840,653	68,812	
Wind+ice,	380C1F2 / 380C2F2	25110	18062	-220528	0	0	0	25,11	18,062	-220,528		-8380,06	686,356	25,11	-220,528	18,062	Wind angle:	45	dgr				
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	25110	16796	-218388	0	0	0	25,11	16,796	-218,388		-6114,86	470,288	25,11	-218,388	16,796							
Wind angl	GW / opgw	8686	5641	-60388	0	0	0	8,686	5,641	-60,388		-3407,69	324,923	8,686	-60,388	5,641							
	Comp. gl	17519	9297	-119037	0	0	0	17,519	9,297	-119,037		-2440,26	214,3793	17,519	-119,037	9,297							
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	9636	-144385	0	0	0	15,788	9,636	-144,385		-6930,48	462,528	15,788	-144,385	9,636	4	-18535,6	1214,657	54,751	-497,211	32,042	
Construction/maintenance, +5 dgr		15788	9304	-143956	0	0	0	15,788	9,304	-143,956		-5470,33	353,552	15,788	-143,956	9,304	Wind angle:	45	dgr				
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	15788	8862	-143448	0	0	0	15,788	8,862	-143,448		-4016,54	248,136	15,788	-143,448	8,862							
Wind angl	GW / opgw	2421	1529	-21628	0	0	0	2,421	1,529	-21,628		-1220,47	88,12143	2,421	-21,628	1,529							
	Comp. gl	4966	2711	-43794	0	0	0	4,966	2,711	-43,794		-897,777	62,31933	4,966	-43,794	2,711							
1a	380C1F1 / 380C2F1	12793	41442	-247868	0	0	0	12,793	41,442	-247,868		-11897,7	1989,216	12,793	-247,868	41,442	1a	-30235,8	4971,719	43,51	-795,636	129,677	
Wind, 10 c	380C1F2 / 380C2F2	12791	37890	-232608	0	0	0	12,791	37,89	-232,608		-8839,1	1439,82	12,791	-232,608	37,89	Wind angle:	90	dgr				
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	12790	33132	-212028	0	0	0	12,79	33,132	-212,028		-5936,78	927,696	12,79	-212,028	33,132							
Wind angl	GW / opgw	1671	7129	-40302	0	0	0	1,671	7,129	-40,302		-2274,24	403,5594	1,671	-40,302	7,129							
	Comp. gl	3465	10084	-62830	0	0	0	3,465	10,084	-62,83		-1288,02	211,4275	3,465	-62,83	10,084							
1b	380C1F1 / 380C2F1	12775	12573	-147893	0	0	0	12,775	12,573	-147,893		-7098,86	603,504	12,775	-147,893	12,573	1b	-18596,2	1546,076	43,454	-496,268	40,631	
Wind, -20	380C1F2 / 380C2F2	12775	11917	-146064	0	0	0	12,775	11,917	-146,064		-5550,43	452,846	12,775	-146,064	11,917	Wind angle:	90	dgr				
Permanen	380C1F3 / 380C2F3	12774	11050	-143849	0	0	0	12,774	11,05	-143,849		-4027,77	309,4	12,774	-143,849	11,05							
Wind angl	GW / opgw	1669	1948	-20057	0	0	0	1,669	1,948	-20,057		-1131,82	111,1941	1,669	-20,057	1,948							
	Comp. gl	3461	3143	-38405	0	0	0	3,461	3,143	-38,405		-787,303	69,13154	3,461	-38,405	3,143							
3	380C1F1 / 380C2F1	25114	27748	-243938	0	0	0	25,114	27,748	-243,938		-11709	1331,904	25,114	-243,938	27,748	3	-33521,8	3742,2	101,548	-904,47	98,454	
Wind+ice,	380C1F2 / 380C2F2	25113	25911	-238738	0	0	0	25,113	25,911	-238,738		-9072,04	984,618	25,113	-238,738	25,911	Wind angle:	90	dgr				
Permanent	380C1F3 / 380C2F3	25112	23476	-232319	0	0	0	25,112	23,476	-232,319		-6504,93	657,328	25,112	-232,319	23,476							
Wind angle	GW / opgw	8688	8375	-65448	0	0	0	8,688	8,375	-65,448		-3693,23	479,2041	8,688	-65,448	8,375							
	Comp. gl	17521	12944	-124027	0	0	0	17,521	12,944	-124,027		-2542,55	289,1455	17,521	-124,027	12,944							
4	380C1F1 / 380C2F1	15789	12665	-149921	0	0	0	15,789	12,665	-149,921		-7196,21	607,92	15,789	-149,921	12,665	4	-19152,9	1573,411	54,753	-512,841	41,366	
Construction/maintenance, +5 dgr		15789	12028	-148536	0	0	0	15,789	12,028	-148,536		-5644,37	457,064	15,789	-148,536	12,028	Wind angle:	90	dgr				
Permanent	380C1F3 / 380C2F3	15788	11185	-146872	0	0	0	15,788	11,185	-146,872		-4112,42	313,18	15,788	-146,872	11,185							
Wind angle	GW / opgw	2421	2064	-22708	0	0	0	2,421	2,064	-22,708		-1281,41	118,3115	2,421	-22,708	2,064							
	Comp. gl	4966	3424	-44804	0	0	0	4,966	3,424	-44,804		-918,482	76,93583	4,966	-44,804	3,424							
1a	380C1F1 / 380C2F1	12785	20990	-160254	0	0	0	12,785	20,99	-160,254		-7692,19	1007,52	12,785	-160,254	20,99	1a	-19840,5	2538,342	43,485	-525,519	66,334	
Wind, 10 c	380C1F2 / 380C2F2	12784	19391	-153818	0	0	0	12,784	19,391	-153,818		-5845,08	736,858	12,784	-153,818	19,391	Wind angle:	-45	dgr				
Permanent	380C1F3 / 380C2F3	12783	17269	-145602	0	0	0	12,783	17,269	-145,602		-4076,86	483,532	12,783	-145,602	17,269							
Wind angle	GW / opgw	1670	3519	-24397	0	0	0	1,67	3,519	-24,397		-1376,72	199,8464	1,67	-24,397	3,519							
	Comp. gl	3463	5165	-41448	0	0	0	3,463	5,165	-41,448		-849,684	110,5853	3,463	-41,448	5,165							
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	8888	-139529	0	0	0	12,774	8,888	-139,529		-6697,39	426,624	12,774	-139,529	8,888	1b	-17637,9	1108,998	43,451	-471,962	29,277	
Wind, -20	380C1F2 / 380C2F2	12774	8607	-139114	0	0	0	12,774	8,607	-139,114		-5286,33	327,066	12,774	-139,114	8,607	Wind angle:	-45	dgr				
Permanent	380C1F3 / 380C2F3	12774	8233	-138621	0	0	0	12,774	8,233	-138,621		-3881,39	230,524	12,774	-138,621	8,233							
Wind angle	GW / opgw	1668	1282	-18132	0	0	0	1,668	1,282	-18,132		-1023,19	73,61094	1,668	-18,132	1,282							
	Comp. gl	3461	2267	-36566	0	0	0	3,461	2,267	-36,566		-749,603	51,17354	3,461	-36,566	2,267							
3	380C1F1 / 380C2F1	25110	17395	-219367	0	0	0	25,11	17,395	-219,367		-10529,6	834,96	25,11	-219,367	17,395	3	-30677	2397,696	101,533	-832,116	63,291	
Wind+ice,	380C1F2 / 380C2F2	25110	16603	-218086	0	0	0	25,11	16,603	-218,086		-8287,27	630,914	25,11	-218,086	16,603	Wind angle:	-45	dgr				
Permanent	380C1F3 / 380C2F3	25109	15552	-216557	0	0	0	25,109	15,552	-216,557		-6063,6	435,456	25,109	-216,557	15,552							
Wind angle	GW / opgw	8686	5129	-59708	0	0	0	8,686	5,129	-59,708		-3369,32	296,0308	8,686	-59,708	5,129							
0 Comp. gl		17518	8612	-118398	0	0	0	17,518	8,612	-118,398		-2427,16	200,3354	17,518	-118,398	8,612							
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	9071	-143680	0	0	0	15,788	9,071	-143,68		-6896,64	435,408	15,788	-143,68	9,071	4	-18457,3	1147,645	54,751	-495,232	30,3	
Construction/maintenance, +5 dgr		15788	8795	-143377	0	0	0	15,788	8,795	-143,377		-5448,33	334,21	15,788	-143,377	8,795	Wind angle:	-45	dgr				
Permanent	380C1F3 / 380C2F3	15788	8427	-143019	0	0	0	15,788	8,427	-143,019		-4004,53	235,956	15,788	-143,019	8,427							
Wind angle	GW / opgw	2421	1429	-21489	0	0	0	2,421	1,429	-21,489		-1212,62	82,47843	2,421	-21,489	1,429							
	Comp. gl	4966	2578	-43667	0	0	0	4,966	2,578	-43,667		-895,174	59,59283	4,966	-43,667	2,578							

W2E400 07-L2

Hoogte mast	57	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)	28	m

			Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Blikse	mdraad = GW / H_{mast} =	0,57 m =	56,43 m	0,76 m	
1e tra	verse - 380C1F1 F2 +	10 m =	48 m	0 m	
2e tra	verse - 380C1F2 F3 +	10 m =	38 m	0 m	
3e tra	verse - 380C1F3		28 m	0 m	
Passie	eve lijn = Comp C. F3 -	7,5 m =	20,5 m	1,358 m	

Uit mast
ULS (incl bel factoren)

N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
761	104	2789	48	87	778	28845	3503

Uit lijnen
SLS

SLS			Belastingen uit lijnen M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Belasting uit mast N	V	M
	0 deg	1a	**-16174**	**717**	48	**-433**	**19**	634	69	1859
		1b	-18799	828	**48**	-504	22	634	69	1859
		3	-26812	1196	87	-727	32	634	69	1859
		4	-18575	820	56	-498	22	634	69	1859
	45 deg	1a	-19240	2169	48	-511	57	634	69	1859
		1b	-18940	1098	**48**	-507	29	634	69	1859
		3	-27430	2036	87	-742	54	634	69	1859
		4	-18684	1089	56	-501	29	634	69	1859
	90 deg	1a	-24427	**3503**	48	-645	**91**	634	69	1859
		1b	-19283	1334	48	-516	35	634	69	1859
		3	**-28845**	2781	**87**	**-778**	73	634	69	1859
		4	-18957	1322	56	-508	35	634	69	1859
	-45 deg	1a	-18416	1921	48	-490	50	634	69	1859
		1b	-18898	1054	**48**	-506	28	634	69	1859
		3	-27246	1898	87	-737	50	634	69	1859
		4	-18651	1045	56	-500	28	634	69	1859

regel		Loadcase	Totaal M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	M langs max	M dwars max	N max	V langs max	V dwars max	M tot max	N min
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	18033	2577	682	503	88	18216,6						
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	20659	2688	682	573	91	20832,91						x
3	Perm load 1,2	0 deg	3	28672	3056	721	796	101	28833,98						
4	Perm load 1,2	0 deg	4	20434	2680	690	568	91	20608,86						
5															
6	Perm load 1,2	45 deg	1a	21099	4029	682	581	126	21480,16						
7	Perm load 1,2	45 deg	1b	20800	2957	682	576	98	21009,01						x
8	Perm load 1,2	45 deg	3	29289	3896	721	811	123	29546,93						
9	Perm load 1,2	45 deg	4	20544	2948	690	570	98	20754,16						
10															
11	Perm load 1,2	90 deg	1a	26286	5362	682	715	161	26827,5	x			x		
12	Perm load 1,2	90 deg	1b	21143	3193	682	585	104	21382,37						
13	Perm load 1,2	90 deg	3	30704	4640	721	847	143	31052,68	x	x	x			
14	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	20816	3181	690	577	104	21058,04						
15															
16	Perm load 1,2	-45 deg	1a	19731	3781	682	560	120	20090,02						
17	Perm load 1,2	-45 deg	1b	20212	2913	682	575	97	20421,16						x
18	Perm load 1,2	-45 deg	3	28560	3757	721	807	120	28806,51						
19	Perm load 1,2	-45 deg	4	19965	2904	690	570	97	20175,43						
				30704	5362	721	847	161	31053						
						682									

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
2	W2E400	07-L2	Perm load :0 deg	1b	20659	2688	682	573	91
7	W2E400	07-L2	Perm load :45 deg	1b	20800	2957	682	576	98
11	W2E400	07-L2	Perm load :90 deg	1a	26286	5362	682	715	161
13	W2E400	07-L2	Perm load :90 deg	3	30704	4640	721	847	143
17	W2E400	07-L2	Perm load :-45 deg	1b	20212	2913	682	575	97
7	W2E400	07-L2	Perm load :45 deg	1b	20800	2957	682	576	98

W2E400 TOWER (rev 6.0, date Appendix: L2
Loadcase according to 50341-3-15

	Attachmer	BACK [N]	[N]	[N]	AHEAD [N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 14202	5603	-127432	0	0	0	
Wind, 10 c	380C1F2 / 14202	5599	-127432	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 14202	5594	-127433	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv1855	733	-16643	0	0	0	
	Comp. gl 3847	1517	-34520	0	0	0	
1b	380C1F1 / 14194	6488	-148420	0	0	0	
Wind, -20	380C1F2 / 14194	6487	-148420	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 14194	6486	-148420	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv1854	835	-19082	0	0	0	
	Comp. gl 3845	1712	-39161	0	0	0	
3	380C1F1 / 22419	8527	-194794	0	0	0	
Wind+ice,	380C1F2 / 22419	8525	-194794	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 22419	8522	-194794	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv6530	2063	-47087	0	0	0	
	Comp. gl 13213	4160	-95055	0	0	0	
4	380C1F1 / 16206	6340	-145038	0	0	0	
Constructi	380C1F2 / 16206	6340	-145038	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 16206	6339	-145038	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv2356	905	-20697	0	0	0	
	Comp. gl 4850	1860	-42552	0	0	0	
1a	380C1F1 / 14205	17838	-154110	0	0	0	
Wind, 10 c	380C1F2 / 14204	16606	-149838	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 14204	14974	-144523	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv1855	2932	-22543	0	0	0	
	Comp. gl 3848	4431	-40476	0	0	0	
1b	380C1F1 / 14194	8755	-149656	0	0	0	
Wind, -20	380C1F2 / 14194	8535	-149428	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 14194	8244	-149158	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv1854	1236	-19388	0	0	0	
	Comp. gl 3845	2254	-39427	0	0	0	
3	380C1F1 / 22419	14940	-200043	0	0	0	
Wind+ice,	380C1F2 / 22419	14314	-199098	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 22419	13483	-197972	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv6531	4123	-48592	0	0	0	
	Comp. gl 13214	6942	-96419	0	0	0	
4	380C1F1 / 16206	8597	-146023	0	0	0	
Constructi	380C1F2 / 16206	8380	-145839	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 16206	8091	-145622	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv2356	1302	-20909	0	0	0	
	Comp. gl 4850	2399	-42736	0	0	0	
1a	380C1F1 / 14209	29071	-198460	0	0	0	
Wind, 10 c	380C1F2 / 14208	26723	-188723	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 14207	23597	-176017	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv1856	4937	-31126	0	0	0	
	Comp. gl 3849	7117	-50945	0	0	0	
1b	380C1F1 / 14195	10742	-152653	0	0	0	
Wind, -20	380C1F2 / 14195	10325	-151895	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 14195	9772	-150992	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv1854	1593	-20104	0	0	0	
	Comp. gl 3846	2728	-40080	0	0	0	
3	380C1F1 / 22421	20650	-211949	0	0	0	
Wind+ice,	380C1F2 / 22421	19448	-209016	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 22420	17857	-205455	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv6532	5945	-51964	0	0	0	
	Comp. gl 13215	9369	-99683	0	0	0	
4	380C1F1 / 16207	10561	-148456	0	0	0	
Constructi	380C1F2 / 16207	10150	-147838	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 16207	9604	-147103	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv2356	1651	-21421	0	0	0	
	Comp. gl 4850	2864	-43202	0	0	0	
1a	380C1F1 / 14204	15746	-146983	0	0	0	
Wind, 10 c	380C1F2 / 14204	14726	-143754	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 14203	13378	-139782	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv1855	2555	-21055	0	0	0	
	Comp. gl 3848	3933	-38851	0	0	0	
1b	380C1F1 / 14194	8382	-149281	0	0	0	
Wind, -20	380C1F2 / 14194	8200	-149120	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 14194	7956	-148931	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv1854	1169	-19296	0	0	0	
	Comp. gl 3845	2165	-39346	0	0	0	
3	380C1F1 / 22419	13877	-198486	0	0	0	
Wind+ice,	380C1F2 / 22419	13357	-197814	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 22419	12666	-197017	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv6530	3783	-48146	0	0	0	
	Comp. gl 13213	6486	-96005	0	0	0	
4	380C1F1 / 16206	8228	-145721	0	0	0	
Constructi	380C1F2 / 16206	8046	-145592	0	0	0	
Permanen	380C1F3 / 16206	7805	-145440	0	0	0	
Wind angl	GW / opgv2356	1237	-20844	0	0	0	
	Comp. gl 4850	2311	-42679	0	0	0	

Totaal

	Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]
	14,202	5,603	-127,432
	14,202	5,599	-127,432
	14,202	5,594	-127,433
	1,855	0,733	-16,643
	3,847	1,517	-34,52
	14,194	6,488	-148,42
	14,194	6,487	-148,42
	14,194	6,486	-148,42
	1,854	0,835	-19,082
	3,845	1,712	-39,161
	22,419	8,527	-194,794
	22,419	8,525	-194,794
	22,419	8,522	-194,794
	6,53	2,063	-47,087
	13,213	4,16	-95,055
	16,206	6,34	-145,038
	16,206	6,34	-145,038
	16,206	6,339	-145,038
	2,356	0,905	-20,697
	4,85	1,86	-42,552
	14,205	17,838	-154,11
	14,204	16,606	-149,838
	14,204	14,974	-144,523
	1,855	2,932	-22,543
	3,848	4,431	-40,476
	14,194	8,755	-149,656
	14,194	8,535	-149,428
	14,194	8,244	-149,158
	1,854	1,236	-19,388
	3,845	2,254	-39,427
	22,419	14,94	-200,043
	22,419	14,314	-199,098
	22,419	13,483	-197,972
	6,531	4,123	-48,592
	13,214	6,942	-96,419
	16,206	8,597	-146,023
	16,206	8,38	-145,839
	16,206	8,091	-145,622
	2,356	1,302	-20,909
	4,85	2,399	-42,736
	14,209	29,071	-198,46
	14,208	26,723	-188,723
	14,207	23,597	-176,017
	1,856	4,937	-31,126
	3,849	7,117	-50,945
	14,195	10,742	-152,653
	14,195	10,325	-151,895
	14,195	9,772	-150,992
	1,854	1,593	-20,104
	3,846	2,728	-40,08
	22,421	20,65	-211,949
	22,421	19,448	-209,016
	22,42	17,857	-205,455
	6,532	5,945	-51,964
	13,215	9,369	-99,683
	16,207	10,561	-148,456
	16,207	10,15	-147,838
	16,207	9,604	-147,103
	2,356	1,651	-21,421
	4,85	2,864	-43,202
	14,204	15,746	-146,983
	14,204	14,726	-143,754
	14,203	13,378	-139,782
	1,855	2,555	-21,055
	3,848	3,933	-38,851
	14,194	8,382	-149,281
	14,194	8,2	-149,12
	14,194	7,956	-148,931
	1,854	1,169	-19,296
	3,845	2,165	-39,346
	22,419	13,877	-198,486
	22,419	13,357	-197,814
	22,419	12,666	-197,017
	6,53	3,783	-48,146
	13,213	6,486	-96,005
	16,206	8,228	-145,721
	16,206	8,046	-145,592
	16,206	7,805	-145,44
	2,356	1,237	-20,844
	4,85	2,311	-42,679

Belastingen op mastvoet, per lijn

	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	-6116,74	268,944	14,202	-127,432	5,603
	-4842,42	212,762	14,202	-127,432	5,599
	-3568,12	156,632	14,202	-127,433	5,594
	-939,164	42,77299	1,855	-16,643	0,733
	-707,66	36,32273	3,847	-34,52	1,517
	-7124,16	311,424	14,194	-148,42	6,488
	-5639,96	246,506	14,194	-148,42	6,487
	-4155,76	181,608	14,194	-148,42	6,486
	-1076,8	48,52809	1,854	-19,082	0,835
	-802,801	40,31751	3,845	-39,161	1,712
	-9350,11	409,296	22,419	-194,794	8,527
	-7402,17	323,95	22,419	-194,794	8,525
	-5454,23	238,616	22,419	-194,794	8,522
	-2657,12	121,3779	6,53	-47,087	2,063
	-1948,63	103,2233	13,213	-95,055	4,16
	-6961,82	304,32	16,206	-145,038	6,34
	-5511,44	240,92	16,206	-145,038	6,34
	-4061,06	177,492	16,206	-145,038	6,339
	-1167,93	52,85971	2,356	-20,697	0,905
	-872,316	44,7163	4,85	-42,552	1,86
	-7397,28	856,224	14,205	-154,11	17,838
	-5693,84	631,028	14,204	-149,838	16,606
	-4046,64	419,272	14,204	-144,523	14,974
	-1272,1	166,8626	1,855	-22,543	2,932
	-829,758	96,06108	3,848	-40,476	4,431
	-7183,49	420,24	14,194	-149,656	8,755
	-5678,26	324,33	14,194	-149,428	8,535
	-4176,42	230,832	14,194	-149,158	8,244
	-1094,06	71,15652	1,854	-19,388	1,236
	-808,254	51,42851	3,845	-39,427	2,254
	-9602,06	717,12	22,419	-200,043	14,94
	-7565,72	543,932	22,419	-199,098	14,314
	-5543,22	377,524	22,419	-197,972	13,483
	-2742,05	237,6245	6,531	-48,592	4,123
	-1976,59	160,2556	13,214	-96,419	6,942
	-7009,1	412,656	16,206	-146,023	8,597
	-5541,88	318,44	16,206	-145,839	8,38
	-4077,42	226,548	16,206	-145,622	8,091
	-1179,89	75,26242	2,356	-20,909	1,302
	-876,088	55,7658	4,85	-42,736	2,399
	-9526,08	1395,408	14,209	-198,46	29,071
	-7171,47	1015,474	14,208	-188,723	26,723
	-4928,48	660,716	14,207	-176,017	23,597
	-1756,44	280,0055	1,856	-31,126	4,937
	-1044,37	151,1254	3,849	-50,945	7,117
	-7327,34	515,616	14,195	-152,653	10,742
	-5772,01	392,35	14,195	-151,895	10,325
	-4227,78	273,616	14,195	-150,992	9,772
	-1134,47	91,30203	1,854	-20,104	1,593
	-821,64	61,14687	3,846	-40,08	2,728
	-10173,6	991,2	22,421	-211,949	20,65
	-7942,61	739,024	22,421	-209,016	19,448
	-5752,74	499,996	22,42	-205,455	17,857
	-2932,33	340,4407	6,532	-51,964	5,945
	-2043,5	210,0105	13,215	-99,683	9,369
	-7125,89	506,928	16,207	-148,456	10,561
	-5617,84	385,7	16,207	-147,838	10,15
	-4118,88	268,912	16,207	-147,103	9,604
	-1208,79	94,95649	2,356	-21,421	1,651
	-885,641	65,2983	4,85	-43,202	2,864
	-7055,18	755,808	14,204	-146,983	15,746
	-5462,65	559,588	14,204	-143,754	14,726
	-3913,9	374,584	14,203	-139,782	13,378
	-1188,13	145,5885	1,855	-21,055	2,555
	-796,446	85,85208	3,848	-38,851	3,933
	-7165,49	402,336	14,194	-149,281	8,382
	-5666,56	311,6	14,194	-149,12	8,2
	-4170,07	222,768	14,194	-148,931	7,956
	-1088,87	67,37571	1,854	-19,296	1,169
	-806,593	49,60401	3,845	-39,346	2,165
	-9527,33	666,096	22,419	-198,486	13,877
	-7516,93	507,566	22,419	-197,814	13,357
	-5516,48	354,648	22,419	-197,017	12,666
	-2716,88	218,4375	6,53	-48,146	3,783
	-1968,1	150,9063	13,213	-96,005	6,486
	-6994,61	394,944	16,206	-145,721	8,228
	-5532,5	305,748	16,206	-145,592	8,046
	-4072,32	218,54	16,206	-145,44	7,805
	-1176,23	71,59447	2,356	-20,844	1,237
	-874,92	53,9618	4,85	-42,679	2,311

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a		-16174,1	717,4337	48,308	-433,46	19,046
Wind angle:	0 dgr					
1b		-18799,5	828,3836	48,281	-503,503	22,008
Wind angle:	0 dgr					
3		-26812,3	1196,463	87	-726,524	31,797
Wind angle:	0 dgr					
4		-18574,6	820,308	55,824	-498,363	21,784
Wind angle:	0 dgr					
1a		-19239,6	2169,448	48,316	-511,49	56,781
Wind angle:	45 dgr					
1b		-18940,5	1097,987	48,281	-507,057	29,024
Wind angle:	45 dgr					
3		-27429,6	2036,456	87,002	-742,124	53,802
Wind angle:	45 dgr					
4		-18684,4	1088,672	55,824	-501,129	28,769
Wind angle:	45 dgr					
1a		-24426,8	3502,729	48,329	-645,271	91,445
Wind angle:	90 dgr					
1b		-19283,2	1334,031	48,285	-515,724	35,16
Wind angle:	90 dgr					
3		-28844,7	2780,671	87,009	-778,067	73,269
Wind angle:	90 dgr					
4		-18957	1321,795	55,827	-508,02	34,83
Wind angle:	90 dgr					
1a		-18416,3	1921,421	48,314	-490,425	50,338
Wind angle:	-45 dgr					
1b		-18897,6	1053,684	48,281	-505,974	27,872
Wind angle:	-45 dgr					
3		-27245,7	1897,654	87	-737,468	50,169
Wind angle:	-45 dgr					
4		-18650,6	1044,788	55,824	-500,276	27,627
Wind angle:	-45 dgr					

Hoogte mast 52 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3) 26 m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Blikvormdraad = GW / $C_{H,dyn,x}$ =	0,576 m =	51,424 m		0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +		52 m		0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	42 m		0 m
3e traverse - 380C1F3		32 m		0 m
Passieve lijn = Comp C. F3 -	7,5 m =	24,5 m		2,075 m

	Uit mast (excl belastingsfactoren)			Uit lijnen (incl belastingsfactoren)				
	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Vmax [kN]	Mlangs;max [kNm]	Mdwars;max [kNm]
Sheet 08 - N	793	122	3544	87	232	909	12424	36870
Sheet 08 - N1				43	71	627	25589	13974
Max	793	122	3544	43	232,126	908,716	25589,39	36870,14

			Belastingen uit lijnen					Belasting uit mast		
			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	N	V	M
Perm load 1,2	0 deg	1a	0	19528	116	0	475	793	122	3544
		1b	0	20315	116	0	495	793	23	665
		3	0	31674	232	0	784	793	34	997
		4	0	20782	139	0	507	793	23	665
		6	0	19187	130	0	468			
	45 deg	1a	-10203	27002	116	-242	653	793	122	3544
		1b	-482	21144	116	-11	515	793	23	665
		3	-1912	34405	232	-45	849	793	34	997
		4	-312	21536	139	-7	525	793	23	665
	90 deg	1a	0	33784	116	0	815	793	122	3544
		1b	0	21897	116	0	533	793	23	665
		3	0	**36870**	**232**	0	**909**	793	34	997
		4	0	22230	139	0	542	793	23	665
	-45 deg	1a	10203	27002	116	242	653	793	122	3544
		1b	482	21144	116	11	515	793	23	665
		3	1912	34405	232	45	849	793	34	997
		4	312	21536	139	7	525	793	23	665
Perm load 0,9	0 deg	1a	0	16152	87	0	392	595	122	3544
		1b	0	16478	**87**	0	401	595	23	665
		3	0	28637	203	0	710	595	34	997
		4	0	17291	110	0	422	595	23	665
		6	0	**13791**	87	0	**336**			
	45 deg	1a	**-12424**	24507	87	**-296**	592	595	122	3544
		1b	-803	17448	87	-19	424	595	23	665
		3	-2405	31584	203	-56	781	595	34	997
		4	-508	18132	110	-12	442	595	23	665
	90 deg	1a	0	32219	87	0	776	595	122	3544
		1b	0	18313	87	0	445	595	23	665
		3	0	34226	203	0	844	595	34	997
		4	0	18894	110	0	461	595	23	665
	-45 deg	1a	**12424**	24507	87	**296**	592	595	122	3544
		1b	803	17448	87	19	424	595	23	665
		3	2405	31584	203	56	781	595	34	997
		4	508	18132	110	12	442	595	23	665

regel		Loadcase	Totaal M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment Nmin
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	3544	19528	909	122	475	19846,77						
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	665	20315	909	23	495	20326,14						
3	Perm load 1,2	0 deg	3	997	31674	1025	34	784	31689,77						
4	Perm load 1,2	0 deg	4	665	20782	932	23	507	20792,68						
5	Perm load 1,2	0 deg	6												
6															
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	12709	29508	909	329	739	32128,64						
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	952	21614	909	27	531	21635,14						
9	Perm load 1,2	45 deg	3	2617	35110	1025	69	874	35206,95						
10	Perm load 1,2	45 deg	4	782	22006	932	23	542	22019,92						
11															
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	37328	909	0	937	37327,9						
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	0	22561	909	0	555	22561,28						
14	Perm load 1,2	90 deg	3	0	37867	1025	0	943	37866,89						
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	0	22894	932	0	565	22894,43						
16															
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	12709	29508	909	329	739	32128,64						
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	952	21614	909	27	531	21635,14						
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	2617	35110	1025	69	874	35206,95						
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	782	22006	932	23	542	22019,92						
21															
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	3544	16152	682	122	392	16535,98						
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	665	16478	682	23	401	16491,13						
24	Perm load 0,9	0 deg	3	997	28637	798	34	710	28654,44						
25	Perm load 0,9	0 deg	4	665	17291	704	23	422	17303,85						
26	Perm load 0,9	0 deg	6												
27															
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	14930	27013	682	382	678	30863,99						
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	1273	17918	682	35	441	17963,43						
30	Perm load 0,9	45 deg	3	3110	32288	798	80	805	32437,77						
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	978	18602	704	28	459	18627,52						
32															
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	0	35763	682	0	898	35762,86						
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	0	18977	682	0	468	18977,41						
35	Perm load 0,9	90 deg	3	0	35223	798	0	879	35222,88						
36	Perm load 0,9	90 deg	4	0	19558	704	0	483	19558,2						
37															
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	14930	27013	682	382	678	30863,99						
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	1273	17918	682	35	441	17963,43						
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	3110	32288	798	80	805	32437,77						
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	978	18602	704	28	459	18627,52						
		Max		14930	37867	1025	382	943	37867						
						682									

samenvatting										
Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		
14 W2H400+5 08-N		Perm load | 90 deg	3	0	37867	1025	0	943		
23 W2H400+5 08-N		Perm load | 0 deg	1b	665	16478	682	23	401		
28 W2H400+5 08-N		Perm load | 45 deg	1a	14930	27013	682	382	678		

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to SS341-3-15

		AHEAD			BACK		Totaal Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]	Belastingen op mastvoet, per lijn M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Belasting op mastvoet, belastinggeval	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	Attachment point [N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]														
1a	380C1F1 / 380C17046	70458	137544	17046	70458	-137544	34,092	140,916	0	0	7327,632	34,092	0	140,916	1a	0	19527,78	115,96	0	474,882
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17046	69655	136876	17046	69655	-136876	34,092	139,31	0	0	5851,02	34,092	0	139,31	Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C17045	68668	136110	17045	68668	-136110	34,09	137,336	0	0	4394,752	34,09	0	137,336						
Wind angle: 0 dgr	GW / rappe 2226	9796	18590	2226	9796	-18590	4,452	19,592	0	0	1010,883	4,452	0	19,592						
	Comp. gl 4617	18864	37163	4617	18864	-37163	9,234	37,728	0	0	943,4966	9,234	0	37,728						
1b	380C1F1 / 380C17036	72973	153782	17036	72973	-153782	34,072	145,946	0	0	7589,192	34,072	0	145,946	1b	0	20315,27	115,896	0	494,91
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036	72875	153781	17036	72875	-153781	34,072	145,75	0	0	6121,5	34,072	0	145,75	Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C17036	72751	153785	17036	72751	-153785	34,072	145,502	0	0	4656,064	34,072	0	145,502						
Wind angle: 0 dgr	GW / rappe 2225	9509	19909	2225	9509	-19909	4,45	19,018	0	0	981,3636	4,45	0	19,018						
	Comp. gl 4615	19347	40832	4615	19347	-40832	9,23	38,694	0	0	967,1553	9,23	0	38,694						
3	380C1F1 / 380C29376	104312	216126	29376	104312	-216126	58,752	208,624	0	0	10848,45	58,752	0	208,624	3	0	31674,09	232,096	0	783,986
Wind+nce, -5 dgr	380C1F2 / 380C29376	104020	216089	29376	104020	-216089	58,752	208,04	0	0	8737,68	58,752	0	208,04	Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C29376	103654	216058	29376	103654	-216058	58,752	207,308	0	0	6633,856	58,752	0	207,308						
Wind angle: 0 dgr	GW / rappe 9244	26783	54949	9244	26783	-54949	18,488	53,566	0	0	2768,629	18,488	0	53,566						
	Comp. gl 18876	53224	110761	18876	53224	-110761	37,352	106,448	0	0	2685,481	37,352	0	106,448						
4	380C1F1 / 380C20053	73762	155471	20053	73762	-155471	40,106	147,524	0	0	7671,248	40,106	0	147,524	4	0	20782,06	138,518	0	507,468
Construction/maintenance, +5 dg	380C1F2 / 380C20053	73667	155479	20053	73667	-155479	40,106	147,334	0	0	6188,028	40,106	0	147,334	Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C20053	73547	155493	20053	73547	-155493	40,106	147,094	0	0	4707,008	40,106	0	147,094						
Wind angle: 0 dgr	GW / rappe 2978	10784	22643	2978	10784	-22643	5,956	21,568	0	0	1113,639	5,956	0	21,568						
	Comp. gl 6122	21974	46465	6122	21974	-46465	12,244	43,948	0	0	1102,132	12,244	0	43,948						
6	380C1F1 / 380C19177	68716	147362	19177	68716	-147362	38,354	137,432	0	0	7146,464	38,354	0	137,432	6	0	19187,42	130,462	0	467,774
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C19177	68716	147362	19177	68716	-147362	38,354	137,432	0	0	5772,144	38,354	0	137,432	0					
Permanent loads yqr= 1,35	380C1F3 / 380C19177	68716	147362	19177	68716	-147362	38,354	137,432	0	0	4397,824	38,354	0	137,432						
	GW / rappe 2505	9033	19371	2505	9033	-19371	5,01	18,066	0	0	932,8336	5,01	0	18,066						
	Comp. gl 5105	18706	40116	5105	18706	-40116	10,39	37,412	0	0	938,1533	10,39	0	37,412						
1a	380C1F1 / 380C17045	67119	135061	17057	130900	-213662	34,102	198,019	-78,601	-4087,25	10296,99	34,102	-78,601	198,019	1a	-10203,5	27001,97	115,993	-242,417	653,147
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17045	66677	134803	17056	124305	-204739	34,101	190,982	-69,936	-2937,31	8021,244	34,101	-69,936	190,982	Wind angle: 45 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C17045	66131	134516	17054	115909	-193419	34,099	182,04	-58,903	-1884,9	5825,28	34,099	-58,903	182,04						
Wind angle: 45 dgr	GW / rappe 2228	9102	17936	2228	21514	-34170	4,454	30,616	-16,234	-834,817	1577,782	4,454	-16,234	30,616						
	Comp. gl 4617	18081	36619	4620	33409	-55362	9,237	51,49	-18,743	-459,204	1280,672	9,237	-18,743	51,49						
1b	380C1F1 / 380C17036	72547	153803	17037	79755	-157640	34,073	152,302	-3,837	-199,524	7919,704	34,073	-3,837	152,302	1b	-482,132	21144,31	115,897	-11,223	514,624
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036	72407	153812	17036	78948	-156952	34,072	151,435	-3,14	-131,88	6360,27	34,072	-3,14	151,435	Wind angle: 45 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C17036	72410	153824	17036	77958	-156163	34,072	150,368	-2,339	-74,848	4811,776	34,072	-2,339	150,368						
Wind angle: 45 dgr	GW / rappe 2225	9428	19902	2225	10900	-20985	4,45	20,328	-1,083	-55,6922	1048,729	4,45	-1,083	20,328						
	Comp. gl 4615	19245	40840	4615	20946	-41664	9,23	40,191	-0,824	-20,188	1003,832	9,23	-0,824	40,191						
3	380C1F1 / 380C29376	125338	231339	29376	125338	-231339	58,757	228,394	15,291	795,132	11876,49	58,757	-15,291	228,394	3	-1912,33	34404,73	232,114	-44,58	849,494
Wind+nce, -5 dgr	380C1F2 / 380C29376	102881	216055	29380	122823	-229863	58,756	225,704	-12,808	-537,936	9479,568	58,756	-12,808	225,704	Wind angle: 45 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C29376	102659	216072	29379	119728	-225957	58,755	222,387	-9,885	-316,32	7116,384	58,755	-9,885	222,387						
Wind angle: 45 dgr	GW / rappe 9244	26385	54955	9247	33118	-58719	18,491	59,501	-3,764	-193,56	3073,833	18,491	-3,764	59,501						
	Comp. gl 18876	52715	110835	18879	60793	-113987	37,355	113,508	-2,832	-69,384	2858,458	37,355	-2,832	113,508						
4	380C1F1 / 380C20053	73350	155525	20053	79986	-158127	40,106	153,336	-2,602	-135,304	7973,472	40,106	-2,602	153,336	4	-311,911	21536,17	138,518	-7,188	525,406
Construction/maintenance, +5 dg	380C1F2 / 380C20053	73291	155536	20053	79261	-157616	40,106	152,552	-2,08	-87,36	6407,184	40,106	-2,08	152,552	Wind angle: 45 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C20053	73217	155553	20053	78368	-157037	40,106	151,585	-1,484	-47,488	4850,72	40,106	-1,484	151,585						
Wind angle: 45 dgr	GW / rappe 2978	10709	22648	2978	11966	-23269	5,956	22,675	-0,621	-31,9343	1170,566	5,956	-0,621	22,675						
	Comp. gl 6122	21877	46484	6122	23381	-46895	12,244	45,258	-0,401	-9,8245	1134,227	12,244	-0,401	45,258						
1a	380C1F1 / 380C17056	124980	205651	17056	124980	-205651	34,112	249,96	0	0	12997,92	34,112	0	249,96	1a	0	33783,9	116,024	0	814,698
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17055	118872	197406	17055	118872	-197406	34,11	237,744	0	0	9985,248	34,11	0	237,744	Wind angle: 90 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C17053	111117	186995	17053	111117	-186995	34,106	222,234	0	0	7111,488	34,106	0	222,234						
Wind angle: 90 dgr	GW / rappe 2228	20429	32679	2228	20429	-32679	4,456	40,858	0	0	2104,468	4,456	0	40,858						
	Comp. gl 4620	31951	53373	4620	31951	-53373	9,24	63,902	0	0	1584,772	9,24	0	63,902						
1b	380C1F1 / 380C17036	79030	157020	17036	79030	-157020	34,072	158,06	0	0	8219,12	34,072	0	158,06	1b	0	21896,78	115,896	0	532,534
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036	78303	156430	17036	78303	-156430	34,072	156,606	0	0	6577,452	34,072	0	156,606	Wind angle: 90 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C17036	77410	155757	17036	77410	-155757	34,072	154,82	0	0	4954,24	34,072	0	154,82						
Wind angle: 90 dgr	GW / rappe 2225	10748	20825	2225	10748	-20825	4,45	21,496	0	0	1108,792	4,45	0	21,496						
	Comp. gl 4615	20776	41527	4615	20776	-41527	9,23	41,552	0	0	1037,176	9,23	0	41,552						
3	380C1F1 / 380C29380	123077	225028	29380	123077	-225028	58,76	246,154	0	0	12800,01	58,76	0	246,154	3	0	36870,14	232,126	0	908,716
Wind+nce, -5 dgr	380C1F2 / 380C29380	120807	226950	29380	120807	-226950	58,76	241,614	0	0	10147,79	58,76	0	241,614	Wind angle: 90 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C29379	118012	224428	29379	118012	-224428	58,758	236,024	0	0	7552,768	58,758	0	236,024						
Wind angle: 90 dgr	GW / rappe 9246	32450	58151	9246	32450	-58151	18,492	64,9	0	0	3351,472	18,492	0	64,9						
	Comp. gl 18878	60012	113159	18878	60012	-113159	37,356	120,024	0	0	3018,102	37,356	0	120,024						
4	380C1F1 / 380C20053	79334	157666	20053	79334	-157666	40,106	158,668	0	0	8250,736	40,106	0	158,668	4	0	22229,93	138,518	0	541,926
Construction/maintenance, +5 dg	380C1F2 / 380C20053	78680	157232	20053	78680	-157232	40,106	157,36	0	0	6609,12	40,106	0	157,36	Wind angle: 90 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C20053	77872	156743	20053	77872	-156743	40,106	155,744	0	0	4981,808	40,106	0	155,744						
Wind angle: 90 dgr	GW / rappe 2978	11840	23167	2978	11840	-23167	5,956	23,68	0	0	1222,247	5,956	0	23,68						
	Comp. gl 6122	23237	46803	6122	23237	-46803	12,244	46,474	0	0	1164,019	12,244	0	46,474						
1a	380C1F1 / 380C17057	130900	213662	17045	67119	-135061	34,102	198,019	78,601	4087,252	10296,99	34,102	78,601	198,019	1a	10203,48	27001,97	115,993	242,417	653,147
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17056	124305	204739	17045	66677	-134803	34,101	190,982	69,936	2937,312	8021,244	34,101	69,936	190,982	Wind angle: -45 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C17054	115909	193419	17045	66131	-134516	34,099	182,04	58,903	1884,896	5825,28	34,099	58,903	182,04						
Wind angle: -45 dgr	GW / rappe 2228	21514	34170	2226	9102	-17936	4,454	30,616	16,234	834,8172	1577,782	4,454	16,234	30,616						
	Comp. gl 4620	33459	55362	4617	18081	-36619	9,237	51,49	18,743	459,2035	1280,672	9,237	18,743	51,49						
1b	380C1F1 / 380C17037	79755	157640	17036	72547	-153803	34,073	152,302	3,837	199,524	7919,704	34,073	3,837	152,302	1b	482,1322	21144,31	115,897	11,223	514,624
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036	78948	156952	17036	72487	-153812	34,072	151,435	3,14	131,88	6360,27	34,072	3,14	151,435	Wind angle: -45 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C17036	77958	156163	17036	72410	-153824	34,072	150,368	2,339	74,848	4811,776	34,072	2,339	150,368						
Wind angle: -45 dgr	GW / rappe 2225	10900	20985	2225	9428	-19902	4,45	20,328	1,083	55,69219	1048,729	4,45	1,083	20,328						
	Comp. gl 4615	20946	41664	4615	19245	-40640	9,23	40,191	0,824	20,188	1003,832	9,23	0,824	40,191						
3	380C1F1 / 380C29381	125338	231339	29376	103058	-216048	58,757	228,394	15,291	795,132	11876,49	58,757	15,291	228,394	3	1912,332	34404,73	232,114	44,58	849,494
Wind+nce, -5 dgr	380C1F2 / 380C29380	122823	229863	29376	102881	-216055	58,756	225,704	12,808	537,936	9479,568	58,756	12,808	225,704	Wind angle: -45 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C29379	119728	225957	29376	102659	-216072	58,755	222,387	9,885	316,32	7116,384	58,755	9,885	222,387						
Wind angle: -45 dgr	GW / rappe 9247	33116	58719	9244	26385	-54955	18,491	59,501	3,764	193,5599	3073,833	18,491	3,764	59,501						
	Comp. gl 18879	60793	113667	18876	52715	-110835	37,355	113,508	2,832	69,384	2858,458	37,355	2,832	113,508						
4	380C1F1 / 380C20053	79986	158127	20053	73350	-155525	40,106	153,336	2,602	135,304	7973,472	40,106	2,602	153,336	4	311,9108	21536,17	138,518	7,188	525,406
Construction/maintenance, +5 dg	380C1F2 / 380C20053	79261	157616	20053	73291	-155536	40,106	152,552	2,08	87,36	6407,184	40,106	2,08	152,552	Wind angle: -45 dgr					
Permanent loads yqr= 1,2	380C1F3 / 380C20053	78368	157037	20053	73217	-155553	40,106	151,585	1,484	47,488	4850,72	40,106	1,484	151,585						
Wind angle: -45 dgr	GW / rappe 2978	11966	23269	2978	10709	-22648	5,956	22,675	0,621	31,9343	1170,566	5,956	0,621	22,675						
	Comp. gl 6122	23381	46885	6122	21877	-46484	12,244	45,258	0,401	9,8245	1134,227	12,244	0,401	45,258						
1a	380C1F1 / 380C12782	58467	111876	12782	58467	-111876	25,564	116,974	0	0	6082,648	25,564	0	116,974	1a	0	16151,74	86,952	0	392,344
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C12782	57534	110884	12782	57534	-110884	25,564	115,068	0	0	4832,856	25,564	0	115,068	Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads yqr=0,9	380C1F3 / 380C12781	56365	109729	12781	56365	-109729	25,562	112,73	0	0	3607,36	25,562	0	112,73						
Wind angle: 0 dgr	GW / rappe 1669	8291	15363	1669	8291	-15363	3,338	16,582	0	0	855,2496	3,338	0	16,582						
	Comp. gl 3462	15495	29838	3462	15495	-29838	6,924	30,99	0	0	773,6223	6,924	0	30,99						
1b	380C1F1 / 380C12774	59266	124389	12774	59266	-124389	25,548	118,532	0	0	6163,664	25,548	0	118,532	1b	0	16477,74	86,902	0	401,33
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C12774	59160	124371	12774	59160	-124371	25,548	118,32	0	0	4969,44	25,548	0	118,32	Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads yqr=0,9	380C1F3 / 380C12774	59026	124354	12774	59026	-124354	25,548	118,052	0	0	3777,664	25,548	0	118,052						
Wind angle: 0 dgr	GW / rappe 1668	7663	15950	1668	7663	-15950	3,336	15,326	0	0	790,6596	3,336	0	15,326						
	Comp. gl 3461	15550	32688	3461	15550	-32688	6,922	31,1	0	0	776,3132	6,922	0	31,1						
3	380C1F1 / 380C25109	93214	192328	25109	93214	-192328	50,218	186,428	0	0	9694,256	50,218	0	186,428	3	0	28637,1	203,06	0	710,346
Wind+nce, -5 dgr	380C1F2 / 380C25109	92068	192258	25109	92068	-192258	50,218	185,816	0	0	7804,272	50,218	0	185,816	Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads yqr=0,9	380C1F3 / 380C25109	92524	192190	25109	92524	-192190	50,218	185,048	0	0	5921,536	50,218	0	185,048						
Wind angle: 0 dgr	GW / rappe 8685	25852	52524	8685	25852	-52524	17,37	51,304	0	0	2651,458	17,37	0	51,304						
	Comp. gl 17518	50875

Permanent loads yg= 1,35	380C1/F3 / 380C12781	49433	106010	12781	49433	-106010	25,562	98,866	0	0	3163,712	25,562	0	98,866													
	GW / rqqve	1669	6441	13813	1669	6441	-13813	3,338	12,882	0	0	664,9808	3,338	0	12,882													
	Comp. gl	3462	13367	28666	3462	13367	-28666	6,924	26,734	0	0	669,3503	6,924	0	26,734													
1a	380C1/F1 / 380C12781	54545	108097	12792	126013	-203187	25,573	180,558	-95,09	-4944,68	9389,016	25,573	-95,09	180,558	1a	-12424,2	24506,54	86,982	-296,07	591,966							
Wind. 10 dgr	380C1/F2 / 380C12781	54030	107683	12791	119007	-193383	25,572	173,037	-85,7	-3599,4	7267,554	25,572	-85,7	173,037	Wind angle: 45 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C12781	53398	107211	12789	110005	-180763	25,57	163,403	-73,552	-2353,66	5228,896	25,57	-73,552	163,403													
Wind angle: 45 dgr	GW / rqqve	1669	7466	14428	1671	21038	-33151	3,34	28,504	-18,723	-962,812	1468,328	3,34	-18,723	28,504												
	Comp. gl	3462	14575	29100	3465	31889	-52105	6,927	46,464	-23,005	-563,623	1152,742	6,927	-23,005	46,464												
1b	380C1/F1 / 380C12774	58810	124344	12775	67185	-130687	25,549	125,995	-6,343	-329,836	6551,74	25,549	-6,343	125,995	1b	-802,859	17448,41	86,905	-18,788	424,385							
Wind, -20 dgr	380C1/F2 / 380C12774	58746	124344	12775	66217	-129653	25,549	124,963	-5,309	-222,978	5248,446	25,549	-5,309	124,963	Wind angle: 45 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C12774	58665	124348	12774	65032	-128446	25,548	123,697	-4,098	-131,136	3958,304	25,548	-4,098	123,697													
Wind angle: 45 dgr	GW / rqqve	1668	7574	15927	1669	9312	-17579	3,337	16,886	-1,652	-84,9524	870,8818	3,337	-1,652	16,886												
	Comp. gl	3461	15441	32682	3461	17403	-34068	6,922	32,844	-1,386	-33,957	819,0412	6,922	-1,386	32,844												
3	380C1/F1 / 380C25109	91902	191127	25114	116091	-211518	50,223	207,993	-19,391	-1008,33	10815,64	50,223	-19,391	207,993	3	-2404,78	31583,57	203,077	-56,131	780,918							
Wind+tox, -5 dgr	380C1/F2 / 380C25109	91720	192120	25113	113341	-208533	50,222	205,061	-16,413	-689,346	8612,562	50,222	-16,413	205,061	Wind angle: 45 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C25109	91490	192121	25112	109949	-204991	50,221	201,439	-12,87	-411,84	6446,048	50,221	-12,87	201,439													
Wind angle: 45 dgr	GW / rqqve	8685	25248	52517	8688	32173	-56698	17,373	57,421	-4,181	-215,004	2966,021	17,373	-4,181	57,421												
	Comp. gl	17518	50360	105786	17520	58644	-109062	35,038	109,004	-3,276	-80,262	2743,302	35,038	-3,276	109,004												
4	380C1/F1 / 380C15788	60818	128950	15789	68194	-132843	31,577	129,012	-4,193	-218,036	6708,624	31,577	-4,193	129,012	4	-508,161	18131,95	109,503	-11,794	442,39							
Construction/maintenance, +5 dg	380C1/F2 / 380C15788	60757	128857	15788	67364	-132105	31,576	128,121	-3,448	-144,816	5381,082	31,576	-3,448	128,121													
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C15788	60680	128668	15788	66345	-131256	31,576	127,025	-2,588	-82,816	4064,8	31,576	-2,588	127,025													
Wind angle: 45 dgr	GW / rqqve	2421	9084	19165	2421	10470	-20062	4,842	19,554	-0,897	-46,1273	1009,225	4,842	-0,897	19,554												
	Comp. gl	4966	18525	39296	4966	20153	-39964	9,932	38,678	-0,668	-16,366	968,2199	9,932	-0,668	38,678												
1a	380C1/F1 / 380C12791	119726	194390	12791	119726	-194390	25,582	239,452	0	0	12451,5	25,582	0	239,452	1a	0	32218,86	87,01	0	775,948							
Wind, 10 dgr	380C1/F2 / 380C12790	113193	185234	12790	113193	-185234	25,58	226,386	0	0	9508,212	25,58	0	226,386	Wind angle: 90 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C12789	104817	173489	12789	104817	-173489	25,578	209,634	0	0	6708,288	25,578	0	209,634													
Wind angle: 90 dgr	GW / rqqve	1671	19913	31574	1671	19913	-31574	3,342	39,826	0	0	2050,552	3,342	0	39,826												
	Comp. gl	3464	30325	49888	3464	30325	-49888	6,928	60,65	0	0	1500,301	6,928	0	60,65												
1b	380C1/F1 / 380C12775	66315	129755	12775	66315	-129755	25,55	132,63	0	0	6896,76	25,55	0	132,63	1b	0	18312,91	86,906	0	444,934							
Wind, -20 dgr	380C1/F2 / 380C12774	65444	128858	12774	65444	-128858	25,548	130,888	0	0	5497,296	25,548	0	130,888	Wind angle: 90 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C12774	64379	127815	12774	64379	-127815	25,548	128,758	0	0	4120,256	25,548	0	128,758													
Wind angle: 90 dgr	GW / rqqve	1669	9129	17354	1669	9129	-17354	3,338	18,258	0	0	941,4363	3,338	0	18,258												
	Comp. gl	3461	17200	33860	3461	17200	-33860	6,922	34,4	0	0	857,1632	6,922	0	34,4												
3	380C1/F1 / 380C25113	113619	208830	25113	113619	-208830	50,226	227,238	0	0	11816,38	50,226	0	227,238	3	0	34226,13	203,09	0	844,288							
Wind+tox, -5 dgr	380C1/F2 / 380C25112	111132	206207	25112	111132	-206207	50,224	222,264	0	0	9335,088	50,224	0	222,264	Wind angle: 90 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C25112	108069	201109	25112	108069	-203109	50,224	216,138	0	0	6916,416	50,224	0	216,138													
Wind angle: 90 dgr	GW / rqqve	8688	31486	56084	8688	31486	-56084	17,376	62,972	0	0	3251,478	17,376	0	62,972												
	Comp. gl	17520	57838	108499	17520	57838	-108499	35,04	115,676	0	0	2906,77	35,04	0	115,676												
4	380C1/F1 / 380C15788	67448	132178	15788	67448	-132178	31,576	134,896	0	0	7014,592	31,576	0	134,896	4	0	18893,7	109,502	0	460,504							
Construction/maintenance, +5 dg	380C1/F2 / 380C15788	66700	131544	15788	66700	-131544	31,576	133,4	0	0	5602,8	31,576	0	133,4	Wind angle: 90 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C15788	65782	130818	15788	65782	-130818	31,576	131,564	0	0	4210,048	31,576	0	131,564													
Wind angle: 90 dgr	GW / rqqve	2421	10329	19926	2421	10329	-19926	4,842	20,658	0	0	1065,997	4,842	0	20,658												
	Comp. gl	4966	19993	39847	4966	19993	-39847	9,932	39,986	0	0	1000,266	9,932	0	39,986												
1a	380C1/F1 / 380C12792	126013	203187	12791	54545	-108097	25,573	180,558	95,09	4944,68	9389,016	25,573	95,09	180,558	1a	12424,18	24506,54	86,982	296,07	591,966							
Wind, 10 dgr	380C1/F2 / 380C12791	119007	193383	12781	54030	-107683	25,572	173,037	85,7	3599,4	7267,554	25,572	85,7	173,037	Wind angle: -45 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C12789	110005	180763	12781	53398	-107211	25,57	163,403	73,552	2353,664	5228,896	25,57	73,552	163,403													
Wind angle: -45 dgr	GW / rqqve	1671	21038	33151	1669	7466	-14428	3,34	28,504	18,723	962,8116	1468,328	3,34	18,723	28,504												
	Comp. gl	3465	31889	52105	3462	14575	-29100	6,927	46,464	23,005	563,6225	1152,742	6,927	23,005	46,464												
1b	380C1/F1 / 380C12775	67185	130687	12774	58810	-124344	25,549	125,995	6,343	329,836	6551,74	25,549	6,343	125,995	1b	802,8594	17448,41	86,905	18,788	424,385							
Wind, -20 dgr	380C1/F2 / 380C12775	66217	129653	12774	58746	-124344	25,549	124,963	5,309	222,978	5248,446	25,549	5,309	124,963	Wind angle: -45 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C12774	65032	128446	12774	58665	-124348	25,548	123,697	4,098	131,136	3958,304	25,548	4,098	123,697													
Wind angle: -45 dgr	GW / rqqve	1669	9312	17579	1668	7574	-15927	3,337	16,886	1,652	84,95245	870,8818	3,337	1,652	16,886												
	Comp. gl	3461	17403	34068	3461	15441	-32682	6,922	32,844	1,386	33,957	819,0412	6,922	1,386	32,844												
3	380C1/F1 / 380C25114	116091	211518	25109	91902	-192127	50,223	207,993	19,391	1008,332	10815,64	50,223	19,391	207,993	3	2404,784	31583,57	203,077	56,131	780,918							
Wind+tox, -5 dgr	380C1/F2 / 380C25113	113341	208533	25109	91720	-192120	50,222	205,061	16,413	689,346	8612,562	50,222	16,413	205,061	Wind angle: -45 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C25112	109949	204991	25109	91490	-192121	50,221	201,439	12,87	411,84	6446,048	50,221	12,87	201,439													
Wind angle: -45 dgr	GW / rqqve	8688	32173	56698	8685	25248	-52517	17,373	57,421	4,181	215,0037	2966,021	17,373	4,181	57,421												
	Comp. gl	17520	58644	109062	17518	50360	-105786	35,038	109,004	3,276	80,262	2743,302	35,038	3,276	109,004												
4	380C1/F1 / 380C15789	68194	132843	15788	60818	-128850	31,577	129,012	4,193	218,036	6708,624	31,577	4,193	129,012	4	508,1613	18131,95	109,503	11,794	442,39							
Construction/maintenance, +5 dg	380C1/F2 / 380C15788	67364	132105	15788	60757	-128857	31,576	128,121	3,448	144,816	5381,082	31,576	3,448	128,121	Wind angle: -45 dgr												
Permanent loads yg=0,9	380C1/F3 / 380C15788	65545	131256	15788	60680	-128668	31,576	127,025	2,588	82,816	4064,8	31,576	2,588	127,025													
Wind angle: -45 dgr	GW / rqqve	2421	10470	20062	2421	9084	-19165	4,842	19,554	0,897	46,12733	1009,225	4,842	0,897	19,554												
	Comp. gl	4966	20153	39964	4966	18525	-39296	9,932	38,678	0,668	16,366	968,2199	9,932	0,668	38,678												

W2H400+5 08 - N1

Hoogte mast 52 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3) 26 m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / t_{Hmast} -	0,576 m =	51,424 m		0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m +	52 m		0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m +	42 m		0 m
3e traverse - 380C1F3		32 m		0 m
Passieve lijn = Comp C.F3 -	7,5 m =	24,5 m		2,075 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N [kN]	V [kN]	M [kNm]
327	85	2159

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin [kN]	Nmax [kN]	Vmax [kN]	Mlangs;max [kNm]	Mdwars;max [kNm]
43	71	627	25589	13974

Belastingen uit lijnen

			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	1a	18731	9180	58	457	224
		1b	21402	10125	58	522	247
		3	23126	11212	71	568	275
		4	21340	10099	67	522	247
		6	20547	9594	65	502	234
	45 deg	1a	18670	9002	58	456	219
		1b	21408	10081	58	522	246
		3	23095	11056	71	568	271
		4	21349	10057	67	522	246
	90 deg	1a	21715	12135	58	527	294
		1b	21630	10712	58	527	261
		3	25252	13675	71	619	334
		4	21488	10649	67	525	260
	-45 deg	1a	22159	12492	58	538	302
		1b	21678	10780	58	529	262
		3	**25589**	**13974**	**71**	**627**	**342**
		4	21523	10712	67	526	261
Perm load 0,9	0 deg	1a	14902	7392	43	364	180
		1b	17288	8203	**43**	422	200
		3	19386	9465	56	477	232
		4	17562	8334	52	430	204
		6	**14770**	**6896**	43	**361**	**168**
	45 deg	1a	14790	7190	43	361	175
		1b	17288	8158	**43**	422	199
		3	19326	9296	56	476	228
		4	17567	8290	52	430	202
	90 deg	1a	18985	10859	43	460	262
		1b	17697	8875	**43**	431	216
		3	22235	12265	56	545	300
		4	17827	8939	52	436	218
	-45 deg	1a	19539	11268	43	473	272
		1b	17772	8956	**43**	433	218
		3	22658	12604	56	555	308
		4	17881	9010	52	437	220

Belasting uit mast

N	V	M
327	85	2159
327	16	405
327	24	607
327	16	405
327	85	2159
327	16	405
327	24	607
327	16	405
327	85	2159
327	16	405
327	24	607
327	16	405
327	85	2159
327	16	405
327	24	607
327	16	405
245	85	2159
245	16	405
245	24	607
245	16	405
245	85	2159
245	16	405
245	24	607
245	16	405
245	85	2159
245	16	405
245	24	607
245	16	405
245	85	2159
245	16	405
245	24	607
245	16	405

Totaal

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	20890	9180	385	542	224	22818,53
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	21807	10125	385	538	247	24042,5
3	Perm load 1,2	0 deg	3	23733	11212	398	592	275	26248,49
4	Perm load 1,2	0 deg	4	21745	10099	394	538	247	23975,91
5	Perm load 1,2	0 deg	6						
6									
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	20197	10528	385	516	279	22776,05
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	21694	10368	385	534	257	24043,9
9	Perm load 1,2	45 deg	3	23524	11485	398	584	288	26178,06
10	Perm load 1,2	45 deg	4	21635	10343	394	533	257	23980,05
11									
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379	25997,25
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	21630	11117	385	527	277	24319,37
14	Perm load 1,2	90 deg	3	25252	14283	398	619	358	29011,31
15	Perm load 1,2	90 deg	4	Construct	21488	11054	394	525	276	24164,19
16									
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	23686	14019	385	598	362	27523,45
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	21964	11067	385	540	274	24594,94
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358	29739,43
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	21810	10998	394	537	272	24425,71
21									
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	17061	7392	289	449	180	18593,33
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	17693	8203	289	438	200	19502,06
24	Perm load 0,9	0 deg	3	19993	9465	302	501	232	22119,89
25	Perm load 0,9	0 deg	4	17967	8334	298	446	204	19805,75
26	Perm load 0,9	0 deg	6						
27									
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	16317	8716	289	421	235	18498,9
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	17574	8444	289	433	210	19497,65
30	Perm load 0,9	45 deg	3	19755	9725	302	493	245	22019,07
31	Perm load 0,9	45 deg	4	Construct	17853	8577	298	441	214	19806,14
32									
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	18985	13018	289	460	347	23019,83
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	17697	9280	289	431	232	19982,02
35	Perm load 0,9	90 deg	3	22235	12873	302	545	324	25692,11
36	Perm load 0,9	90 deg	4	17827	9344	298	436	234	20127,45
37									
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	21066	12794	289	533	332	24647
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	18059	9242	289	444	229	20286,37
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	23087	13033	302	572	325	26511,66
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	18167	9297	298	448	231	20407,83
			Max	26019	14403	398	644	379	29739

samenvatting

	Mast	Bijlage		Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
12	W2H400+508-N1		Perm load	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
19	W2H400+508-N1		Perm load	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358

W2H400+ TOWER **APPENDIN1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK			Totaal Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]
	Attachmer	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]			
1a	380C1F1	17045	65978	134443	0	0	0	17,045	65,978	134,443
Wind, 10 dgr	380C1F2	17045	65655	134298	0	0	0	17,045	65,655	134,298
Permanent loads yg=	380C1F3	17045	65254	134141	0	0	0	17,045	65,254	134,141
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2226	8869	17762	0	0	0	2,226	8,869	17,762
	Comp. gl	4617	17812	36487	0	0	0	4,617	17,812	36,487
1b	380C1F1	17036	72723	153787	0	0	0	17,036	72,723	153,787
Wind, -20 dgr	380C1F2	17036	72647	153793	0	0	0	17,036	72,647	153,793
Permanent loads yg=	380C1F3	17036	72551	153803	0	0	0	17,036	72,551	153,803
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2225	9461	19903	0	0	0	2,225	9,461	19,903
	Comp. gl	4615	19287	40835	0	0	0	4,615	19,287	40,835
3	380C1F1	19802	77768	160718	0	0	0	19,802	77,768	160,718
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2	19802	77517	160650	0	0	0	19,802	77,517	160,65
Permanent loads yg=	380C1F3	19802	77203	160581	0	0	0	19,802	77,203	160,581
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3796	14234	28538	0	0	0	3,796	14,234	28,538
	Comp. gl	7762	28198	57773	0	0	0	7,762	28,198	57,773
4	380C1F1	19451	71802	151812	0	0	0	19,451	71,802	151,812
Construction/mainte	380C1F2	19451	71728	151822	0	0	0	19,451	71,728	151,822
Permanent loads yg=	380C1F3	19451	71635	151838	0	0	0	19,451	71,635	151,838
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2828	10310	21723	0	0	0	2,828	10,31	21,723
	Comp. gl	5821	21063	44642	0	0	0	5,821	21,063	44,642
6	380C1F1	19177	68716	147362	0	0	0	19,177	68,716	147,362
Permanent, +10 dgr	380C1F2	19177	68716	147362	0	0	0	19,177	68,716	147,362
Permanent loads yg=	380C1F3	19177	68716	147362	0	0	0	19,177	68,716	147,362
	GW / opgw	2505	9033	19371	0	0	0	2,505	9,033	19,371
	Comp. gl	5195	18706	40116	0	0	0	5,195	18,706	40,116
1a	380C1F1	17045	64613	133947	0	0	0	17,045	64,613	133,947
Wind, 10 dgr	380C1F2	17045	64427	133907	0	0	0	17,045	64,427	133,907
Permanent loads yg=	380C1F3	17045	64193	133866	0	0	0	17,045	64,193	133,866
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2226	8595	17608	0	0	0	2,226	8,595	17,608
	Comp. gl	4617	17489	36384	0	0	0	4,617	17,489	36,384
1b	380C1F1	17036	72393	153827	0	0	0	17,036	72,393	153,827
Wind, -20 dgr	380C1F2	17036	72346	153837	0	0	0	17,036	72,346	153,837
Permanent loads yg=	380C1F3	17036	72286	153850	0	0	0	17,036	72,286	153,85
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	9399	19903	0	0	0	2,225	9,399	19,903
	Comp. gl	4615	19208	40847	0	0	0	4,615	19,208	40,847
3	380C1F1	19802	76696	160509	0	0	0	19,802	76,696	160,509
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2	19802	76547	160498	0	0	0	19,802	76,547	160,498
Permanent loads yg=	380C1F3	19802	76360	160493	0	0	0	19,802	76,36	160,493
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3796	13832	28363	0	0	0	3,796	13,832	28,363
	Comp. gl	7762	27716	57669	0	0	0	7,762	27,716	57,669
4	380C1F1	19451	71480	151870	0	0	0	19,451	71,48	151,87
Construction/mainten	380C1F2	19451	71434	151881	0	0	0	19,451	71,434	151,881
Permanent loads yg=	380C1F3	19451	71375	151896	0	0	0	19,451	71,375	151,896
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2828	10251	21731	0	0	0	2,828	10,251	21,731
	Comp. gl	5821	20986	44660	0	0	0	5,821	20,986	44,66
1a	380C1F1	17049	88694	157786	0	0	0	17,049	88,694	157,786
Wind, 10 dgr	380C1F2	17048	85924	154369	0	0	0	17,048	85,924	154,369
Permanent loads yg=	380C1F3	17048	82496	150248	0	0	0	17,048	82,496	150,248
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2227	13529	23228	0	0	0	2,227	13,529	23,228
	Comp. gl	4618	23161	41797	0	0	0	4,618	23,161	41,797
1b	380C1F1	17036	77213	155617	0	0	0	17,036	77,213	155,617
Wind, -20 dgr	380C1F2	17036	76684	155257	0	0	0	17,036	76,684	155,257
Permanent loads yg=	380C1F3	17036	76032	154852	0	0	0	17,036	76,032	154,852
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2225	10368	20455	0	0	0	2,225	10,368	20,455
	Comp. gl	4615	20350	41219	0	0	0	4,615	20,35	41,219
3	380C1F1	19805	94794	175433	0	0	0	19,805	94,794	175,433
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2	19805	92704	173118	0	0	0	19,805	92,704	173,118
Permanent loads yg=	380C1F3	19804	90133	170380	0	0	0	19,804	90,133	170,38
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3797	20828	35526	0	0	0	3,797	20,828	35,526
	Comp. gl	7763	35850	64466	0	0	0	7,763	35,85	64,466
4	380C1F1	19451	76022	153058	0	0	0	19,451	76,022	153,058
Construction/mainten	380C1F2	19451	75535	152787	0	0	0	19,451	75,535	152,787
Permanent loads yg=	380C1F3	19451	74931	152486	0	0	0	19,451	74,931	152,486
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2828	11112	22051	0	0	0	2,828	11,112	22,051
	Comp. gl	5821	22032	44825	0	0	0	5,821	22,032	44,825
1a	380C1F1	17049	91433	161228	0	0	0	17,049	91,433	161,228
Wind, 10 dgr	380C1F2	17049	88385	157402	0	0	0	17,049	88,385	157,402
Permanent loads yg=	380C1F3	17048	84603	152765	0	0	0	17,048	84,603	152,765
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2227	14071	23957	0	0	0	2,227	14,071	23,957
	Comp. gl	4618	23814	42605	0	0	0	4,618	23,814	42,605
1b	380C1F1	17036	77740	155999	0	0	0	17,036	77,74	155,999
Wind, -20 dgr	380C1F2	17036	77154	155575	0	0	0	17,036	77,154	155,575
Permanent loads yg=	380C1F3	17036	76433	155096	0	0	0	17,036	76,433	155,096
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2225	10478	20558	0	0	0	2,225	10,478	20,558
	Comp. gl	4615	20473	41302	0	0	0	4,615	20,473	41,302
3	380C1F1	19806	96873	177802	0	0	0	19,806	96,873	177,802
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2	19805	94560	175171	0	0	0	19,805	94,56	175,171
Permanent loads yg=	380C1F3	19805	91711	172045	0	0	0	19,805	91,711	172,045
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3798	21594	36481	0	0	0	3,798	21,594	36,481
	Comp. gl	7764	36772	65513	0	0	0	7,764	36,772	65,513
4	380C1F1	19451	76507	153348	0	0	0	19,451	76,507	153,348
Construction/mainten	380C1F2	19451	75968	153026	0	0	0	19,451	75,968	153,026
Permanent loads yg=	380C1F3	19451	75302	152666	0	0	0	19,451	75,302	152,666
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2828	11206	22119	0	0	0	2,828	11,206	22,119
	Comp. gl	5821	22141	44877	0	0	0	5,821	22,141	44,877
1a	380C1F1	12781	53222	107088	0	0	0	12,781	53,222	107,088
Wind, 10 dgr	380C1F2	12781	52851	106842	0	0	0	12,781	52,851	106,842
Permanent loads yg=	380C1F3	12781	52394	106564	0	0	0	12,781	52,394	106,564
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1669	7191	14164	0	0	0	1,669	7,191	14,164
	Comp. gl	3462	14265	28881	0	0	0	3,462	14,265	28,881
1b	380C1F1	12774	58997	124352	0	0	0	12,774	58,997	124,352
Wind, -20 dgr	380C1F2	12774	58915	124346	0	0	0	12,774	58,915	124,346
Permanent loads yg=	380C1F3	12774	58813	124344	0	0	0	12,774	58,813	124,344
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1668	7610	15934	0	0	0	1,668	7,61	15,934
	Comp. gl	3461	15485	32682	0	0	0	3,461	15,485	32,682
3	380C1F1	15538	65149	133659	0	0	0	15,538	65,149	133,659
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2	15538	64872	133536	0	0	0	15,538	64,872	133,536
Permanent loads yg=	380C1F3	15538	64529	133402	0	0	0	15,538	64,529	133,402
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3239	12761	25380	0	0	0	3,239	12,761	25,38
	Comp. gl	6606	25101	51132	0	0	0	6,606	25,101	51,132
4	380C1F1	15186	59156	124693	0	0	0	15,186	59,156	124,693
Construction/mainte	380C1F2	15186	59079	124696	0	0	0	15,186	59,079	124,696
Permanent loads yg=	380C1F3	15186	58981	124702	0	0	0	15,186	58,981	124,702

Belastingen op mastvoet, per lijn

	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a	6991,036	3430,856	17,045	134,443	65,978
	5640,516	2757,51	17,045	134,298	65,655
	4292,512	2088,128	17,045	134,141	65,254
	913,3931	457,7712	2,226	17,762	8,869
	893,9315	445,9743	4,617	36,487	17,812
1b	7996,924	3781,596	17,036	153,787	72,723
	6459,306	3051,174	17,036	153,793	72,647
	4921,696	2321,632	17,036	153,803	72,551
	1023,492	488,2135	2,225	19,903	9,461
	1000,458	482,1076	4,615	40,835	19,287
3	8357,336	4043,936	19,802	160,718	77,768
	6747,3	3255,714	19,802	160,65	77,517
	5138,592	2470,496	19,802	160,581	77,203
	1467,538	734,8542	3,796	28,538	14,234
	1415,439	706,9572	7,762	57,773	28,198
4	7894,224	3733,704	19,451	151,812	71,802
	6376,524	3012,576	19,451	151,822	71,728
	4858,816	2292,32	19,451	151,838	71,635
	1117,084	532,3307	2,828	21,723	10,31
	1093,729	528,1221	5,821	44,642	21,063
6	7662,824	3573,232	19,177	147,362	68,716
	6189,204	2886,072	19,177	147,362	68,716
	4715,584	2198,912	19,177	147,362	68,716
	996,1343	466,4168	2,505	19,371	9,033
	982,842	469,0766	5,195	40,116	18,706
1a	6965,244	3359,876	17,045	133,947	64,613
	5624,094	2705,934	17,045	133,907	64,427
	4283,712	2054,176	17,045	133,866	64,193
	905,4738	443,681	2,226	17,608	8,595
	891,408	438,0608	4,617	36,384	17,489
1b	7999,004	3764,436	17,036	153,827	72,393
	6461,154	3038,532	17,036	153,837	72,346
	4923,2	2313,152	17,036	153,85	72,286
	1023,492	485,0252	2,225	19,903	9,399
	1000,752	480,1721	4,615	40,847	19,208
3	8346,468	3988,192	19,802	160,509	76,696
	6740,916	3214,974	19,802	160,498	76,547
	5135,776	2443,52	19,802	160,493	76,36
	1458,539	714,1817	3,796	28,363	13,832
	1412,891	695,1482	7,762	57,669	27,716
4	7897,24	3716,96	19,451	151,87	71,48
	6379,002	3000,228	19,451	151,881	71,434
	4860,672	2284	19,451	151,896	71,375
	1117,495	529,2967	2,828	21,731	10,251
	1094,17	526,2356	5,821	44,66	20,986
1a	8204,872	4612,088	17,049	157,786	88,694
	6483,498	3608,808	17,048	154,369	85,924
	4807,936	2639,872	17,048	150,248	82,496
	1194,477	697,4078	2,227	23,228	13,529
	1024,027	577,0269	4,618	41,797	23,161
1b	8092,084	4015,076	17,036	155,617	77,213
	6520,794	3220,728	17,036	155,257	76,684
	4955,264	2431,024	17,036	154,852	76,032
	1051,878	534,855	2,225	20,455	10,368
	1009,866	508,1511	4,615	41,219	20,35
3	9122,516	4929,288	19,805	175,433	94,794
	7270,956	3893,568	19,805	173,118	92,704
	5452,16	2884,256	19,804	170,38	90,133
	1826,889	1073,945	3,797	35,526	20,828
	1579,417	894,4332	7,763	64,466	35,85
4	7959,016	3953,144	19,451	153,058	76,022
	6417,054	3172,47	19,451	152,787	75,535
	4879,552	2397,792	19,451	152,486	74,931
	1133,951	573,5728	2,828	22,051	11,112
	1098,213	551,8626	5,821	44,825	22,032
1a	8383,856	4754,516	17,049	161,228	91,433
	6610,884	3712,17	17,049	157,402	88,385
	4888,48	2707,296	17,048	152,765	84,603
	1231,965	725,2796	2,227	23,957	14,071
	1043,823	593,0254	4,618	42,605	23,814
1b	8111,948	4042,48	17,036	155,999	77,74
	6534,15	3240,468	17,036	155,575	77,154
	4963,072	2445,856	17,036	155,096	76,433
	1057,175	540,5117	2,225	20,558	10,478
	1011,899	511,1646	4,615	41,302	20,473
3	9245,704	5037,396	19,806	177,802	96,873
	7357,182	3971,52	19,805	175,171	94,56
	5505,44	2934,752	19,805	172,045	91,711
	1875,999	1113,336	3,798	36,481	21,594
	1605,069	917,0243	7,764	65,513	36,772
4	7974,096	3978,364	19,451	153,348	76,507
	6427,092	3190,656	19,451	153,026	75,968
	4885,312	2409,664	19,451	152,666	75,302
	1137,447	578,4066	2,828	22,119	11,206
	1099,487	554,5331	5,821	44,877	22,141
1a	5568,576	2767,544	12,781	107,088	53,222
	4487,364	2219,742	12,781	106,842	52,851
	3410,048	1676,608	12,781	106,564	52,394
	728,3695	371,0584	1,669	14,164	7,191
	707,5845	356,6762	3,462	28,881	14,265
1b	6466,304	3067,844	12,774	124,352	58,997
	5222,532	2474,43	12,774	124,346	58,915
	3979,008	1882,016	12,774	124,344	58,813
	819,39	392,6043	1,668	15,934	7,61
	800,709	386,5641	3,461	32,682	15,485
3	6950,268	3387,748	15,538	133,659	65,149
	5608,512	2724,624	15,538	133,536	64,872
	4268,864	2064,928	15,538	133,402	64,529
	1305,141	658,6833	3,239	25,38	12,761
	1252,734	628,682	6,606	51,132	25,101
4	6484,036	3076,112	15,186	124,693	59,156
	5237,232	2481,318	15,186	124,696	59,079
	3990,464	1887,392	15,186	124,702	58,981

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a	18731,39	9180,239	57,978	457,131	223,568	
Wind angle: 0 dgr						
1b	21401,88	10124,72	57,948	522,121	246,669	
Wind angle: 0 dgr						
3	23126,2	11211,96	70,964	568,26	274,92	
Wind angle: 0 dgr						
4	21340,38	10099,05	67,002	521,837	246,538	
Wind angle: 0 dgr						
6	20546,59	9593,709	65,231	501,573	233,887	
0						
1a	18669,93	9001,728	57,978	455,712	219,317	
Wind angle: 45 dgr						
1b	21407,6	10081,32	57,948	522,264	245,632	
Wind angle: 45 dgr						
3	23094,59	11056,02	70,964	567,532	271,151	
Wind angle: 45 dgr						
4	21348,58	10056,72	67,002	522,038	245,526	
Wind angle: 45 dgr						
1a	21714,81	12135,2	57,99	527,428	293,804	
Wind angle: 90 dgr						
1b	21629,89	10711,83	57,948	527,4	260,647	
Wind angle: 90 dgr						
3	25251,94	13675,49	70,974	618,923	334,309	
Wind angle: 90 dgr						
4	21487,79	10648,84	67,002	525,207	259,632	
Wind angle: 90 dgr						
1a	22159,01	12492,29	57,991	537,957	302,306	
Wind angle: -45 dgr						
1b	21678,24	10780,48	57,948	528,53	262,278	
Wind angle: -45 dgr						
3	25589,39	13974,03	70,978	627,012	341,51	
Wind angle: -45 dgr						
4	21523,43	10711,62	67,002	526,036	261,124	
Wind angle: -45 dgr						
1a	14901,94	7391,629	43,474	363,539	179,923	
Wind angle: 0 dgr						
1b	17287,94	8203,458	43,451	421,658	199,82	
Wind angle: 0 dgr						
3	19385,52	9464,665	56,459	477,109	232,412	
Wind ang

| | | |

W2H400+S 08 - N2

Hoogte mast 52 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3) 26 m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Blikvemdraad + GW / $C_{H,dyn,x}$ -	0,576 m =	51,424 m		0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	52 m		0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	42 m		0 m
3e traverse - 380C1F3		32 m		0 m
Passieve lijn = Comp C. F3 -	7,5 m =	24,5 m		2,075 m

Uit mast / Uit lijnen

ULS (incl bel factoren) / SLS

	N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;max	Mdwars;max
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Sheet 08 - N	793	122	3544	97	174	713	6438	28917

-173- 74100706-ETD/POL 12-00138 REV 003

W2H400+ TOWER **APPENDI N2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15

	Attachmer	AHEAD [N]	[N]	[N]	BACK [N]	[N]
1a	380C1F1 / 14202	58927	117336	14202	58927	-117336
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 14202	58429	116970	14202	58429	-116970
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14202	57816	116556	14202	57816	-116556
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	1855	8041	15633	1855	8041	-15633
	Comp. gl	3847	15792	31671	3847	15792	-31671
1b	380C1F1 / 14194		63543	134464	14194	63543	-134464
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 14194		63480	134467	14194	63480	-134467
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14194		63399	134474	14194	63399	-134474
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	1854	8213	17290	1854	8213	-17290
	Comp. gl	3845	16749	35479	3845	16749	-35479
3	380C1F1 / 22419		84618	176416	22419	84618	-176416
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 22419		84425	176396	22419	84425	-176396
Permanent loads yg=	380C1F3 / 22419		84184	176381	22419	84184	-176381
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	6530	20638	42602	6530	20638	-42602
	Comp. gl	13213	41150	85996	13213	41150	-85996
4	380C1F1 / 16206		62101	131369	16206	62101	-131369
Construction/mainter	380C1F2 / 16206		62039	131376	16206	62039	-131376
Permanent loads yg=	380C1F3 / 16206		61960	131388	16206	61960	-131388
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	2356	8891	18744	2356	8891	-18744
	Comp. gl	4850	18179	38547	4850	18179	-38547
1a	380C1F1 / 14202		56851	116000	14208	98189	-165882
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 14202		56574	115867	14208	93717	-159769
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14202		56231	115721	14207	88077	-152129
Wind angle: 45 dgr	GW / opgv	1855	7613	15270	1856	15816	-25944
	Comp. gl	3847	15304	31383	3849	25141	-43062
1b	380C1F1 / 14195		67360	136149	14195	67360	-136149
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 14195		66908	135825	14195	66908	-135825
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14195		66351	135458	14195	66351	-135458
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	1854	8986	17788	1854	8986	-17788
	Comp. gl	3846	17650	35833	3846	17650	-35833
3	380C1F1 / 22421		96941	184679	22421	96941	-184679
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 22420		95445	183276	22420	95445	-183276
Permanent loads yg=	380C1F3 / 22420		93807	181648	22420	93807	-181648
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	6531	24509	44940	6531	24509	-44940
	Comp. gl	13214	45753	87767	13214	45753	-87767
4	380C1F1 / 16207		65672	132524	16207	65672	-132524
Construction/mainter	380C1F2 / 16207		65257	132281	16207	65257	-132281
Permanent loads yg=	380C1F3 / 16206		64744	132009	16206	64744	-132009
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	2356	9570	19041	2356	9570	-19041
	Comp. gl	4850	18997	38722	4850	18997	-38722
1a	380C1F1 / 14208		98189	165882	14202	56851	-116000
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 14208		93717	159769	14202	56574	-115867
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14207		88077	152129	14202	56231	-115721
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	1856	15816	25944	1855	7613	-15270
	Comp. gl	3849	25141	43062	3847	15304	-31383
1b	380C1F1 / 14195		67811	136493	14194	63266	-134493
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 14195		67309	136112	14194	63227	-134500
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14195		66693	135679	14194	63177	-134510
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	1854	9080	17879	1854	8160	-17289
	Comp. gl	3846	17755	35908	3845	16682	-35488
3	380C1F1 / 22421		98433	186136	22419	83790	-176382
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 22421		96774	184519	22419	83673	-176389
Permanent loads yg=	380C1F3 / 22420		94735	182634	22419	83526	-176403
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	6531	24969	45353	6530	20371	-42601
	Comp. gl	13214	46287	88135	13213	40808	-86040
4	380C1F1 / 16207		66084	132786	16206	61831	-131414
Construction/mainter	380C1F2 / 16207		65626	132496	16206	61792	-131422
Permanent loads yg=	380C1F3 / 16207		65059	132172	16206	61743	-131435
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	2356	9651	19102	2356	8841	-18749
	Comp. gl	4850	19090	38769	4850	18115	-38561

Totaal

	Vert	Dwars	Langs
	[kN]	[kN]	[kN]
	28,404	117,854	0
	28,404	116,858	0
	28,404	115,632	0
	3,71	16,082	0
	7,694	31,584	0
	28,388	127,086	0
	28,388	126,96	0
	28,388	126,798	0
	3,708	16,426	0
	7,69	33,498	0
	44,838	169,236	0
	44,838	168,85	0
	44,838	168,368	0
	13,06	41,276	0
	26,426	82,3	0
	32,412	124,202	0
	32,412	124,078	0
	32,412	123,92	0
	4,712	17,782	0
	9,7	36,358	0
	28,41	155,04	-49,882
	28,41	150,291	-43,902
	28,409	144,308	-36,408
	3,711	23,429	-10,674
	7,696	40,445	-11,679
	28,389	131,077	-2
	28,389	130,536	-1,612
	28,389	129,87	-1,169
	3,708	17,24	-0,59
	7,691	34,437	-0,42
	44,84	182,223	-9,754
	44,84	180,447	-8,13
	44,839	178,261	-6,231
	13,061	45,34	-2,752
	26,427	87,095	-2,095
	32,413	127,915	-1,372
	32,413	127,418	-1,074
	32,413	126,802	-0,737
	4,712	18,492	-0,353
	9,7	37,205	-0,208
	28,416	188,346	0
	28,414	180,12	0
	28,412	169,778	0
	3,712	30,124	0
	7,696	48,33	0
	28,39	134,72	0
	28,39	133,816	0
	28,39	132,702	0
	3,708	17,972	0
	7,692	35,3	0
	44,842	193,882	0
	44,84	190,89	0
	44,84	187,214	0
	13,062	49,018	0
	26,428	91,506	0
	32,414	131,344	0
	32,414	130,514	0
	32,412	129,488	0
	4,712	19,14	0
	9,7	37,994	0
	28,41	155,04	49,882
	28,41	150,291	43,902
	28,409	144,308	36,408
	3,711	23,429	10,674
	7,696	40,445	11,679
	28,389	131,077	2
	28,389	130,536	1,612
	28,389	129,87	1,169
	3,708	17,24	0,59
	7,691	34,437	0,42
	44,84	182,223	9,754
	44,84	180,447	8,13
	44,839	178,261	6,231
	13,061	45,34	2,752
	26,427	87,095	2,095
	32,413	127,915	1,372
	32,413	127,418	1,074
	32,413	126,802	0,737
	4,712	18,492	0,353
	9,7	37,205	0,208

Belastingen op mastvoet, per lijn

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
		0	6128,408	28,404	0	117,854
		0	4908,036	28,404	0	116,858
		0	3700,224	28,404	0	115,632
		0	829,8204	3,71	0	16,082
		0	789,7731	7,694	0	31,584
		0	6608,472	28,388	0	127,086
		0	5332,32	28,388	0	126,96
		0	4057,536	28,388	0	126,798
		0	847,5087	3,708	0	16,426
		0	836,6578	7,69	0	33,498
		0	8800,272	44,838	0	169,236
		0	7091,7	44,838	0	168,85
		0	5387,776	44,838	0	168,368
		0	2132,503	13,06	0	41,276
		0	2071,184	26,426	0	82,3
		0	6458,504	32,412	0	124,202
		0	5211,276	32,412	0	124,078
		0	3965,44	32,412	0	123,92
		0	918,0027	4,712	0	17,782
		0	910,8985	9,7	0	36,358
		-2593,86	8062,08	28,41	-49,882	155,04
		-1843,88	6312,222	28,41	-43,902	150,291
		-1165,06	4617,856	28,409	-36,408	144,308
		-548,9	1207,633	3,711	-10,674	23,429
		-286,136	1006,872	7,696	-11,679	40,445
		-104	6816,004	28,389	-2	131,077
		-67,704	5482,512	28,389	-1,612	130,536
		-37,408	4155,84	28,389	-1,169	129,87
		-30,3402	889,3678	3,708	-0,59	17,24
		-10,29	859,6653	7,691	-0,42	34,437
		-507,208	9475,596	44,84	-9,754	182,223
		-341,46	7578,774	44,84	-8,13	180,447
		-199,392	5704,352	44,839	-6,231	178,261
		-141,519	2341,491	13,061	-2,752	45,34
		-51,3275	2188,664	26,427	-2,095	87,095
		-71,344	6651,58	32,413	-1,372	127,915
		-45,108	5351,556	32,413	-1,074	127,418
		-23,584	4057,664	32,413	-0,737	126,802
		-18,1527	954,5137	4,712	-0,353	18,492
		-5,096	931,65	9,7	-0,208	37,205
		0	9793,992	28,416	0	188,346
		0	7565,04	28,414	0	180,12
		0	5432,896	28,412	0	169,778
		0	1551,918	3,712	0	30,124
		0	1200,054	7,696	0	48,33
		0	7005,44	28,39	0	134,72
		0	5620,272	28,39	0	133,816
		0	4246,464	28,39	0	132,702
		0	927,0102	3,708	0	17,972
		0	880,8109	7,692	0	35,3
		0	10081,86	44,842	0	193,882
		0	8017,38	44,84	0	190,89
		0	5990,848	44,84	0	187,214
		0	2530,629	13,062	0	49,018
		0	2296,735	26,428	0	91,506
		0	6829,888	32,414	0	131,344
		0	5481,588	32,414	0	130,514
		0	4143,616	32,412	0	129,488
		0	987,8365	4,712	0	19,14
		0	950,9805	9,7	0	37,994
		2593,864	8062,08	28,41	49,882	155,04
		1843,884	6312,222	28,41	43,902	150,291
		1165,056	4617,856	28,409	36,408	144,308
		548,8998	1207,633	3,711	10,674	23,429
		286,1355	1006,872	7,696	11,679	40,445
		104	6816,004	28,389	2	131,077
		67,704	5482,512	28,389	1,612	130,536
		37,408	4155,84	28,389	1,169	129,87
		30,34016	889,3678	3,708	0,59	17,24
		10,29	859,6653	7,691	0,42	34,437
		507,208	9475,596	44,84	9,754	182,223
		341,46	7578,774	44,84	8,13	180,447
		199,392	5704,352	44,839	6,231	178,261
		141,5188	2341,491	13,061	2,752	45,34
		51,3275	2188,664	26,427	2,095	87,095
		71,344	6651,58	32,413	1,372	127,915
		45,108	5351,556	32,413	1,074	127,418
		23,584	4057,664	32,413	0,737	126,802
		18,15267	954,5137	4,712	0,353	18,492
		5,096	931,65	9,7	0,208	37,205

Belasting op mastvoet, belastinggeval

			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a		0	16356,26	96,616		0	398,01
Wind angle: 0 dgr							
1b		0	17682,49	96,562		0	430,768
Wind angle: 0 dgr							
	3	0	25483,43	174		0	630,03
Wind angle: 0 dgr							
	4	0	17464,12	111,648		0	426,34
Wind angle: 0 dgr							
1a		-6437,84	21206,66	96,636	-152,545		513,513
Wind angle: 45 dgr							
1b		-249,742	18203,39	96,566	-5,791		443,16
Wind angle: 45 dgr							
	3	-1240,91	27288,88	174,007	-28,962		673,366
Wind angle: 45 dgr							
	4	-163,285	17946,96	111,651	-3,744		437,832
Wind angle: 45 dgr							
1a		0	25543,9	96,65		0	616,698
Wind angle: 90 dgr							
1b		0	18680	96,57		0	454,51
Wind angle: 90 dgr							
	3	0	28917,46	174,012		0	712,51
Wind angle: 90 dgr							
	4	0	18393,91	111,652		0	448,48
Wind angle: 90 dgr							
1a		6437,839	21206,66	96,636	152,545		513,513
Wind angle: -45 dgr							
1b		249,7422	18203,39	96,566	5,791		443,16
Wind angle: -45 dgr							
	3	1240,906	27288,88	174,007	28,962		673,366
Wind angle: -45 dgr							
	4	163,2847	17946,96	111,651	3,744		437,832
Wind angle: -45 dgr							

Totaal

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	2363	18719	757	81	479	18867,44
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	2363	20045	757	81	512	20183,92
3	Perm load 1,2	0 deg	3	2363	27846	835	81	711	27946,15
4	Perm load 1,2	0 deg	4	2363	19827	772	81	508	19967,07
5									
6	Perm load 1,2	45 deg	1a	8801	23569	757	234	595	25158,74
7	Perm load 1,2	45 deg	1b	2612	20566	757	87	524	20731,31
8	Perm load 1,2	45 deg	3	3604	29652	835	110	755	29869,71
9	Perm load 1,2	45 deg	4	2526	20310	772	85	519	20466,11
10									
11	Perm load 1,2	90 deg	1a	2363	27907	757	81	698	28006,4
12	Perm load 1,2	90 deg	1b	2363	21043	757	81	536	21174,89
13	Perm load 1,2	90 deg	3	2363	31280	835	81	794	31369,22
14	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	2363	20757	772	81	530	20890,61
15									
16	Perm load 1,2	-45 deg	1a	8108	23569	757	234	595	24925,11
17	Perm load 1,2	-45 deg	1b	1920	20566	757	87	524	20655,52
18	Perm load 1,2	-45 deg	3	2912	29652	835	110	755	29794,15
19	Perm load 1,2	-45 deg	4	1834	20310	772	85	519	20392,26
				8801	31280	835	234	794	31369
						757			

	M langs max	M dwars max	N max	V langs max	V dwars max	M tot max	N min
1							
2							x
3							
4							
5							
6	x			x			
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13	x	x		x	x		
14							
15							
16				x			
17							
18							
19							

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
2	W2H400+S	08-N2	Perm load :0 deg	1b	2363	20045	757	81	512
6	W2H400+S	08-N2	Perm load :45 deg	1a	8801	23569	757	234	595
13	W2H400+S	08-N2	Perm load :90 deg	3	2363	31280	835	81	794
16	W2H400+S	08-N2	Perm load :-45 deg	1a	8108	23569	757	234	595
	W2H400+S	08-N2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
	W2H400+S	08-N2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B

W2H400A 08A - AN

Hoogte mast	52	m	
Hoogte onderste stroomdraad (F3)	26	m	
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / tN_{mast} -	0,576 m =	51,424 m	0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	52 m	0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	42 m	0 m
3e traverse - 380C1F3		32 m	0 m
Passieve lijn = Comp C F3 -	7,5 m =	24,5 m	2,075 m

	Uit mast (excl belastingsfactoren)			Uit lijnen (incl belastingsfactoren)				
	N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Sheet 08A - NA	792	127	3678	83	232	849	13137	35361
Sheet 08 - N1				43	71	627	25589	13974
Max	792	127	3678	43	232,096	848,704	25589,39	35361,09

W2H400A+5 TOWER (revision date 23- APPENDIX: AN

Loadcases for tower strength (ultimatelimitstate)

Loadcase according to SG341-3-13

		AHEAD			BACK		
	Attachment point [N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	
1a	380C1F1 / 380C17046	70458	137544	17046	70458	-137544	
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17046	69655	136876	17046	69655	-136876	
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17045	68668	136110	17045	68668	-136110	
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2226	9796	18590	2226	9796	-18590
	Comp. gl	4617	18864	37163			
1b	380C1F1 / 380C17036		72973	153782	17036	72973	-153782
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036		72875	153781	17036	72875	-153781
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17036		72751	153785	17036	72751	-153785
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2225	9509	19909	2225	9509	-19909
	Comp. gl	4615	19347	40832			
3	380C1F1 / 380C29376		104312	216126	29376	104312	-216126
Wind=ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C29376		104020	216089	29376	104020	-216089
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C29376		103654	216058	29376	103654	-216058
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	9244	26783	54949	9244	26783	-54949
	Comp. gl	18676	53224	110761	18676	53224	-110761
4	380C1F1 / 380C20053		71762	155471	20053	71762	-155471
Construction/maintenance, +/-	380C1F2 / 380C20053		71667	155479	20053	71667	-155479
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C20053		73547	155493	20053	73547	-155493
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2978	10784	22643	2978	10784	-22643
	Comp. gl	6122	21974	46465			
6	380C1F1 / 380C19177		68716	147362	19177	68716	-147362
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C19177		68716	147362	19177	68716	-147362
Permanent loads wg= 1.35	380C1F3 / 380C19177		68716	147362	19177	68716	-147362
	GW / opgw	2505	9033	19371	2505	9033	-19371
	Comp. gl	5195	18706	40116			

Totaal

	Vert	Dwars	Langs
	[kN]	[kN]	[kN]
	34,092	140,916	0
	34,092	139,31	0
	34,09	137,336	0
	4,452	19,592	0
	4,617	18,864	37,163
	34,072	145,946	0
	34,072	145,75	0
	34,072	145,502	0
	4,45	19,018	0
	4,615	19,347	40,832
	58,752	208,624	0
	58,752	208,04	0
	58,752	207,308	0
	18,488	53,566	0
	37,352	106,448	0
	40,106	147,524	0
	40,106	147,334	0
	40,106	147,094	0
	5,956	21,568	0
	6,122	21,974	46,465
	38,354	137,432	0
	38,354	137,432	0
	38,354	137,432	0
	5,01	18,066	0
	5,195	18,706	40,116

Belastingen op mastvoet, per lijn

	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	0	7327,632	34,092	0	140,916
	0	5851,02	34,092	0	139,31
	0	4394,752	34,09	0	137,336
	0	1010,883	4,452	0	19,592
	910,4935	471,7483	4,617	37,163	18,864
	0	7589,192	34,072	0	145,946
	0	6121,5	34,072	0	145,75
	0	4656,064	34,072	0	145,502
	0	981,3636	4,45	0	19,018
	1000,384	483,5776	4,615	40,832	19,347
	0	10848,45	58,752	0	208,624
	0	8737,68	58,752	0	208,04
	0	6633,856	58,752	0	207,308
	0	2768,629	18,488	0	53,566
	0	2685,481	37,352	0	106,448
	0	6671,248	40,106	0	147,524
	0	6188,028	40,106	0	147,334
	0	4707,008	40,106	0	147,094
	0	1113,639	5,956	0	21,568
	1138,393	551,0662	6,122	46,465	21,974
	0	7146,464	38,354	0	137,432
	0	5772,144	38,354	0	137,432
	0	4397,824	38,354	0	137,432
	0	932,8336	5,01	0	18,066
	982,842	469,0766	5,195	40,116	18,706

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a		910,4935	19056,03	111,343	37,163	456,018
Wind angle: 0 dgr						
1b		1000,384	19831,7	111,281	40,832	475,563
Wind angle: 0 dgr						
3	0	31674,09	232,096	0	783,986	
Wind angle: 0 dgr						
4	1138,393	20230,99	132,396	46,465	485,494	
Wind angle: 0 dgr						
6	982,842	18718,34	125,267	40,116	449,068	
	0					

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	4588	19056	903	164	456	19600,68
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	1690	19832	903	65	476	19903,58
3	Perm load 1,2	0 deg	3	1034	31674	1024	36	784	31690,98
4	Perm load 1,2	0 deg	4	1828	20231	924	70	485	20313,41
5	Perm load 1,2	0 deg	6						
6									
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	11448	28775	903	277	710	30968,22
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	1026	21109	903	47	511	21134,13
9	Perm load 1,2	45 deg	3	1604	33608	1005	94	814	33646,25
10	Perm load 1,2	45 deg	4	1324	21438	924	57	519	21479,14
11									
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	1308	36670	903	53	910	36692,82
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	1017	22068	903	42	536	22091,26
14	Perm load 1,2	90 deg	3	2772	36396	1005	113	884	36500,96
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	1147	22338	924	47	543	22366,96
16									
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	13701	29150	903	369	725	32209,6
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	1970	21151	903	69	512	21242,45
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	5359	33806	1005	181	822	34228,08
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	1938	21475	924	71	520	21562,42
21									
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	4411	15765	677	157	377	16370,52
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	1490	16090	677	57	386	16158,47
24	Perm load 0,9	0 deg	3	3625	27354	780	141	659	27593,41
25	Perm load 0,9	0 deg	4	1652	16824	699	63	404	16905,39
26	Perm load 0,9	0 deg	6						
27									
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	13748	26319	678	334	650	29693,37
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	519	17502	677	32	424	17510,2
30	Perm load 0,9	45 deg	3	999	30842	780	78	748	30858,06
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	959	18116	699	45	439	18140,88
32									
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	1222	35147	678	50	873	35167,95
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	830	18574	677	34	452	18592,47
35	Perm load 0,9	90 deg	3	2658	33807	780	108	822	33911,53
36	Perm load 0,9	90 deg	4	976	19083	699	40	464	19108,15
37									
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	15738	26743	678	415	667	31030,13
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	2091	17551	677	68	426	17674,71
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	5728	31045	780	187	756	31568,86
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	1959	18155	699	68	441	18260,76
			Max	15738	36670	1024	415	910	36693

1a	380C1F1 / 380C17045	67119	135061	17057	130900	-213662	34,102	198,019	-78,601	-4087,25	10296,99	34,102	-78,601	198,019
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17045	66677	134803	17056	124305	-204739	34,101	190,982	-69,936	-2937,31	8021,244	34,101	-69,936	190,982
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17045	66131	134516	17054	115909	-193419	34,099	182,04	-58,903	-1884,9	5825,28	34,099	-58,903	182,04
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2226	9102	17936	2228	21514	-34170	4,454	30,616	-16,234	-834,817	1577,782	4,454	-16,234	30,616
	Comp. gl	4617	18081	36619				4,617	18,081	36,619	897,1655	452,5648	4,617	36,619	18,081
1b	380C1F1 / 380C17036		72547	153803	17037	79755	-157640	34,073	152,302	-3,837	-199,524	7919,704	34,073	-3,837	152,302
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036		72487	153812	17036	78948	-156952	34,072	151,435	-3,14	-131,88	6360,27	34,072	-3,14	151,435
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17036		72410	153824	17036	77958	-156163	34,072	150,368	-2,339	-74,848	4811,776	34,072	-2,339	150,368
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	9428	19902	2225	10900	-20985	4,45	20,328	-1,083	-55,6922	1048,729	4,45	-1,083	20,328
	Comp. gl	4615	19245	40840				4,615	19,245	40,84	1000,58	481,0786	4,615	40,84	19,245
3	380C1F1 / 380C29376		103058	216048	29381	125336	-211339	58,757	228,394	-15,291	-795,132	11876,49	58,757	-15,291	228,394
Wind=ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C29376		102881	216055	29380	122823	-228863	58,756	225,704	-12,808	-537,936	9479,568	58,756	-12,808	225,704
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C29376		102659	216072	29379	119728	-225957	58,755	222,387	-9,885	-316,32	7116,384	58,755	-9,885	222,387
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	9244	26385	54955	9247	33116	-58719	18,491	59,501	-3,764	-193,56	3073,833	18,491	-3,764	59,501
	Comp. gl	18676	52715	110835				18,676	52,715	110,835	2715,458	1330,27	18,676	110,835	52,715
4	380C1F1 / 380C20053		71350	155525	20053	79986	-158127	40,106	153,336	-2,602	-135,304	7973,472	40,106	-2,602	153,336
Construction/maintenance, +/-	380C1F2 / 380C20053		73291	155536	20053	79261	-157616	40,106	152,552	-2,08	-87,36	6407,184	40,106	-2,08	152,552
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C20053		73217	155553	20053	78368	-157037	40,106	151,585	-1,484	-47,488	4850,72	40,106	-1,484	151,585
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2978	10709	22648	2978	11966	-23269	5,956	22,675	-0,621	-31,9343	1170,566	5,956	-0,621	22,675
	Comp. gl	6122	21877	46484				6,122	21,877	46,484	1138,858	548,6897	6,122	46,484	21,877
1a	380C1F1 / 380C17056		124980	205651	17056	124980	-205651	34,112	249,96	0	0	12997,92	34,112	0	249,96
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17055		118872	197406	17055	118872	-197406	34,11	237,744	0	0	9985,248	34,11	0	237,744
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17053		111117	186995	17053	111117	-186995	34,106	222,234	0	0	7111,488	34,106	0	222,234
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2228	20429	32679	2228	20429	-32679	4,456	40,858	0	0	2104,468	4,456	0	40,858
	Comp. gl	4620	31951	53373				4,62	31,951	53,373	1307,639	792,386	4,62	53,373	31,951
1b	380C1F1 / 380C17036		79030	157020	17036	79030	-157020	34,072	158,06	0	0	8219,12	34,072	0	158,06
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036		78303	156430	17036	78303	-156430	34,072	156,606	0	0	6577,452	34,072	0	156,606
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17036		77410	155757	17036	77410	-155757	34,072	154,82	0	0	4954,24	34,072	0	154,82
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2225	10748	20825	2225	10748	-20825	4,45	21,496	0	0	1108,792	4,45	0	21,496
	Comp. gl	4615	20776	41527				4,615	20,776	41,527	1017,412	518,5881	4,615	41,527	20,776
3	380C1F1 / 380C29380		123077	229108	29380	123077	-229108	58,76	246,154	0	0	12800,01	58,76	0	246,154
Wind=ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C29380		120807	226950	29380	120807	-226950	58,76	241,614	0	0	10147,79	58,76	0	241,614
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C29379		118012	224428	29379	118012	-224428	58,758	236,024	0	0	7552,768	58,758	0	236,024
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	9246	32450	58151	9246	32450	-58151	18,492	64,9	0	0	3351,472	18,492	0	64,9
	Comp. gl	18678	60012	113159				18,678	60,012	113,159	2772,396	1509,051	18,678	113,159	60,012
4	380C1F1 / 380C20053		79334	157666	20053	79334	-157666	40,106	158,668	0	0	8250,736	40,106	0	158,668
Construction/maintenance, +/-	380C1F2 / 380C20053		78680	157232	20053	78680	-157232	40,106	157,36	0	0	6609,12	40,106	0	157,36
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C20053		77872	156743	20053	77872	-156743	40,106	155,744	0	0	4983,808	40,106	0	155,744
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2978	11840	23167	2978	11840	-23167	5,956	23,68	0	0	1222,247	5,956	0	23,68
	Comp. gl	6122	23237	46803				6,122	23,237	46,803	1146,674	582,0097	6,122	46,803	23,237
1a	380C1F1 / 380C17057		130900	213662	17045	67119	-135061	34,102	198,019	78,601	4087,252	10296,99	34,102	78,601	198,019
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17056		124305	204739	17045	66677	-134803	34,101	190,982	69,936	2937,312	8021,244	34,101	69,936	190,982
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17054		115909	193419	17045	66131	-134516	34,099	182,04	58,903	1884,896	5825,28	34,099	58,903	182,04
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2228	21514	34170	2226	9102	-17936	4,454	30,616	16,234	834,8172	1577,782	4,454	16,234	30,616
	Comp. gl	4620	33409	55362				4,62	33,409	55,362	1356,369	828,107	4,62	55,362	33,409
1b	380C1F1 / 380C17037		79755	157640	17036	72547	-153803	34,073	152,302	3,837	199,524	7919,704	34,073	3,837	152,302
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036		78948	156952	17036	72487	-153812	34,072	151,435	3,14	131,88	6360,27	34,072	3,14	151,435
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17036		77958	156163	17036	72410	-153824	34,072	150,368	2,339	74,848	4811,776	34,072	2,339	150,368
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2225	10900	20985	2225	9428	-19902	4,45	20,328	1,083	55,69219	1048,729	4,45	1,083	20,328
	Comp. gl	4615	20946	41664				4,615	20,946	41,664	1020,768	522,7531	4,615	41,664	20,946
3	380C1F1 / 380C29381		125336	231339	29376	103058	-216048	58,757	228,394	15,291	795,132	11876,49	58,757	15,291	228,394
Wind=ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C29380		122823	228863	29376	102881	-216055	58,756	225,704	12,808	537,936	9479,568	58,756	12,808	225,704
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C29379		119728	225957	29376	102659	-216072	58,755	222,387	9,885	316,32	7116,384	58,755	9,885	222,387
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	9247	33116	58719	9244	26385	-54955	18,491	59,501	3,764	193,5599	3073,833	18,491	3,764	59,501
	Comp. gl	18679	60793	113667				18,679	60,793	113,667	2784,842	1528,187	18,679	113,667	60,793
4	380C1F1 / 380C20053		79986	158127	20053	73350	-155525	40,106	153,336	2,602	135,304	7973,472	40,106	2,602	153,336
Construction/maintenance, +/-	380C1F2 / 380C20053		79261	157616	20053	73291	-155536	40,106	152,552	2,08	87,36	6407,184	40,106	2,08	152,552
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C20053		78368	157037	20053	73217	-155553	40,106	151,585	1,484	47,488	4850,72	40,106	1,484	151,585
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2978	11966	23269	2978	10709	-22648	5,956	22,675	0,621	31,9343	1170,566	5,956	0,621	22,675
	Comp. gl	6122	23381	46885				6,122	23,381	46,885	1148,683	585,5377	6,122	46,885	23,381
1a	380C1F1 / 380C12782		58487	111876	12782	58487	-111876	25,564	116,974	0	0	6082,648	25,564	0	116,974
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C12782		57534	110884	12782	57534	-110884	25,564	115,068	0	0	4832,856	25,564	0	115,068
Permanentloads yg=0,9	380C1F3 / 380C12781		56365	109729	12781	56365	-109729	25,562	112,73	0	0	3607,36	25,562	0	112,73
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1669	8291	15363	1669	8291	-15363	3,338	16,582	0	0	855,2496	3,338	0	16,582
	Comp. gl	3462	15495	29938				3,462	15,495	29,938	733,481	386,8112	3,462	29,938	15,495
1b	380C1F1 / 380C12774		59266	124389	12774	59266	-124389	25,548	118,532	0	0	6163,664	25,548	0	118,532
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C12774		59160	124371	12774	59160	-124371	25,548	118,32	0	0	4969,44	25,548	0	118,32
Permanent loads wg=0,9	380C1F3 / 380C12774		59026	124354	12774	59026	-124354	25,548	118,052	0	0	3777,664	25,548	0	118,052
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1668	7663	15950	1668	7663	-15950	3,336	15,326	0	0	790,6596	3,336	0	15,326
	Comp. gl	3461	15550	32688				3,461	15,55	32,688	800,856	388,1566	3,461	32,688	15,55
3	380C1F1 / 380C25109		93214	192328	25109	93214	-192328	50,218	186,428	0	0	9694,256	50,218	0	186,428
Wind=ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C25109		92908	192258	25109	92908	-192258	50,218	185,816	0	0	7804,272	50,218	0	185,816
Permanent loads wg=0,9	380C1F3 / 380C25109		92524	192190	25109	92524	-192190	50,218	185,048	0	0	5921,536	50,218	0	185,048
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	8685	25652	52524	8685	25652	-52524	17,37	51,304	0	0	2651,458	17,37	0	51,304
	Comp. gl	17518	50875	105724				17,518	50,875	105,724	2590,238	1282,787	17,518	105,724	50,875
4	380C1F1 / 380C15788		61248	128638	15788	61248	-128638	31,576	122,496	0	0	6369,792	31,576	0	122,496
Construction/maintenance, +/-	380C1F2 / 380C15788		61149	128635	15788	61149	-128635	31,576	122,298	0	0	5136,516	31,576	0	122,298
Permanent loads wg=0,9	380C1F3 / 380C15788		61023	128636	15788	61023	-128636	31,576	122,046	0	0	3905,472	31,576	0	122,046

1a	380C1F1 / 380C17045	67119	135061	17057	130900	-213662	34,102	198,019	-78,601	-4087,25	10296,99	34,102	-78,601	198,019	
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17045	66677	134803	17056	124305	-204739	34,101	190,982	-69,936	-2937,31	8021,244	34,101	-69,936	190,982	Wind angle: 45 dgr
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17045	66131	134516	17054	115909	-193419	34,099	182,04	-58,903	-1884,9	5825,28	34,099	-58,903	182,04	
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2226	9102	17936	2228	21514	-34170	4,454	30,616	-16,234	-834,817	1577,782	4,454	-16,234	30,616	
	Comp. gl	4617	18081	36619				4,617	18,081	36,619	897,1655	452,5648	4,617	36,619	18,081	
1b	380C1F1 / 380C17036		72547	153803	17037	79755	-157640	34,073	152,302	-3,837	-199,524	7919,704	34,073	-3,837	152,302	1b 538,6358 20621,56 111,282 30,441 493,678
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036		72487	153812	17036	78948	-156952	34,072	151,435	-3,14	-131,88	6360,27	34,072	-3,14	151,435	Wind angle: 45 dgr
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17036		72410	153824	17036	77958	-156163	34,072	150,368	-2,339	-74,848	4811,776	34,072	-2,339	150,368	
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	9428	19902	2225	10900	-20985	4,45	20,328	-1,083	-55,6922	1048,729	4,45	-1,083	20,328	
	Comp. gl	4615	19245	40840				4,615	19,245	40,84	1000,58	481,0786	4,615	40,84	19,245	
3	380C1F1 / 380C29376		103058	216048	29381	125336	-211339	58,757	228,394	-15,291	-795,132	11876,49	58,757	-15,291	228,394	3 872,5096 32876,54 213,435 69,087 788,701
Wind=ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C29376		102881	216055	29380	122823	-228863	58,756	225,704	-12,808	-537,936	9479,568	58,756	-12,808	225,704	Wind angle: 45 dgr
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C29376		102659	216072	29379	119728	-225957	58,755	222,387	-9,885	-316,32	7116,384	58,755	-9,885	222,387	
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	9244	26385	54955	9247	33116	-58719	18,491	59,501	-3,764	-193,56	3073,833	18,491	-3,764	59,501	
	Comp. gl	18676	52715	110835				18,676	52,715	110,835	2715,458	1330,27	18,676	110,835	52,715	
4	380C1F1 / 380C20053		71350	155525	20053	79986	-158127	40,106	153,336	-2,602	-135,304	7973,472	40,106	-2,602	153,336	4 836,7717 20950,63 132,396 39,697 502,025
Construction/maintenance, +/-	380C1F2 / 380C20053		73291	155536	20053	79261	-157616	40,106	152,552	-2,08	-87,36	6407,184	40,106	-2,08	152,552	Wind angle: 45 dgr
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C20053		73217	155553	20053	78368	-157037	40,106	151,585	-1,484	-47,488	4850,72	40,106	-1,484	151,585	
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2978	10709	22648	2978	11966	-23269	5,956	22,675	-0,621	-31,9343	1170,566	5,956	-0,621	22,675	
	Comp. gl	6122	21877	46484				6,122	21,877	46,484	1138,858	548,6897	6,122	46,484	21,877	
1a	380C1F1 / 380C17056		124980	205651	17056	124980	-205651	34,112	249,96	0	0	12997,92	34,112	0	249,96	1a 1307,639 32991,51 111,404 53,373 782,747
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17055		118872	197406	17055	118872	-197406	34,11	237,744	0	0	9985,248	34,11	0	237,744	Wind angle: 90 dgr
Permanent loads wg= 1.2	380C1F3 / 380C17053		111117	186995	17053	111117	-186995	34,106	222,234	0	0	7111,488	34,106	0	222,234	
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2228	20429	32679	2228	20429	-32679	4,456	40,858	0	0	2104,468	4,456	0	40,858	
	Comp. gl	4620	31951	53373				4,62	31,951	53,373	1307,639	792,386	4,62	53,373	31,951	
1b	380C1F1 / 380C17036		79030	157020	17036	79030	-157020	34,072	158,06	0	0	8219,12	34,072	0	158,06	1b 1017,412 21378,19 111,281 41,527 511,758
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036		78303	156430	17036	78303	-156430

| | | |

Hoogte mast 52 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3) 26 m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / t/L_{mast} -	0,576 m =	51,424 m		0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	52 m		0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	42 m		0 m
3e traverse - 380C1F3		32 m		0 m
Passieve lijn = Comp C.F3 -	7,5 m =	24,5 m		2,075 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
327	85	2159

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;max	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
43	71	627	25589	13974

Belastingen uit lijnen

				M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	1a		18731	9180	58	457	224
		1b		21402	10125	58	522	247
			3	23126	11212	71	568	275
			4	21340	10099	67	522	247
			6	20547	9594	65	502	234
	45 deg	1a		18670	9002	58	456	219
		1b		21408	10081	58	522	246
			3	23095	11056	71	568	271
			4	21349	10057	67	522	246
	90 deg	1a		21715	12135	58	527	294
		1b		21630	10712	58	527	261
			3	25252	13675	71	619	334
			4	21488	10649	67	525	260
	-45 deg	1a		22159	12492	58	538	302
		1b		21678	10780	58	529	262
			3	**25589**	**13974**	**71**	**627**	**342**
			4	21523	10712	67	526	261
Perm load 0,9	0 deg	1a		14902	7392	43	364	180
		1b		17288	8203	**43**	422	200
			3	19386	9465	56	477	232
			4	17562	8334	52	430	204
			6	**14770**	**6896**	43	**361**	**168**
	45 deg	1a		14790	7190	43	361	175
		1b		17288	8158	**43**	422	199
			3	19326	9296	56	476	228
			4	17567	8290	52	430	202
	90 deg	1a		18985	10859	43	460	262
		1b		17697	8875	**43**	431	216
			3	22235	12265	56	545	300
			4	17827	8939	52	436	218
	-45 deg	1a		19539	11268	43	473	272
		1b		17772	8956	**43**	433	218
			3	22658	12604	56	555	308
			4	17881	9010	52	437	220

Belasting uit mast

N	V	M
327	85	2159
327	16	405
327	24	607
327	16	405
327	85	2159
327	16	405
327	24	607
327	16	405
327	85	2159
327	16	405
327	24	607
327	16	405
327	85	2159
327	16	405
327	24	607
327	16	405
245	85	2159
245	16	405
245	24	607
245	16	405
245	85	2159
245	16	405
245	24	607
245	16	405
245	85	2159
245	16	405
245	24	607
245	16	405
245	85	2159
245	16	405
245	24	607
245	16	405

Totaal

regel	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1 Perm load 1,2	0 deg	1a	20890	9180	385	542	224	22818,53
2 Perm load 1,2	0 deg	1b	21807	10125	385	538	247	24042,5
3 Perm load 1,2	0 deg	3	23733	11212	398	592	275	26248,49
4 Perm load 1,2	0 deg	4	21745	10099	394	538	247	23975,91
5 Perm load 1,2	0 deg	6						
7 Perm load 1,2	45 deg	1a	20197	10528	385	516	279	22776,05
8 Perm load 1,2	45 deg	1b	21694	10368	385	534	257	24043,9
9 Perm load 1,2	45 deg	3	23524	11485	398	584	288	26178,06
10 Perm load 1,2	45 deg	4	21635	10343	394	533	257	23980,05
12 Perm load 1,2	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379	25997,25
13 Perm load 1,2	90 deg	1b	21630	11117	385	527	277	24319,37
14 Perm load 1,2	90 deg	3	25252	14283	398	619	358	29011,31
15 Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	21488	11054	394	525	276	24164,19
17 Perm load 1,2	-45 deg	1a	23686	14019	385	598	362	27523,45
18 Perm load 1,2	-45 deg	1b	21964	11067	385	540	274	24594,94
19 Perm load 1,2	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358	29739,43
20 Perm load 1,2	-45 deg	4	21810	10998	394	537	272	24425,71
22 Perm load 0,9	0 deg	1a	17061	7392	289	449	180	18593,33
23 Perm load 0,9	0 deg	1b	17693	8203	289	438	200	19502,06
24 Perm load 0,9	0 deg	3	19993	9465	302	501	232	22119,89
25 Perm load 0,9	0 deg	4	17967	8334	298	446	204	19805,75
26 Perm load 0,9	0 deg	6						
28 Perm load 0,9	45 deg	1a	16317	8716	289	421	235	18498,9
29 Perm load 0,9	45 deg	1b	17574	8444	289	433	210	19497,65
30 Perm load 0,9	45 deg	3	19755	9725	302	493	245	22019,07
31 Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	17853	8577	298	441	214	19806,14
33 Perm load 0,9	90 deg	1a	18985	13018	289	460	347	23019,83
34 Perm load 0,9	90 deg	1b	17697	9280	289	431	232	19982,02
35 Perm load 0,9	90 deg	3	22235	12873	302	545	324	25692,11
36 Perm load 0,9	90 deg	4	17827	9344	298	436	234	20127,45
38 Perm load 0,9	-45 deg	1a	21066	12794	289	533	332	24647
39 Perm load 0,9	-45 deg	1b	18059	9242	289	444	229	20286,37
40 Perm load 0,9	-45 deg	3	23087	13033	302	572	325	26511,66
41 Perm load 0,9	-45 deg	4	18167	9297	298	448	231	20407,83
		Max	26019	14403	398	644	379	29739

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
12	W2H400A+08A-AN1	Perm load	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
19	W2H400A+08A-AN1	Perm load	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358

W2H400A+5 TOWER APPENDIX: AN1

Loadcases for tower strength (specialimitstate)
Loadcase according to SG341-3-13

		AHEAD			BACK		
	Attachment point [N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	
1a	380C1F1 / 380C17045	65978	134443	0	0	0	
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17045	65655	134298	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C17045	65254	134141	0	0	0	
Wind angle: 0 dgr	GW / ogpw 2226	8869	17762	0	0	0	
	Comp. gl 4617	17812	36487	0	0	0	
1b	380C1F1 / 380C17036	72723	153787	0	0	0	
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036	72647	153793	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C17036	72551	153803	0	0	0	
Wind angle: 0 dgr	GW / ogpw 2225	9461	19903	0	0	0	
	Comp. gl 4615	19287	40835	0	0	0	
3	380C1F1 / 380C19802	77768	160718	0	0	0	
Wind=ix, -5 dgr	380C1F2 / 380C19802	77517	160650	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C19802	77203	160581	0	0	0	
Wind angle: 0 dgr	GW / ogpw 3796	14234	28538	0	0	0	
	Comp. gl 7762	28198	57773	0	0	0	
4	380C1F1 / 380C19451	71802	151812	0	0	0	
Construction/maintenance, +l	380C1F2 / 380C19451	71728	151822	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C19451	71635	151838	0	0	0	
Wind angle: 0 dgr	GW / ogpw 2828	10310	21723	0	0	0	
	Comp. gl 5821	21063	44642	0	0	0	
6	380C1F1 / 380C19177	68716	147362	0	0	0	
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C19177	68716	147362	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.35	380C1F3 / 380C19177	68716	147362	0	0	0	
	GW / ogpw 2505	9033	19371	0	0	0	
	Comp. gl 5195	18706	40116	0	0	0	
1a	380C1F1 / 380C17045	64613	133947	0	0	0	
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17045	64427	133907	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C17045	64193	133866	0	0	0	
Wind angle: 45 dgr	GW / ogpw 2226	8595	17608	0	0	0	
	Comp. gl 4617	17489	36384	0	0	0	
1b	380C1F1 / 380C17036	72393	153827	0	0	0	
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036	72346	153837	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C17036	72286	153850	0	0	0	
Wind angle: 45 dgr	GW / ogpw 2225	9399	19903	0	0	0	
	Comp. gl 4615	19208	40847	0	0	0	
3	380C1F1 / 380C19802	76696	160509	0	0	0	
Wind=ix, -5 dgr	380C1F2 / 380C19802	76547	160498	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C19802	76360	160493	0	0	0	
Wind angle: 45 dgr	GW / ogpw 3796	13832	28363	0	0	0	
	Comp. gl 7762	27716	57669	0	0	0	
4	380C1F1 / 380C19451	71480	151870	0	0	0	
Construction/maintenance, +l	380C1F2 / 380C19451	71434	151881	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C19451	71375	151896	0	0	0	
Wind angle: 45 dgr	GW / ogpw 2828	10251	21731	0	0	0	
	Comp. gl 5821	20986	44660	0	0	0	
1a	380C1F1 / 380C17049	88694	157786	0	0	0	
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17048	85924	154369	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C17048	82496	150248	0	0	0	
Wind angle: 90 dgr	GW / ogpw 2227	13529	23228	0	0	0	
	Comp. gl 4618	23161	41797	0	0	0	
1b	380C1F1 / 380C17036	77213	155617	0	0	0	
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036	76684	155257	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C17036	76032	154852	0	0	0	
Wind angle: 90 dgr	GW / ogpw 2225	10368	20455	0	0	0	
	Comp. gl 4615	20350	41219	0	0	0	
3	380C1F1 / 380C19805	94794	175433	0	0	0	
Wind=ix, -5 dgr	380C1F2 / 380C19805	92704	173118	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C19804	90133	170380	0	0	0	
Wind angle: 90 dgr	GW / ogpw 3797	20828	35526	0	0	0	
	Comp. gl 7763	35850	64466	0	0	0	
4	380C1F1 / 380C19451	76022	153058	0	0	0	
Construction/maintenance, +l	380C1F2 / 380C19451	75535	152787	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C19451	74931	152486	0	0	0	
Wind angle: 90 dgr	GW / ogpw 2828	11112	22051	0	0	0	
	Comp. gl 5821	22032	44825	0	0	0	
1a	380C1F1 / 380C17049	91433	161228	0	0	0	
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C17049	88385	157402	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C17048	84603	152765	0	0	0	
Wind angle: -45 dgr	GW / ogpw 2227	14071	23957	0	0	0	
	Comp. gl 4618	23814	42605	0	0	0	
1b	380C1F1 / 380C17036	77740	155999	0	0	0	
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C17036	77154	155575	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C17036	76433	155096	0	0	0	
Wind angle: -45 dgr	GW / ogpw 2225	10478	20558	0	0	0	
	Comp. gl 4615	20473	41302	0	0	0	
3	380C1F1 / 380C19806	96873	177802	0	0	0	
Wind=ix, -5 dgr	380C1F2 / 380C19805	94560	175171	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C19805	91711	172045	0	0	0	
Wind angle: -45 dgr	GW / ogpw 3798	21594	36481	0	0	0	
	Comp. gl 7764	36772	65513	0	0	0	
4	380C1F1 / 380C19451	76507	153348	0	0	0	
Construction/maintenance, +l	380C1F2 / 380C19451	75968	153026	0	0	0	
Permanent loads wp- 1.2	380C1F3 / 380C19451	75302	152666	0	0	0	
Wind angle: -45 dgr	GW / ogpw 2828	11206	22119	0	0	0	
	Comp. gl 5821	22141	44877	0	0	0	
1a	380C1F1 / 380C12781	53222	107088	0	0	0	
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C12781	52851	106842	0	0	0	
Permanentloads wp=0.9	380C1F3 / 380C12781	52394	106564	0	0	0	
Wind angle: 0 dgr	GW / ogpw 1669	7191	14164	0	0	0	
	Comp. gl 3462	14265	28881	0	0	0	
1b	380C1F1 / 380C12774	58997	124352	0	0	0	
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C12774	58915	124346	0	0	0	
Permanent loads wp=0.9	380C1F3 / 380C12774	58813	124344	0	0	0	
Wind angle: 0 dgr	GW / ogpw 1668	7610	15934	0	0	0	
	Comp. gl 3461	15485	32682	0	0	0	
3	380C1F1 / 380C15538	65149	133659	0	0	0	
Wind=ix, -5 dgr	380C1F2 / 380C15538	64872	133536	0	0	0	
Permanent loads wp=0.9	380C1F3 / 380C15538	64529	133402	0	0	0	
Wind angle: 0 dgr	GW / ogpw 3239	12761	25380	0	0	0	
	Comp. gl 6606	25101	51132	0	0	0	
4	380C1F1 / 380C15186	59156	124693	0	0	0	
Construction/maintenance, +l	380C1F2 / 380C15186	59079	124696	0	0	0	
Permanent loads wp=0.9	380C1F3 / 380C15186	58981	124702	0	0	0	

Totaal

	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
17,045	65,978	134,443			
17,045	65,655	134,298			
17,045	65,254	134,141			
2,226	8,869	17,762			
4,617	17,812	36,487			
17,036	72,723	153,787			
17,036	72,647	153,793			
17,036	72,551	153,803			
2,225	9461	19903			
4,615	19287	40,835			
19,802	77,768	160,718			
19,802	77,517	160,65			
19,802	77,203	160,581			
3,796	14,234	28,538			
7,762	28,198	57,773			
19,451	71,802	151,812			
19,451	71,728	151,822			
19,451	71,635	151,838			
2,828	10,31	21,723			
5,821	21,063	44,642			
19,177	68,716	147,362			
19,177	68,716	147,362			
19,177	68,716	147,362			
2,505	9,033	19,371			
5,195	18,706	40,116			
17,045	64,613	133,947			
17,045	64,427	133,907			
17,045	64,193	133,866			
2,226	8,595	17,608			
4,617	17,489	36,384			
17,036	72,393	153,827			
17,036	72,346	153,837			
17,036	72,286	153,85			
2,225	9,399	19,903			
4,615	19,208	40,847			
19,802	76,696	160,509			
19,802	76,547	160,498			
19,802	76,36	160,493			
3,796	13,832	28,363			
7,762	27,716	57,669			
19,451	71,48	151,87			
19,451	71,434	151,881			
19,451	71,375	151,896			
2,828	10,251	21,731			
5,821	20,986	44,66			
17,049	88,694	157,786			
17,048	85,924	154,369			
17,048	82,496	150,248			
2,227	13,529	23,228			
4,618	23,161	41,797			
17,036	77,213	155,617			
17,036	76,684	155,257			
17,036	76,032	154,852			
2,225	10,368	20,455			
4,615	20,35	41,219			
19,805	94,794	175,433			
19,805	92,704	173,118			
19,804	90,133	170,38			
3,797	20,828	35,526			
7,763	35,85	64,466			
19,451	76,022	153,058			
19,451	75,535	152,787			
19,451	74,931	152,486			
2,828	11,112	22,051			
5,821	22,032	44,825			
17,049	91,433	161,228			
17,049	88,385	157,402			
17,048	84,603	152,765			
2,227	14,071	23,957			
4,618	23,814	42,605			
17,036	77,740	155,999			
17,036	77,154	155,575			
17,036	76,433	155,096			
2,225	10,478	20,558			
4,615	20,473	41,302			
19,806	96,873	177,802			
19,805	94,56	175,171			
19,805	91,711	172,045			
3,798	21,594	36,481			
7,764	36,772	65,513			
19,451	76,507	153,348			
19,451	75,968	153,026			
19,451	75,302	152,666			
2,828	11,206	22,119			
5,821	22,141	44,877			
12,781	53,222	107,088			
12,781	52,851	106,842			
12,781	52,394	106,564			
1,669	7,191	14,164			
3,462	14,265	28,881			
12,774	58,997	124,352			
12,774	58,915	124,346			
12,774	58,813	124,344			
1,668	7,61	15,934			
3,461	15,485	32,682			
15,538	65,149	133,659			
15,538	64,872	133,536			
15,538	64,529	133,402			
3,239	12,761	25,38			
6,606	25,101	51,132			
15,186	59,156	124,693			
15,186	59,079	124,696			
15,186	58,981	124,702			

Belastingen op mastvoet, per lijn

M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
6991,036	3430,856	17,045	134,443	65,978
5640,516	2757,51	17,045	134,298	65,655
4292,512	2088,128	17,045	134,141	65,254
913,3931	457,7712	2,226	17,762	8,869
893,9315	445,9743	4,617	36,487	17,812
7996,924	3781,596	17,036	153,787	72,723
6459,306	3051,174	17,036	153,793	72,647
4921,696	2321,632	17,036	153,803	72,551
1023,492	488,2135	2,225	19,903	9,461
1000,458	482,1076	4,615	40,835	19,287
8357,336	4043,936	19,802	160,718	77,768
6747,3	3255,714	19,802	160,65	77,517
5138,592	2470,496	19,802	160,581	77,203
1467,538	734,8542	3,796	28,538	14,234
1415,439	706,9572	7,762	57,773	28,198
7894,224	3733,704	19,451	151,812	71,802
6376,524	3012,576	19,451	151,822	71,728
4858,816	2292,32	19,451	151,838	71,635
1117,084	532,3307	2,828	21,723	10,31
1093,729	528,1221	5,821	44,642	21,063
7662,824	3573,232	19,177	147,362	68,716
6189,204	2886,072	19,177	147,362	68,716
4715,584	2198,912	19,177	147,362	68,716
996,1343	466,4168	2,505	19,371	9,033
982,842	469,0766	5,195	40,116	18,706
6965,244	3359,876	17,045	133,947	64,613
5624,094	2705,934	17,045	133,907	64,427
4283,712	2054,176	17,045	133,866	64,193
905,4738	443,681	2,226	17,608	8,595
891,408	438,0608	4,617	36,384	17,489
7999,004	3764,436	17,036	153,827	72,393
6461,154	3038,532	17,036	153,837	72,346
4923,2	2313,152	17,036	153,85	72,286
1023,492	485,0252	2,225	19,903	9,399
1000,752	480,1721	4,615	40,847	19,208
8346,468	3988,192	19,802	160,509	76,696
6740,916	3214,974	19,802	160,498	76,547
5135,776	2443,52	19,802	160,493	76,36
1458,539	714,1817	3,796	28,363	13,832
1412,891	695,1482	7,762	57,669	27,716
7897,24	3716,96	19,451	151,87	71,48
6379,002	3000,228	19,451	151,881	71,434
4860,672	2284	19,451	151,896	71,375
1117,495	529,2967	2,828	21,731	10,251
1094,17	526,2356	5,821	44,66	20,986
8204,872	4612,088	17,049	157,786	88,694
6483,498	3608,808	17,048	154,369	85,924
4807,936	2639,872	17,048	150,248	82,496
1194,477	697,4078	2,227	23,228	13,529
1024,027	577,0269	4,618	41,797	23,161
8092,084	4015,076	17,036	155,617	77,213
6520,794	3220,728	17,036	155,257	76,684
4955,264	2431,024	17,036	154,852	76,032
1051,878	534,855	2,225	20,455	10,368
1009,866	508,1511	4,615	41,219	20,35
9122,516	4929,288	19,805	175,433	94,794
7270,956	3893,568	19,805	173,118	92,704
5452,16	2884,256	19,804	170,38	90,133
1826,889	1073,945	3,797	35,526	20,828
1579,417	894,4332	7,763	64,466	35,85
7959,016	3953,144	19,451	153,058	76,022
6417,054	3172,47	19,451	152,787	75,535
4879,552	2397,792	19,451	152,486	74,931
1133,951	573,5728	2,828	22,051	11,112
1098,213	551,8626	5,821	44,825	22,032
8383,856	4754,516	17,049	161,228	91,433
6610,884	3712,17	17,049	157,402	88,385
4888,48	2707,296	17,048	152,765	84,603
1231,965	725,2796	2,227	23,957	14,071
1043,823	593,0254	4,618	42,605	23,814
8111,948	4042,48	17,036	155,999	77,74
6534,15	3240,468	17,036	155,575	77,154
4963,072	2445,856	17,036	155,096	76,433
1057,175	540,5117	2,225	20,558	10,478
1011,899	511,1646	4,615	41,302	20,473
9245,704	5037,396	19,806	177,802	96,873
7357,182	3971,52	19,805	175,171	94,56
5505,44	2934,752	19,805	172,045	91,711
1875,999	1113,336	3,798	36,481	21,594
1605,069	917,0243	7,764	65,513	36,772
7974,096	3978,364	19,451	153,348	76,507
6427,092	3190,656	19,451	153,026	75,968
4885,312	2409,664	19,451	152,666	75,302
1137,447	578,4066	2,828	22,119	11,206
1099,487	554,5331	5,821	44,877	22,141
5568,576	2767,544	12,781	107,088	53,222
4487,364	2219,742	12,781	106,842	52,851
3410,048	1676,608	12,781	106,564	52,394
728,3695	371,0584	1,669	14,164	7,191
707,5845	356,6762	3,462	28,881	14,265
6466,304	3067,844	12,774	124,352	58,997
5222,532	2474,43	12,774	124,346	58,915
3979,008	1882,016	12,774	124,344	58,813
819,39	392,6043	1,668	15,934	7,61
800,709	386,5641	3,461	32,682	15,485
6950,268	3387,748	15,538	133,659	65,149
5608,512	2724,624	15,538	133,536	64,872
4268,864	2064,928	15,538	133,402	64,529
1305,141	658,6833	3,239	25,38	12,761
1252,734	628,682	6,606	51,132	25,101
6484,036	3076,112	15,186	124,693	59,156
5237,232	2481,318	15,186	124,696	59,079
3990,464	1887,392	15,186	124,702	58,981

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a	18731,39	9180,239	57,978	457,131	223,568	
Wind angle: 0 dgr						
1b	21401,88	10124,72	57,948	522,121	246,669	
Wind angle: 0 dgr						
3	23126,2	11211,96	70,964	568,26	274,92	
Wind angle: 0 dgr						
4	21340,38	10099,05	67,002	521,837	246,538	
Wind angle: 0 dgr						
6	20546,59	9593,709	65,231	501,573	233,887	
0						
1a	18669,93	9001,728	57,978	455,712	219,317	
Wind angle: 45 dgr						
1b	21407,6	10081,32	57,948	522,264	245,632	
Wind angle: 45 dgr						
3	23094,59	11056,02	70,964	567,532	271,151	
Wind angle: 45 dgr						
4	21348,58	10056,72	67,002	522,038	245,526	
Wind angle: 45 dgr						
1a	21714,81	12135,2	57,99	527,428	293,804	
Wind angle: 90 dgr		

| | | |

W2H400A<mark>08 - AN2</mark>

Hoogte mast		52	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		26	m
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / $C_{H_{mast}}$ =	0,576	51,424	m 0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +		10	m = 52 m 0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +		10	m = 42 m 0 m
3e traverse - 380C1F3			32 m 0 m
Passieve lijn = Comp C. F3 -	7,5	24,5	m = 2,075 m

Uit mast
ULS (incl bel factoren)

N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
792	127	3678	93	161	667	7207	27769

Uit lijnen
SLS

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
93	161	667	7207	27769

W2H400A+STOWER **APPENDIX: AN2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to SS341-3-15

		AHEAD			BACK		
	Attachmentt point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	14202	58927	117136	14202	58927	-117336
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14202	58429	116970	14202	58429	-116970
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	14202	57816	116556	14202	57816	-116556
Wind angle: 0	GW / opgw	1855	8041	15633	1855	8041	-15633
	Comp. gl	3847	15792	31671			
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	63543	134464	14194	63543	-134464
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	63480	134467	14194	63480	-134467
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	14194	63399	134474	14194	63399	-134474
Wind angle: 0	GW / opgw	1854	8213	17290	1854	8213	-17290
	Comp. gl	3845	16749	35479			
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	84618	176416	22419	84618	-176416
Wind+ice, -5 dg	380C1F2 / 380C2F2	22419	84425	176396	22419	84425	-176396
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	22419	84184	176381	22419	84184	-176381
Wind angle: 0	GW / opgw	6530	20638	42602	6530	20638	-42602
	Comp. gl	13213	41150	85996			
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	62101	131369	16206	62101	-131369
Construction/m	380C1F2 / 380C2F2	16206	62039	131376	16206	62039	-131376
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	16206	61960	131388	16206	61960	-131388
Wind angle: 0	GW / opgw	2356	8891	18744	2356	8891	-18744
	Comp. gl	4850	18179	38547			
1a	380C1F1 / 380C2F1	14202	56851	116000	14208	98189	-165882
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14202	56574	115867	14208	93717	-159769
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	14202	56231	115721	14207	88077	-152129
Wind angle: 45	GW / opgw	1855	7613	15270	1856	15816	-25944
	Comp. gl	3847	15304	31383			
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	63266	134493	14195	67811	-136493
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	63227	134500	14195	67309	-136132
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	14194	63177	134510	14195	66693	-135679
Wind angle: 45	GW / opgw	1854	8160	17289	1854	9080	-17879
	Comp. gl	3845	16682	35488			
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	83790	176382	22421	98433	-186136
Wind+ice, -5 dg	380C1F2 / 380C2F2	22419	83526	176403	22420	94735	-182634
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	22419	83326	176419	22420	90860	-179396
Wind angle: 45	GW / opgw	6530	20371	42601	6531	24969	-45353
	Comp. gl	13213	40808	86040			
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	61831	131414	16207	66084	-132786
Construction/m	380C1F2 / 380C2F2	16206	61792	131422	16207	65626	-132496
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	16206	61743	131435	16207	65059	-132172
Wind angle: 45	GW / opgw	2356	8841	18749	2356	9651	-19102
	Comp. gl	4850	18115	38561			
1a	380C1F1 / 380C2F1	14208	94173	160390	14208	94173	-160390
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14207	90060	154804	14207	90060	-154804
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	14206	84889	147858	14206	84889	-147858
Wind angle: 90	GW / opgw	1856	15062	24884	1856	15062	-24884
	Comp. gl	3848	24165	41727			
1b	380C1F1 / 380C2F1	14195	67360	136149	14195	67360	-136149
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14195	66908	135825	14195	66908	-135825
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	14195	66351	135458	14195	66351	-135458
Wind angle: 90	GW / opgw	1854	8986	17788	1854	8986	-17788
	Comp. gl	3846	17650	35833			
3	380C1F1 / 380C2F1	22421	96941	184679	22421	96941	-184679
Wind+ice, -5 dg	380C1F2 / 380C2F2	22420	95445	181276	22420	95445	-181276
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	22420	93607	181648	22420	93607	-181648
Wind angle: 90	GW / opgw	6531	24509	44940	6531	24509	-44940
	Comp. gl	13214	45753	87767			
4	380C1F1 / 380C2F1	16207	65672	132524	16207	65672	-132524
Construction/m	380C1F2 / 380C2F2	16207	65257	132281	16207	65257	-132281
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	16206	64744	132009	16206	64744	-132009
Wind angle: 90	GW / opgw	2356	9570	19041	2356	9570	-19041
	Comp. gl	4850	18997	38722			
1a	380C1F1 / 380C2F1	14208	98189	165882	14202	56851	-116000
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14208	93717	159769	14202	56574	-115867
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	14207	88077	152129	14202	56231	-115721
Wind angle: -45	GW / opgw	1856	15816	25944	1855	7613	-15270
	Comp. gl	3849	25141	43062			
1b	380C1F1 / 380C2F1	14195	67811	136493	14194	63266	-134493
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14195	67309	136112	14194	63227	-134500
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	14195	66693	135679	14194	63177	-134510
Wind angle: -45	GW / opgw	1854	9080	17879	1854	8160	-17289
	Comp. gl	3846	17755	35908			
3	380C1F1 / 380C2F1	22421	98433	186136	22419	83790	-176382
Wind+ice, -5 dg	380C1F2 / 380C2F2	22421	96774	184519	22419	83673	-176389
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	22420	94735	182634	22419	83526	-176403
Wind angle: -45	GW / opgw	6531	24969	45353	6530	20371	-42601
	Comp. gl	13214	46287	88135			
4	380C1F1 / 380C2F1	16207	66084	132786	16206	61831	-131414
Construction/m	380C1F2 / 380C2F2	16207	65626	132496	16206	61792	-131422
Permanent loa	380C1F3 / 380C2F3	16207	65059	132172	16206	61743	-131435
Wind angle: -45	GW / opgw	2356	9651	19102	2356	8841	-18749
	Comp. gl	4850	19090	38769			

Totaal			
Vert	Dwars	Langs	
[kN]	[kN]	[kN]	
28,404	117,854	0	
28,404	116,858	0	
28,404	115,632	0	
3,71	16,082	0	
3,847	15,792	31,671	
28,388	127,086	0	
28,388	126,96	0	
28,388	126,798	0	
3,708	16,426	0	
3,845	16,749	35,479	
44,838	169,236	0	
44,838	168,85	0	
44,838	168,368	0	
13,06	41,276	0	
13,213	41,15	85,996	
32,412	124,202	0	
32,412	124,078	0	
32,412	123,92	0	
4,712	17,782	0	
4,85	18,179	38,547	
28,41	155,04	-49,882	
28,41	150,291	-43,902	
28,409	144,308	-36,408	
3,711	23,429	-10,674	
3,847	15,304	31,383	
28,389	131,077	-2	
28,389	130,536	-1,612	
44,84	129,87	-1,169	
3,708	17,24	-0,59	
3,845	16,682	35,488	
44,84	182,223	-9,754	
44,84	180,447	-8,13	
44,839	178,261	-6,231	
13,061	45,34	-2,752	
13,213	40,808	86,04	
32,413	127,315	-1,372	
32,413	127,418	-1,074	
32,413	126,802	-0,737	
4,712	18,492	-0,353	
4,85	18,115	38,561	
28,416	188,346	0	
28,414	180,12	0	
28,412	169,778	0	
3,712	30,124	0	
3,848	24,165	41,727	
28,39	134,72	0	
28,39	133,816	0	
28,39	132,702	0	
3,708	17,972	0	
3,846	17,65	35,833	
44,842	193,882	0	
44,84	190,89	0	
44,84	187,214	0	
13,062	49,018	0	
13,214	45,753	87,767	
32,414	131,344	0	
32,414	130,514	0	
32,412	129,488	0	
4,712	19,14	0	
4,85	18,997	38,722	
28,41	155,04	49,882	
28,41	150,291	43,902	
28,409	144,308	36,408	
3,711	23,429	10,674	
3,849	25,141	43,062	
28,389	131,077	2	
28,389	130,536	1,612	
28,389	129,87	1,169	
3,708	17,24	0,59	
3,846	17,755	35,908	
44,84	182,223	9,754	
44,84	180,447	8,13	
44,839	178,261	6,231	
13,061	45,34	2,752	
13,214	46,287	88,135	
32,413	127,915	1,372	
32,413	127,418	1,074	
32,413	126,802	0,737	
4,712	18,492	0,353	
4,85	19,09	38,769	

Belastingen op mastvoet, per lijn

M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
0	6128,408	28,404	0	117,854
0	4908,036	28,404	0	116,858
0	3700,224	28,404	0	115,632
0	829,8204	3,71	0	16,082
775,9395	394,8865	3,847	31,671	15,792
0	6608,472	28,388	0	127,086
0	5332,32	28,388	0	126,96
0	4057,536	28,388	0	126,798
0	847,5087	3,708	0	16,426
869,2355	418,3289	3,845	35,479	16,749
0	8800,272	44,838	0	169,236
0	7091,7	44,838	0	168,85
0	5387,776	44,838	0	168,368
0	2132,503	13,06	0	41,276
2106,902	1035,592	13,213	85,996	41,15
0	6458,504	32,412	0	124,202
0	5211,276	32,412	0	124,078
0	3965,44	32,412	0	123,92
0	918,0027	4,712	0	17,782
944,4015	455,4493	4,85	38,547	18,179
-2593,86	8062,08	28,41	-49,882	155,04
-1843,88	6312,222	28,41	-43,902	150,291
-1165,06	4617,856	28,409	-36,408	144,308
-548,9	1207,633	3,711	-10,674	23,429
768,8835	382,9305	3,847	31,383	15,304
-104	6816,004	28,389	-2	131,077
-67,704	5482,512	28,389	-1,612	130,536
-37,408	4155,84	28,389	-1,169	129,87
-30,3402	889,3678	3,708	-0,59	17,24
869,456	416,6874	3,845	35,488	16,682
-507,208	9475,596	44,84	-9,754	182,223
-341,46	7578,774	44,84	-8,13	180,447
-199,392	5704,352	44,839	-6,231	178,261
-141,519	2341,491	13,061	-2,752	45,34
2107,98	1027,213	13,213	86,04	40,808
-71,344	6651,58	32,413	-1,372	127,915
-45,108	5351,556	32,413	-1,074	127,418
-23,584	4057,664	32,413	-0,737	126,802
-18,1527	954,5137	4,712	-0,353	18,492
944,7445	453,8813	4,85	38,561	18,115
0	9793,992	28,416	0	188,346
0	7565,04	28,414	0	180,12
0	5432,896	28,412	0	169,778
0	1551,918	3,712	0	30,124
1022,312	600,0271	3,848	41,727	24,165
0	7005,44	28,39	0	134,72
0	5620,272	28,39	0	133,816
0	4246,464	28,39	0	132,702
0	927,0102	3,708	0	17,972
877,9085	440,4055	3,846	35,833	17,65
0	10081,86	44,842	0	193,882
0	8017,38	44,84	0	190,89
0	5990,848	44,84	0	187,214
0	2530,629	13,062	0	49,018
2150,292	1148,368	13,214	87,767	45,753
0	6829,888	32,414	0	131,344
0	5481,588	32,414	0	130,514
0	4143,616	32,412	0	129,488
0	987,8365	4,712	0	19,14
948,689	475,4903	4,85	38,722	18,997
2593,864	8062,08	28,41	49,882	155,04
1843,884	6312,222	28,41	43,902	150,291
1165,056	4617,856	28,409	36,408	144,308
548,8998	1207,633	3,711	10,674	23,429
1055,019	623,9412	3,849	43,062	25,141
104	6816,004	28,389	2	131,077
67,704	5482,512	28,389	1,612	130,536
37,408	4155,84	28,389	1,169	129,87
30,34016	889,3678	3,708	0,59	17,24
879,746	442,978	3,846	35,908	17,755
507,208	9475,596	44,84	9,754	182,223
341,46	7578,774	44,84	8,13	180,447
199,392	5704,352	44,839	6,231	178,261
141,5188	2341,491	13,061	2,752	45,34
2159,308	1161,451	13,214	88,135	46,287
71,344	6651,58	32,413	1,372	127,915
45,108	5351,556	32,413	1,074	127,418
23,584	4057,664	32,413	0,737	126,802
18,15267	954,5137	4,712	0,353	18,492
949,8405	477,7688	4,85	38,769	19,09

Belasting op mastvoet, belastinggeval

	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a	775,9395	15961,37	92,769	31,671	382,218
Wind angle: 0 dgr					
1b	869,2355	17264,17	92,717	35,479	414,019
Wind angle: 0 dgr					
3	2106,902	24447,84	160,787	85,996	588,88
Wind angle: 0 dgr					
4	944,4015	17008,67	106,798	38,547	408,161
Wind angle: 0 dgr					
1a	-5382,82	20582,72	92,787	-109,483	488,372
Wind angle: 45 dgr					
1b	630,0038	17760,41	92,72	30,117	425,405
Wind angle: 45 dgr					
3	918,4012	26127,43	160,793	59,173	627,079
Wind angle: 45 dgr					
4	786,5558	17469,19	106,801	35,025	418,742
Wind angle: 45 dgr					
1a	1022,312	24943,87	92,802	41,727	592,533
Wind angle: 90 dgr					
1b	877,9085	18239,59	92,724	35,833	436,86
Wind angle: 90 dgr					
3	2150,292	27769,09	160,798	87,767	666,757
Wind angle: 90 dgr					
4	948,689	17918,42	106,802	38,722	429,483
Wind angle: 90 dgr					
1a	7206,723	20823,73	92,789	183,928	498,209
Wind angle: -45 dgr					
1b	1119,198	17786,7	92,721	41,279	426,478
Wind angle: -45 dgr					
3	3348,886	26261,66	160,794	115,002	632,558
Wind angle: -45 dgr					
4	1108,029	17493,08	106,801	42,305	419,717
Wind angle: -45 dgr					

Belasting uit mast

N	V	M
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452
660	85	2452

regel		Loadcase	Totaal M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	M langs max	M dwars max	N max	V langs max	V dwars max	M tot max	N min
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	3228	18413	753	116	467	18694,17	1					
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	3321	19716	753	120	499	19993,94	2					x
3	Perm load 1,2	0 deg	3	4559	26900	821	171	674	27283,42	3					
4	Perm load 1,2	0 deg	4	3396	19461	767	123	493	19754,83	4					
5										5					
6	Perm load 1,2	45 deg	1a	7835	23035	753	194	573	24330,7	6					
7	Perm load 1,2	45 deg	1b	3082	20212	753	115	510	20446,03	7					
8	Perm load 1,2	45 deg	3	3370	28579	821	144	712	28777,48	8					
9	Perm load 1,2	45 deg	4	3239	19921	767	120	503	20182,72	9					
10										10					
11	Perm load 1,2	90 deg	1a	3474	27396	753	126	677	27615,3	11					
12	Perm load 1,2	90 deg	1b	3330	20692	753	120	522	20957,82	12					
13	Perm load 1,2	90 deg	3	4602	30221	821	172	751	30569,52	13	x	x	x	x	
14	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	3401	20370	767	123	514	20652,33	14					
15										15					
16	Perm load 1,2	-45 deg	1a	8941	23276	753	269	583	24933,77	16	x				
17	Perm load 1,2	-45 deg	1b	2853	20239	753	126	511	20438,81	17					
18	Perm load 1,2	-45 deg	3	5083	28714	821	200	717	29160,05	18					
19	Perm load 1,2	-45 deg	4	2842	19945	767	127	504	20146,52	19					
				8941	30221	821	269	751	30570						
						753									

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
2	W2H400A+	08-AN2	Perm load :0 deg	1b	3321	19716	753	120	499
13	W2H400A+	08-AN2	Perm load :90 deg	3	4602	30221	821	172	751
16	W2H400A+	08-AN2	Perm load :-45 deg	1a	8941	23276	753	269	583
2	W2H400A+	08-AN2	Perm load :0 deg	1b	3321	19716	753	120	499
	W2H400A+	08-AN2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
	W2H400A+	08-AN2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B

W2S350+5 09-I

Hoogte mast 51 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3) 28 m

		Ber & bijlage	Hoogte	Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / OPGW	M_{totaal} =	0,7 m +	50,3 m	-1,458 m
1e traverse - 380C1F1	F2 +	8,5 m +	45 m	4,41 m
2e traverse - 380C1F2	F3 +	8,5 m +	36,5 m	4,41 m
3e traverse - 380C1F3			28 m	4,41 m
Passeve lijn = Comp C.	F3 -	4 m +	24 m	-1,773 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
318	81	2034

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;max	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
76	203	246	1513	9398

Belastingen uit lijnen

regel				M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	1a		0	1957	101	0	44
		1b		0	2235	101	0	52
			3	0	3345	203	0	77
			4	0	2320	124	0	52
			6	0	2140	114	0	48
	45 deg	1a		-1256	5516	101	-34	141
		1b		-73	2889	101	-2	69
			3	-270	5383	203	-7	133
			4	-54	2970	124	-1	70
	90 deg	1a		0	**9398**	101	0	**246**
		1b		0	3579	101	0	88
			3	0	7544	**203**	0	192
			4	0	3647	124	0	88
	-45 deg	1a		1256	5516	101	34	141
		1b		73	2889	101	2	69
			3	270	5383	203	7	133
			4	54	2970	124	1	70
Perm load 0,9	0 deg	1a		0	1549	76	0	35
		1b		0	1818	**76**	0	43
			3	0	2995	178	0	70
			4	0	1931	99	0	44
			6	0	**1537**	76	0	**35**
	45 deg	1a		**-1513**	5221	76	**-41**	135
		1b		-106	2480	76	-3	61
			3	-322	5047	178	-9	126
			4	-74	2585	99	-2	62
	90 deg	1a		0	9193	76	0	243
		1b		0	3192	76	0	80
			3	0	7240	178	0	186
			4	0	3276	99	0	80
	-45 deg	1a		**1513**	5221	76	**41**	135
		1b		106	2480	76	3	61
			3	322	5047	178	9	126
			4	74	2585	99	2	62

Belasting uit mast

N	V	M
318	81	2034

Totaal

regel		Loadcase	M_{totaal}	M_{dwars}	N	V_{totaal}	V_{dwars}	Totaal moment
1 Perm load 1,2	0 deg	1a			2034	1957	419	81	44	2822,514
2 Perm load 1,2	0 deg	1b			381	2235	419	15	52	2267,616
3 Perm load 1,2	0 deg		3	572	3345	521	23	77	3394,034
4 Perm load 1,2	0 deg		4	381	2320	442	15	52	2351,234
5 Perm load 1,2	0 deg		6						
6									
7 Perm load 1,2	45 deg	1a			2694	6954	419	91	198	7457,472
8 Perm load 1,2	45 deg	1b			342	3159	419	13	80	3177,613
9 Perm load 1,2	45 deg		3	674	5788	521	23	149	5827,148
10 Perm load 1,2	45 deg		4	324	3240	442	12	80	3255,736
11									
12 Perm load 1,2	90 deg	1a			0	11432	419	0	327	11432,29
13 Perm load 1,2	90 deg	1b			0	3960	419	0	103	3960,167
14 Perm load 1,2	90 deg		3	0	8116	521	0	215	8116,046
15 Perm load 1,2	90 deg	4 Construc		0	4028	442	0	103	4028,124
16									
17 Perm load 1,2	-45 deg	1a			2694	6954	419	91	198	7457,472
18 Perm load 1,2	-45 deg	1b			342	3159	419	13	80	3177,613
19 Perm load 1,2	-45 deg		3	674	5788	521	23	149	5827,148
20 Perm load 1,2	-45 deg		4	324	3240	442	12	80	3255,736
21									
22 Perm load 0,9	0 deg	1a			2034	1549	315	81	35	2556,748
23 Perm load 0,9	0 deg	1b			381	1818	315	15	43	1857,127
24 Perm load 0,9	0 deg		3	572	2995	416	23	70	3049,397
25 Perm load 0,9	0 deg		4	381	1931	337	15	44	1968,167
26 Perm load 0,9	0 deg		6						
27									
28 Perm load 0,9	45 deg	1a			2951	6660	315	98	192	7284,13
29 Perm load 0,9	45 deg	1b			376	2750	315	14	71	2775,416
30 Perm load 0,9	45 deg		3	726	5452	416	25	142	5499,756
31 Perm load 0,9	45 deg	4 Construc		343	2855	337	13	72	2875,662
32									
33 Perm load 0,9	90 deg	1a			0	11227	315	0	324	11227,44
34 Perm load 0,9	90 deg	1b			0	3573	315	0	95	3573,294
35 Perm load 0,9	90 deg		3	0	7812	416	0	209	7811,758
36 Perm load 0,9	90 deg		4	0	3657	337	0	96	3657,101
37									
38 Perm load 0,9	-45 deg	1a			2951	6660	315	98	192	7284,13
39 Perm load 0,9	-45 deg	1b			376	2750	315	14	71	2775,416
40 Perm load 0,9	-45 deg		3	726	5452	416	25	142	5499,756
41 Perm load 0,9	-45 deg		4	343	2855	337	13	72	2875,662
	Max			2951	11432	521	98	327	11432

samenvatting

Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
12 W2S350+5 09-I	Perm load	90 deg	1a	0	11432	419	0	327
14 W2S350+5 09-I	Perm load	90 deg	3	0	8116	521	0	215
28 W2S350+5 09-I	Perm load	45 deg	1a	2951	6660	315	98	192

W2S350+5

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to

50341-3-15

APPENDIX: I

	Attachment point	AHEAD [N]			BACK [N]			Totaal Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	14907	6455		146657	14907	6455	-146657	29,814	12,91	0
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14907	6451		146657	14907	6451	-146657	29,814	12,902	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	14907	6446		146657	14907	6446	-146657	29,814	12,892	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	1947	849		19242	1947	849	-19242	3,894	1,698	0
	Comp. gl	4038	1754		39867	4038	1754	-39867	8,076	3,508	0
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	14900	7606		173968	14900	7606	-173968	29,8	15,212	0
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14900	7605		173968	14900	7605	-173968	29,8	15,21	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	14900	7604		173968	14900	7604	-173968	29,8	15,208	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	1946	984		22489	1946	984	-22489	3,892	1,968	0
	Comp. gl	4036	2011		46005	4036	2011	-46005	8,072	4,022	0
3	3 380C1F1 / 380C2F1	25691	10256		234233	25691	10256	-234233	51,382	20,512	0
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	25691	10254		234233	25691	10254	-234233	51,382	20,508	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	25691	10251		234233	25691	10251	-234233	51,382	20,502	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	8083	2543		58024	8083	2543	-58024	16,166	5,086	0
	Comp. gl	16332	5119		116933	16332	5119	-116933	32,664	10,238	0
4	4 380C1F1 / 380C2F1	17913	7550		172685	17913	7550	-172685	35,826	15,1	0
Construction/maintena	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17913	7549		172685	17913	7549	-172685	35,826	15,098	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	17913	7548		172685	17913	7548	-172685	35,826	15,096	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	2699	1108		25331	2699	1108	-25331	5,398	2,216	0
	Comp. gl	5542	2269		51910	5542	2269	-51910	11,084	4,538	0
6	6 380C1F1 / 380C2F1	16772	7005		160442	16772	7005	-160442	33,544	14,01	0
Permanent, +10 dgr	Permanent, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	16772	7005		160442	16772	7005	-160442	33,544	14,01	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.35380C1F3 / 380C2F3	16772	7005		160442	16772	7005	-160442	33,544	14,01	0
	GW / oopw	2190	922		21111	2190	922	-21111	4,38	1,844	0
	Comp. gl	4543	1908		43708	4543	1908	-43708	9,086	3,816	0
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	14910	20279		178767	14912	23138	-189670	29,822	43,417	-10,903
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14910	19149		174662	14911	21776	-184396	29,821	40,925	-9,734
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	14909	17734		169727	14910	20067	-177988	29,819	37,801	-8,261
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1947	3194		26317	1948	3847	-28499	3,895	7,181	-2,182
	Comp. gl	4039	5336		48171	4039	6079	-51032	8,078	11,415	-2,861
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	14900	10153		175454	14900	10657	-176091	29,8	20,81	-0,637
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14900	9954		175230	14900	10417	-175775	29,8	20,371	-0,545
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	14900	9703		174974	14900	10116	-175411	29,8	19,819	-0,437
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1946	1435		22861	1946	1525	-23017	3,892	2,96	-0,156
	Comp. gl	4036	2672		46388	4036	2802	-46552	8,072	5,474	-0,164
3	3 380C1F1 / 380C2F1	25692	17440		239845	25692	18873	-242182	51,384	36,313	-2,337
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	25692	16873		239019	25692	18190	-241025	51,384	35,063	-2,006
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	25691	16162		238064	25692	17334	-239686	51,383	33,496	-1,622
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	8084	4842		59459	8084	5298	-60060	16,168	10,14	-0,601
	Comp. gl	16332	8489		118455	16333	9151	-119112	32,665	17,64	-0,657
4	4 380C1F1 / 380C2F1	17913	10083		173811	17914	10581	-174301	35,827	20,664	-0,49
Construction/maintena	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17913	9886		173639	17914	10344	-174057	35,827	20,23	-0,418
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	17913	9637		173443	17913	10046	-173777	35,826	19,683	-0,334
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	2699	1553		25562	2699	1641	-25661	5,398	3,194	-0,099
	Comp. gl	5542	2923		52147	5542	3051	-52252	11,084	5,974	-0,105
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	14918	38327		252760	14918	38327	-252760	29,836	76,654	0
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14917	35775		241952	14917	35775	-241952	29,834	71,55	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	14916	32556		228346	14916	32556	-228346	29,832	65,112	0
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / opgw	1949	6539		40255	1949	6539	-40255	3,898	13,078	0
	Comp. gl	4041	10034		67819	4041	10034	-67819	8,082	20,068	0
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	14900	13359		181105	14900	13359	-181105	29,8	26,718	0
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14900	12899		180081	14900	12899	-180081	29,8	25,798	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	14900	12323		178890	14900	12323	-178890	29,8	24,646	0
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / opgw	1946	2012		24212	1946	2012	-24212	3,892	4,024	0
	Comp. gl	4037	3502		47847	4037	3502	-47847	8,074	7,004	0
3	3 380C1F1 / 380C2F1	25695	26578		259690	25695	26578	-259690	51,39	53,156	0
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	25695	25266		256221	25695	25266	-256221	51,39	50,532	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	25694	23622		252124	25694	23622	-252124	51,388	47,244	0
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / opgw	8086	7732		64556	8086	7732	-64556	16,172	15,464	0
	Comp. gl	16335	12677		124217	16335	12677	-124217	32,67	25,354	0
4	4 380C1F1 / 380C2F1	17914	13236		178213	17914	13236	-178213	35,828	26,472	0
Construction/maintena	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17914	12785		177407	17914	12785	-177407	35,828	25,57	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	17914	12220		176474	17914	12220	-176474	35,828	24,44	0
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / opgw	2699	2110		26448	2699	2110	-26448	5,398	4,22	0
	Comp. gl	5542	3732		53097	5542	3732	-53097	11,084	7,464	0
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	14912	21138		189670	14910	20279	-178767	29,822	43,417	10,903
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14911	21776		184396	14910	19149	-174662	29,821	40,925	9,734
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	14910	20067		177988	14909	17734	-169727	29,819	37,801	8,261
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1948	3847		28499	1947	3194	-26317	3,895	7,181	2,182
	Comp. gl	4039	6079		51032	4039	5336	-48171	8,078	11,415	2,861
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	14900	10657		176091	14900	10153	-175454	29,8	20,81	0,637
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14900	10417		175775	14900	9954	-175230	29,8	20,371	0,545
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	14900	10116		175411	14900	9703	-174974	29,8	19,819	0,437
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1946	1525		23017	1946	1435	-22861	3,892	2,96	0,156
	Comp. gl	4036	2802		46552	4036	2672	-46388	8,072	5,474	0,164
3	3 380C1F1 / 380C2F1	25692	18873		242182	25692	17440	-239845	51,384	36,313	2,337
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	25692	18190		241025	25692	16873	-239019	51,384	35,063	2,006
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	25692	17334		239686	25691	16162	-238064	51,383	33,496	1,622
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	8084	5298		60060	8084	4842	-59459	16,168	10,14	0,601
	0 Comp. gl	16333	9151		119112	16332	8489	-118455	32,665	17,64	0,657
4	4 380C1F1 / 380C2F1	17914	10581		174301	17913	10083	-173811	35,827	20,664	0,49
Construction/maintena	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	17914	10344		174057	17913	9886	-173639	35,827	20,23	0,418
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.2380C1F3 / 380C2F3	17913	10046		173777	17913	9637	-173443	35,826	19,683	0,334
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	2699	1641		25661	2699	1553	-25562	5,398	3,194	0,099
	Comp. gl	5542	3051		52252	5542	2923	-52147	11,084	5,974	0,105
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	11178	5177		117394	11178	5177	-117394	22,356	10,354	0
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	11178	5174		117394	11178	5174	-117394	22,356	10,348	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	11178	5169		117394	11178	5169	-117394	22,356	10,338	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	1460	677		15289	1460	677	-15289	2,92	1,354	0
	Comp. gl	3028	1399		31734	3028	1399	-31734	6,056	2,798	0
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	11172	6290		143819	11172	6290	-143819	22,344	12,58	0
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	11172	6289		143819	11172	6289	-143819	22,344	12,578	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	11172	6288		143819	11172	6288	-143819	22,344	12,576	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	1459	803		18356	1459	803	-18356	2,918	1,606	0
	Comp. gl	3027	1642		37544	3027	1642	-37544	6,054	3,284	0
3	3 380C1F1 / 380C2F1	21959	9184		209682	21959	9184	-209682	43,918	18,368	0
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	21959	9182		209682	21959	9182	-209682	43,918	18,364	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	21959	9179		209682	21959	9179	-209682	43,918	18,358	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	7595	2434		55540	7595	2434	-55540	15,19	4,868	0
	Comp. gl	15319	4895		111800	15319	4895	-111800	30,638	9,79	0
4	4 380C1F1 / 380C2F1	14184	6342		145028	14184	6342	-145028	28,368	12,684	0
Construction/maintena	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14184	6342		145028	14184	6342	-145028	28,368	12,684	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	14184	6341		145028	14184	6341	-145028	28,368	12,682	0
Wind angle: 0 dgr	Wind angle: 0 dgrGW / opgw	2211	952		21752	2211	952	-21752	4,422	1,904	0
	Comp. gl	4531	1947		44539	4531	1947	-44539	9,062	3,894	0
6	6 380C1F1 / 380C2F1	11178	5126		117395	11178	5126	-117395	22,356	10,252	0
Permanent, +10 dgr	Permanent, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	11178	5126		117395	11178	5126	-117395	22,356	10,252	0
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 1.35380C1F3 / 380C2F3	11178	5126		117395	11178	5126	-117395	22,356	10,252	0
	GW / oopw	1460	668		15289	1460	668	-15289	2,92	1,336	0
	Comp. gl	3028	1386		31734	3028	1386	-31734	6,056	2,772	0
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	11181	19444		159676	11182	22396	-172725	22,363	41,84	-13,049
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	11181	18273		154641	11182	20991	-166465	22,363	39,264	-11,824
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	11180	16805		148484	11181	19225	-158726	22,361	36,03	-10,242
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1460	3242		24215	1461	3768	-26690	2,921	7,01	-2,475
	Comp. gl	3029	5097		42700	3029	5865	-46147	6,058	10,962	-3,447
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	11172	8868		146034	11173	9385	-146964	22,345	18,253	-0,93
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	11172	8664		145707	11172	9139	-146503	22,344	17,803	-0,796
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	11172	8408		145330	11172	8830	-145971	22,344	17,238	-0,641
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1459	1262		18902	1459	1355	-19126	2,918	2,617	-0,224
	Comp. gl	3027	2310		38113	3027	2444	-38353	6,054	4,754	-0,24
3	3 380C1F1 / 380C2F1	21960	16424		216603	21961	17878	-219437	43,921	34,302	-2,834
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	21960	15850		215596	21960	17185	-218037	43,92	33,035	-2,441
Permanent loads yg=	Permanent loads yg= 0.9380C1F3 / 380C2F3	21960	15129		214430	21960	16316	-216409	43,92	31,445	-1,979
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / opgw	7596	4739		57102	7596	5196	-57751	15,192	9,935	-0,649
	Comp. gl	15319	8270		113466	15320	8935	-114181	30,639	17,205	-0,715
4	4 380C1F1 / 380C2F1	14184	8894		146589	14184	9399	-147257	28,368	18,293	-0,668

Belastingen op mastvoet, per lijn

M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
0	712,4297	29,814	0	12,91
0	602,4027	29,814	0	12,902
0	492,4557	29,814	0	12,892
0	79,73195	3,894	0	1,698
0	69,87325	8,076	0	3,508
0	815,958	29,8	0	15,212
0	686,583	29,8	0	15,21
0	557,242	29,8	0	15,208
0	93,31586	3,892	0	1,968
0	82,21634	8,072	0	4,022
0	1149,635	51,382	0	20,512
0	975,1366	51,382	0	20,508
0	800,6506	51,382	0	20,502
0	232,2558	16,166	0	5,086
0	187,7987	32,664	0	10,238
0	837,4927	35,826	0	15,1
0	709,0697	35,826	0	15,098
0	580,6807	35,826	0	15,096
0	103,5945	5,398	0	2,216
0	89,26007	11,084	0	4,538
0	778,379	33,544	0	14,01
0	659,294	33,544	0	14,01
0	540,209	33,544	0	14,01
0	86,36716	4,38	0	1,844
0	75,47452	9,086	0	3,816
-490,635	2085,28	29,822	-10,903	43,417
-355,291	1625,273	29,821	-9,734	40,925
-231,308	1189,93	29,819	-8,261	37,801
-109,755	355,5254	3,895	-2,182	7,181
-68,664	259,6377	8,078	-2,861	11,415
-28,665	1067,868	29,8	-0,637	20,81
-19,8925	874,9595	29,8	-0,545	20,371
-12,236	686,35	29,8	-0,437	19,819
-7,8468	143,2135	3,892	-0,156	2,96
-5,936	117,0643	8,072	-0,164	5,474
-105,165	1860,688	51,384	-2,337	36,313
-73,219	1506,403	51,384	-2,006	35,063
-30,06	948,2879	28,368	-0,668	18,293
490,635	2085,28	29,822	10,903	43,417
355,291	1625,273	29,821	9,734	40,925
231,308	1189,93	29,819	8,261	37,801
109,7546	355,5254	3,895	2,182	7,181
68,664	259,6377	8,078	2,861	11,415
28,665	1067,868	29,8	0,637	20,81
19,8925	874,9595	29,8	0,545	20,371
12,236	686,35	29,8	0,437	19,819
7,8468	143,2135	3,892	0,156	2,96
3,936	117,0643	8,072	0,164	5,474
105,165	1860,688	51,384	2,337	36,313
73,219	1506,403	51,384	2,006	35,063
45,416	1164,487	51,383	1,622	33,496
30,2303	486,4691	16,168	0,601	10,14
15,768	365,445	32,665	0,657	17,64
22,05	1087,877	35,827	0,49	20,664
15,257	896,3921	35,827	0,418	20,23
9,352	709,1167	35,826	0,334	19,683
4,9797	152,7879	5,398	0,099	3,194
2,52	123,7241	11,084	0,105	5,974
0	564,52	22,356	0	10,354
0	476,292	22,356	0	10,348
0	388,054	22,356	0	10,338
0	63,84884	2,92	0	1,354
0	56,41471	6,056	0	2,798
0	664,637	22,344	0	12,58
0	557,634	22,344	0	12,578
0	450,665	22,344	0	12,576

Construction/maintenar	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14184	8694	146355	14184	9159	-146926	28,368	17,853	-0,571	-20,8415	776,7374	28,368	-0,571	17,853	Wind angle: 45 dgr							
Permanent loads yp	Permanent loads yp= 0.938OC1F3 / 380C2F3	14184	8442	146086	14184	8857	-146544	28,368	17,299	-0,458	-12,824	609,4749	28,368	-0,458	17,299								
Wind angle: 45 dgr	Wind angle: 45 dgrGW / ogpw	2211	1400	22056	2211	1489	-22185	4,422	2,889	-0,129	-6,4887	138,8694	4,422	-0,129	2,889								
	Comp. gl	4531	2605	44856	4531	2734	-44993	9,062	5,339	-0,137	-1,288	112,0691	9,062	-0,137	5,339								
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	11188	37902	243059	11188	37902	-243059	22,376	75,804	0	0	3509,858	22,376	0	75,804	1a	0	9193,444	76,106	0	243,32		
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	11187	35313	231406	11187	35313	-231406	22,374	70,626	0	0	2676,518	22,374	0	70,626	Wind angle: 90 dgr							
Permanent loads yp	Permanent loads yp= 0.938OC1F3 / 380C2F3	11186	32039	216560	11186	32039	-216560	22,372	64,078	0	0	1892,845	22,372	0	64,078								
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / ogpw	1462	6497	39301	1462	6497	-39301	2,924	12,994	0	0	649,335	2,924	0	12,994								
	Comp. gl	3030	9909	64971	3030	9909	-64971	6,06	19,818	0	0	464,8876	6,06	0	19,818								
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	11173	12178	154081	11173	12178	-154081	22,346	24,356	0	0	1194,566	22,346	0	24,356	1b	0	3191,919	76,01	0	80,022		
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	11173	11700	152650	11173	11700	-152650	22,346	23,4	0	0	952,6459	22,346	0	23,4	Wind angle: 90 dgr							
Permanent loads yp	Permanent loads yp= 0.938OC1F3 / 380C2F3	11173	11103	150973	11173	11103	-150973	22,346	22,206	0	0	720,3139	22,346	0	22,206								
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / ogpw	1459	1862	20775	1459	1862	-20775	2,918	3,724	0	0	183,0628	2,918	0	3,724								
	Comp. gl	3027	3168	40194	3027	3168	-40194	6,054	6,336	0	0	141,3303	6,054	0	6,336								
3	3 380C1F1 / 380C2F1	21964	25723	240154	21964	25723	-240154	43,928	51,446	0	0	2508,792	43,928	0	51,446	3	0	7239,696	177,618	0	185,886		
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	21963	24386	236112	21963	24386	-236112	43,926	48,772	0	0	1973,892	43,926	0	48,772	Wind angle: 90 dgr							
Permanent loads yp	Permanent loads yp= 0.938OC1F3 / 380C2F3	21962	22711	231302	21962	22711	-231302	43,924	45,422	0	0	1465,521	43,924	0	45,422								
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / ogpw	7598	7644	62562	7598	7644	-62562	15,196	15,288	0	0	746,8306	15,196	0	15,288								
	Comp. gl	15322	12479	119694	15322	12479	-119694	30,644	24,958	0	0	544,6602	30,644	0	24,958								
4	4 380C1F1 / 380C2F1	14184	12112	152494	14184	12112	-152494	28,368	24,224	0	0	1215,183	28,368	0	24,224	4	0	3275,726	98,59	0	80,454		
Construction/maintenar	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14184	11650	151426	14184	11650	-151426	28,368	23,3	0	0	975,5529	28,368	0	23,3	Wind angle: 90 dgr							
Permanent loads yp	Permanent loads yp= 0.938OC1F3 / 380C2F3	14184	11071	150183	14184	11071	-150183	28,368	22,142	0	0	745,0789	28,368	0	22,142								
Wind angle: 90 dgr	Wind angle: 90 dgrGW / ogpw	2212	1968	23187	2212	1968	-23187	4,424	3,936	0	0	191,5306	4,424	0	3,936								
	Comp. gl	4531	3426	46086	4531	3426	-46086	9,062	6,852	0	0	148,3811	9,062	0	6,852								
1a	1a 380C1F1 / 380C2F1	11182	22396	172725	11181	19444	-159676	22,363	41,84	13,049	587,205	1981,421	22,363	13,049	41,84	1a	1512,778	5221,321	76,066	41,037	135,106		
Wind, 10 dgr	Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	11182	20991	166465	11181	18273	-154641	22,363	39,264	11,824	431,576	1531,757	22,363	11,824	39,264	Wind angle: -45 dgr							
Permanent loads yp	Permanent loads yp= 0.938OC1F3 / 380C2F3	11181	19225	158726	11180	16805	-148484	22,361	36,03	10,242	286,776	1107,452	22,361	10,242	36,03								
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / ogpw	1461	3768	26690	1460	3242	-24215	2,921	7,01	2,475	124,4925	348,3442	2,921	2,475	7,01								
	Comp. gl	3029	5865	46147	3029	5097	-42700	6,058	10,962	3,447	82,728	252,3472	6,058	3,447	10,962								
1b	1b 380C1F1 / 380C2F1	11173	9385	146964	11172	8868	-146034	22,345	18,253	0,93	41,85	919,9265	22,345	0,93	18,253	1b	105,8792	2480,217	76,005	2,831	60,665		
Wind, -20 dgr	Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	11172	9139	146503	11172	8664	-145707	22,344	17,803	0,796	29,054	748,3465	22,344	0,796	17,803	Wind angle: -45 dgr							
Permanent loads yp	Permanent loads yp= 0.938OC1F3 / 380C2F3	11172	8830	145971	11172	8408	-145330	22,344	17,238	0,641	17,948	581,201	22,344	0,641	17,238								
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / ogpw	1459	1355	19126	1459	1262	-18902	2,918	2,617	0,224	11,2672	127,3807	2,918	0,224	2,617								
	Comp. gl	3027	2444	38353	3027	2310	-38113	6,054	4,754	0,24	5,76	103,3623	6,054	0,24	4,754								
3	3 380C1F1 / 380C2F1	21961	17878	219437	21960	16424	-216603	43,921	34,302	2,834	127,53	1737,282	43,921	2,834	34,302	3	321,8432	5047,071	177,592	8,618	125,922		
Wind+ice, -5 dgr	Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	21960	17185	218037	21960	15850	-215596	43,92	33,035	2,441	89,0965	1399,465	43,92	2,441	33,035	Wind angle: -45 dgr							
Permanent loads yp	Permanent loads yp= 0.938OC1F3 / 380C2F3	21960	16316	216409	21960	15129	-214430	43,92	31,445	1,979	55,412	1074,147	43,92	1,979	31,445								
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / ogpw	7596	5196	57751	7596	4739	-57102	15,192	9,935	0,649	32,6447	477,5806	15,192	0,649	9,935								
	0 Comp. gl	15320	8935	114181	15319	8270	-113466	30,639	17,205	0,715	17,16	358,5971	30,639	0,715	17,205								
4	4 380C1F1 / 380C2F1	14184	9399	147257	14184	8894	-146589	28,368	18,293	0,668	30,06	948,2879	28,368	0,668	18,293	4	73,5022	2585,439	98,588	1,963	61,673		
Construction/maintenar	Construction/maintenance, 5 dgr 380C1F2/ 380C2F2	14184	9159	146926	14184	8694	-146355	28,368	17,853	0,571	20,8415	776,7374	28,368	0,571	17,853	Wind angle: -45 dgr							
Permanent loads yp	Permanent loads yp= 0.938OC1F3 / 380C2F3	14184	8857	146544	14184	8442	-146086	28,368	17,299	0,458	12,824	609,4749	28,368	0,458	17,299								
Wind angle: -45 dgr	Wind angle: -45 dgrGW / ogpw	2211	1489	22185	2211	1400	-22056	4,422	2,889	0,129	6,4887	138,8694	4,422	0,129	2,889								
	Comp. gl	4531	2734	44993	4531	2605	-44856	9,062	5,339	0,137	3,288	112,0691	9,062	0,137	5,339								

W2S350+5 09 - I2

Hoogte mast Ber & bijlage 51 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3) 28 m

			Hoogte	Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Blikvormdraad = GW / CH_{mast} -	0,7	m =	50,3 m	-1,458 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	8,5	m =	45 m	4,41 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5	m =	36,5 m	4,41 m
3e traverse - 380C1F3			28 m	4,41 m
Passieve lijn = Comp C. F3 -	4	m =	24 m	-1,773 m

Uit mast
ULS (incl bel factoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
318	81	2034

Uit lijnen
SLS

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
84	152	172	792	6619

Belastingen uit lijnen

			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
SLS	0 deg	1a 380C1F1	0	**1684**	85	0	**38**
		1b 380C1F1	0	1960	**84**	0	46
		3 380C1F1 ,	0	2708	152	0	63
		4 380C1F1 ,	0	1949	100	0	44
	45 deg	1a 380C1F1	**-792**	4031	85	**-21**	102
		1b 380C1F1	-41	2394	**84**	-1	58
		3 380C1F1 ,	-177	4065	152	-5	100
		4 380C1F1 ,	-32	2381	100	-1	56
	90 deg	1a 380C1F1	0	**6619**	85	0	**172**
		1b 380C1F1	0	2848	**84**	0	70
		3 380C1F1 ,	0	5504	**152**	0	139
		4 380C1F1 ,	0	2830	100	0	68
	-45 deg	1a 380C1F1	**792**	4031	85	**21**	102
		1b 380C1F1	41	2394	**84**	1	58
		3 380C1F1 ,	177	4065	152	5	100
		4 380C1F1 ,	32	2381	100	1	56

Belasting uit mast

N	V	M
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356
265	54	1356

Totaal

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	M langs max	M dwars max	N max	V langs max	V dwars max	M tot max	N min
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	1356	3040	350	54	92	3328,752	1					
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	1356	3316	349	54	100	3582,093	2					x
3	Perm load 1,2	0 deg	3	1356	4064	417	54	117	4284,13	3					
4	Perm load 1,2	0 deg	4	1356	3305	365	54	98	3572,734	4					
5										5					
6	Perm load 1,2	45 deg	1a	2148	5387	350	75	156	5799,545	6	x		x		
7	Perm load 1,2	45 deg	1b	1397	3750	349	55	112	4001,523	7					x
8	Perm load 1,2	45 deg	3	1533	5421	417	59	154	5633,388	8					
9	Perm load 1,2	45 deg	4	1388	3737	365	55	110	3986,872	9					
10										10					
11	Perm load 1,2	90 deg	1a	1356	7975	350	54	226	8089,429	11	x		x	x	
12	Perm load 1,2	90 deg	1b	1356	4204	349	54	124	4417,617	12					x
13	Perm load 1,2	90 deg	3	1356	6860	417	54	193	6992,56	13	x				
14	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	1356	4186	365	54	122	4399,949	14					
15										15					
16	Perm load 1,2	-45 deg	1a	1751	5387	350	75	156	5664,441	16		x			
17	Perm load 1,2	-45 deg	1b	1000	3750	349	55	112	3880,727	17					x
18	Perm load 1,2	-45 deg	3	1135	5421	417	59	154	5538,543	18					
19	Perm load 1,2	-45 deg	4	991	3737	365	55	110	3866,55	19					
				2148	7975	417	75	226	8089						
						349									

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
6	W2S350+5	09-I2	Perm load :45 deg	1a	2148	5387	350	75	156
7	W2S350+5	09-I2	Perm load :45 deg	1b	1397	3750	349	55	112
11	W2S350+5	09-I2	Perm load :90 deg	1a	1356	7975	350	54	226
13	W2S350+5	09-I2	Perm load :90 deg	3	1356	6860	417	54	193
	W2S350+5	09-I2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
	W2S350+5	09-I2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
			#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B

-116- 74100706-I12-00138 REV 3
W2S350+5 TOWER APPENDIX: I2
Loadcases for tower deflection analyses (Servicabili limit state)
Loadcase according to 50341-3-15

	Totaal Vert	Dwars	Langs	Belastingen op mastvoet, per lijn M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	[N]	[N]	[N]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1a 380C1F1 / 380C2F1	12421	5598	127433	12421	5598	-127433	24,842	11,196	0
Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12421	5596	127433	12421	5596	-127433	24,842	11,192	0
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	12421	5593	127433	12421	5593	-127433	24,842	11,186	0
Wind angle: 0 dgrGW / opgw	1622	733	16643	1622	733	-16643	3,244	1,466	0
Comp. gl	3365	1516	34520	3365	1516	-34520	6,73	3,032	0
1b 380C1F1 / 380C2F1	12415	6739	154196	12415	6739	-154196	24,83	13,478	0
Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12415	6739	154196	12415	6739	-154196	24,83	13,478	0
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	12415	6738	154196	12415	6738	-154196	24,83	13,476	0
Wind angle: 0 dgrGW / opgw	1621	865	19778	1621	865	-19778	3,242	1,73	0
Comp. gl	3363	1768	40455	3363	1768	-40455	6,726	3,536	0
3 380C1F1 / 380C2F1	19607	8468	193497	19607	8468	-193497	39,214	16,936	0
Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F	19607	8466	193497	19607	8466	-193497	39,214	16,932	0
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	19607	8464	193497	19607	8464	-193497	39,214	16,928	0
Wind angle: 0 dgrGW / opgw	5711	1989	45404	5711	1989	-45404	11,422	3,978	0
Comp. gl	11555	4010	91636	11555	4010	-91636	23,11	8,02	0
4 380C1F1 / 380C2F1	14424	6420	146877	14424	6420	-146877	28,848	12,84	0
Construction/maintenance, 5 dgr	14424	6419	146877	14424	6419	-146877	28,848	12,838	0
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	14424	6419	146877	14424	6419	-146877	28,848	12,838	0
Wind angle: 0 dgrGW / opgw	2123	922	21079	2123	922	-21079	4,246	1,844	0
Comp. gl	4367	1892	43294	4367	1892	-43294	8,734	3,784	0
1a 380C1F1 / 380C2F1	12422	14713	146571	12423	16603	-153485	24,845	31,316	-6,914
Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12422	13968	144014	12423	15702	-150118	24,845	29,67	-6,104
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	12422	13036	140978	12422	14574	-146083	24,844	27,61	-5,105
Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1622	2372	20964	1623	2713	-22404	3,245	5,085	-1,44
Comp. gl	3365	3877	39438	3365	4367	-41236	6,73	8,244	-1,798
1b 380C1F1 / 380C2F1	12415	8430	155030	12415	8764	-155393	24,83	17,194	-0,363
Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12415	8298	154904	12415	8605	-155213	24,83	16,903	-0,309
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	12415	8132	154758	12415	8406	-155006	24,83	16,538	-0,248
Wind angle: 45 dgrGW / opgw	1621	1164	19988	1621	1223	-20077	3,242	2,387	-0,089
Comp. gl	3363	2206	40669	3363	2293	-40762	6,726	4,499	-0,093
3 380C1F1 / 380C2F1	19607	13249	197078	19607	14201	-198583	39,214	27,45	-1,505
Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F	19607	12872	196548	19607	13747	-197838	39,214	26,619	-1,29
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	19607	12399	195937	19607	13178	-196976	39,214	25,577	-1,039
Wind angle: 45 dgrGW / opgw	5711	3523	46421	5711	3828	-46848	11,422	7,351	-0,427
Comp. gl	11555	6258	92713	11555	6700	-93178	23,11	12,958	-0,465
4 380C1F1 / 380C2F1	14424	8104	147534	14424	8434	-147824	28,848	16,538	-0,29
Construction/maintenance, 5 dgr	14424	7973	147433	14424	8277	-147680	28,848	16,25	-0,247
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	14424	7808	147318	14424	8080	-147515	28,848	15,888	-0,197
Wind angle: 45 dgrGW / opgw	2123	1218	21219	2123	1276	-21280	4,246	2,494	-0,061
Comp. gl	4367	2327	43436	4367	2413	-43500	8,734	4,74	-0,064
1a 380C1F1 / 380C2F1	12427	26747	196063	12427	26747	-196063	24,854	53,494	0
Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12426	25033	188534	12426	25033	-188534	24,852	50,066	0
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	12425	22875	179172	12425	22875	-179172	24,85	45,75	0
Wind angle: 90 dgrGW / opgw	1623	4523	30615	1623	4523	-30615	3,246	9,046	0
Comp. gl	3366	7004	52466	3366	7004	-52466	6,732	14,008	0
1b 380C1F1 / 380C2F1	12415	10545	158280	12415	10545	-158280	24,83	21,09	0
Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12415	10242	157685	12415	10242	-157685	24,83	20,484	0
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	12415	9862	156996	12415	9862	-156996	24,83	19,724	0
Wind angle: 90 dgrGW / opgw	1621	1544	20775	1621	1544	-20775	3,242	3,088	0
Comp. gl	3363	2754	41506	3363	2754	-41506	6,726	5,508	0
3 380C1F1 / 380C2F1	19609	19327	210048	19609	19327	-210048	39,218	38,654	0
Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F	19609	18453	207752	19609	18453	-207752	39,218	36,906	0
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	19608	17359	205055	19608	17359	-205055	39,216	34,718	0
Wind angle: 90 dgrGW / opgw	5712	5459	50066	5712	5459	-50066	11,424	10,918	0
Comp. gl	11556	9059	96804	11556	9059	-96804	23,112	18,118	0
4 380C1F1 / 380C2F1	14425	10192	150154	14425	10192	-150154	28,85	20,384	0
Construction/maintenance, 5 dgr	14425	9894	149671	14425	9894	-149671	28,85	19,788	0
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	14424	9520	149114	14424	9520	-149114	28,848	19,04	0
Wind angle: 90 dgrGW / opgw	2123	1587	21763	2123	1587	-21763	4,246	3,174	0
Comp. gl	4367	2864	44015	4367	2864	-44015	8,734	5,728	0
1a 380C1F1 / 380C2F1	12423	16603	153485	12422	14713	-146571	24,845	31,316	6,914
Wind, 10 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12423	15702	150118	12422	13968	-144014	24,845	29,67	6,104
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	12422	14574	146083	12422	13036	-140978	24,844	27,61	5,105
Wind angle: -45 dgrGW / opgw	1623	2713	22404	1622	2372	-20964	3,245	5,085	1,44
Comp. gl	3365	4367	41236	3365	3877	-39438	6,73	8,244	1,798
1b 380C1F1 / 380C2F1	12415	8764	155393	12415	8430	-155030	24,83	17,194	0,363
Wind, -20 dgr 380C1F2/ 380C2F2	12415	8605	155213	12415	8298	-154904	24,83	16,903	0,309
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	12415	8406	155006	12415	8132	-154758	24,83	16,538	0,248
Wind angle: -45 dgrGW / opgw	1621	1223	20077	1621	1164	-19988	3,242	2,387	0,089
Comp. gl	3363	2293	40762	3363	2206	-40669	6,726	4,499	0,093
3 380C1F1 / 380C2F1	19607	14201	198583	19607	13249	-197078	39,214	27,45	1,505
Wind+ice, -5 dgr 380C1F2/ 380C2F	19607	13747	197838	19607	12872	-196548	39,214	26,619	1,29
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	19607	13178	196976	19607	12399	-195937	39,214	25,577	1,039
Wind angle: -45 dgrGW / opgw	5711	3828	46848	5711	3523	-46421	11,422	7,351	0,427
Comp. gl	11555	6700	93178	11555	6258	-92713	23,11	12,958	0,465
4 380C1F1 / 380C2F1	14424	8434	147824	14424	8104	-147534	28,848	16,538	0,29
Construction/maintenance, 5 dgr	14424	8277	147680	14424	7973	-147433	28,848	16,25	0,247
Permanent loads γg= 1.038O1CF3 /	14424	8080	147515	14424	7808	-147318	28,848	15,888	0,197
Wind angle: -45 dgrGW / opgw	2123	1276	21280	2123	1218	-21219	4,246	2,494	0,061
Comp. gl	4367	2413	43500	4367	2327	-43436	8,734	4,74	0,064

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a 380C1F1	0	1684,041	84,5	0	38,072	
Wind angle: 0 dgrGW / opgw						
1b 380C1F1	0	1959,517	84,458	0	45,698	
Wind angle: 0 dgrGW / opgw						
3 380C1F1 ,	0	2707,869	152,174	0	62,794	
Wind angle: 0 dgrGW / opgw						
4 380C1F1 ,	0	1949,403	99,524	0	44,144	
Wind angle: 0 dgrGW / opgw						
1a 380C1F1	-792,45	4030,918	84,509	-21,361	101,925	
Wind angle: 45 dgrGW / opgw						
1b 380C1F1	-41,2662	2393,644	84,458	-1,102	57,521	
Wind angle: 45 dgrGW / opgw						
3 380C1F1 ,	-176,54	4064,921	152,174	-4,726	99,955	
Wind angle: 45 dgrGW / opgw						
4 380C1F1 ,	-32,1858	2381,39	99,524	-0,859	55,91	
Wind angle: 45 dgrGW / opgw						
1a 380C1F1	0	6618,968	84,534	0	172,364	
Wind angle: 90 dgrGW / opgw						
1b 380C1F1	0	2848,355	84,458	0	69,894	
Wind angle: 90 dgrGW / opgw						
3 380C1F1 ,	0	5503,822	152,188	0	139,314	
Wind angle: 90 dgrGW / opgw						
4 380C1F1 ,	0	2829,787	99,528	0	68,114	
Wind angle: 90 dgrGW / opgw						
1a 380C1F1	792,45	4030,918	84,509	21,361	101,925	
Wind angle: -45 dgrGW / opgw						
1b 380C1F1	41,2662	2393,644	84,458	1,102	57,521	
Wind angle: -45 dgrGW / opgw						
3 380C1F1 ,	176,5401	4064,921	152,174	4,726	99,955	
Wind angle: -45 dgrGW / opgw						
4 380C1F1 ,	32,1858	2381,39	99,524	0,859	55,91	
Wind angle: -45 dgrGW / opgw						

W2E350 10-E

Hoogte mast	Ber & bijlage	50	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		24	m

	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / C H_{mast} -	0,512 m =	49,488 m	0,761 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	8,5 m =	41 m	0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5 m =	32,5 m	0 m
3e traverse - 380C1F3		24 m	0 m
Passieve lijn = Comp C. F3 -	7,5 m =	16,5 m	2,087 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)				Uit lijnen (incl belastingsfactoren)						
N	V	M		Nmin	Nmax	Vmax		Mlangs;ma	Mdwars;max	
[kN]	[kN]	[kNm]		[kN]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
565	86	2042		38	102	948		30001	3814	

				Belastingen uit lijnen					Belasting uit mast		
				M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	N	V	M
Perm load 1,2	0 deg	1a		-15909	710	51	-499	22	565	86	2042
		1b		-18834	833	51	-590	26	565	16	383
			3	-27639	1250	101	-878	38	565	24	574
			4	-18947	842	62	-595	26	565	16	383
			6	-17409	771	57	-546	24			
	45 deg	1a		-19888	2332	51	-618	71	565	86	2042
		1b		-19026	1131	51	-596	35	565	16	383
			3	-28365	2175	101	-899	67	565	24	574
			4	-19088	1138	62	-599	35	565	16	383
	90 deg	1a		-25969	**3814**	51	-802	**116**	565	86	2042
		1b		-19482	1394	51	-610	43	565	16	383
			3	**-30001**	2997	**102**	**-948**	92	565	24	574
			4	-19434	1396	62	-610	43	565	16	383
	-45 deg	1a		-18863	2054	51	-587	63	565	86	2042
		1b		-18968	1082	51	-594	33	565	16	383
			3	-28150	2022	101	-893	62	565	24	574
			4	-19045	1089	62	-598	34	565	16	383
Perm load 0,9	0 deg	1a		**-12726**	568	38	**-399**	18	424	86	2042
		1b		-15550	687	**38**	-487	21	424	16	383
			3	-25037	1134	89	-796	35	424	24	574
			4	-15952	709	49	-501	22	424	16	383
			6	-12726	**563**	38	-399	**17**			
	45 deg	1a		-17898	2242	38	-554	69	424	86	2042
		1b		-15835	989	**38**	-496	31	424	16	383
			3	-25914	2066	89	-822	63	424	24	574
			4	-16146	1007	49	-507	31	424	16	383
	90 deg	1a		-24777	3759	38	-764	115	424	86	2042
		1b		-16485	1261	38	-515	39	424	16	383
			3	-27832	2899	89	-879	89	424	24	574
			4	-16608	1270	49	-521	39	424	16	383
	-45 deg	1a		-16651	1955	38	-517	60	424	86	2042
		1b		-15750	939	**38**	-493	29	424	16	383
			3	-25657	1911	89	-815	59	424	24	574
			4	-16087	958	49	-505	30	424	16	383

regel		Loadcase		Totaal M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	17951	710	616	585	22	17965,13
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	19217	833	616	607	26	19234,83
3	Perm load 1,2	0 deg	3	28213	1250	666	902	38	28240,6
4	Perm load 1,2	0 deg	4	19330	842	627	611	26	19348,08
5	Perm load 1,2	0 deg	6						
6									
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	21332	3776	616	679	132	21663,79
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	19296	1402	616	607	46	19347,28
9	Perm load 1,2	45 deg	3	28771	2582	666	916	84	28886,4
10	Perm load 1,2	45 deg	4	19359	1408	627	611	46	19410,09
11									
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	28011	3814	616	888	202	28269,27
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	19865	1394	616	626	59	19913,47
14	Perm load 1,2	90 deg	3	30575	2997	667	972	116	30721,56
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	19817	1396	627	626	59	19865,67
16									
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	20307	3498	616	648	124	20606,05
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	19239	1353	616	606	45	19286,13
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	28556	2428	666	910	79	28658,71
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	19316	1360	627	610	45	19363,6
21									
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	14768	568	462	485	18	14779,07
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	15933	687	462	503	21	15947,92
24	Perm load 0,9	0 deg	3	25612	1134	513	821	35	25636,67
25	Perm load 0,9	0 deg	4	16334	709	473	518	22	16349,82
26	Perm load 0,9	0 deg	6						
27									
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	19342	3686	462	615	129	19689,84
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	16106	1260	462	507	42	16154,84
30	Perm load 0,9	45 deg	3	26320	2472	513	839	81	26435,73
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	16417	1277	473	519	42	16466,2
32									
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	26819	3759	462	850	201	27081,42
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	16868	1261	462	531	55	16914,96
35	Perm load 0,9	90 deg	3	28406	2899	513	904	113	28553,46
36	Perm load 0,9	90 deg	4	16991	1270	473	537	55	17038,02
37									
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	18095	3399	462	577	121	18411,31
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	16021	1210	462	505	40	16066,8
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	26063	2317	513	832	76	26165,56
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	16358	1228	473	517	41	16404,14
			Max	30575	3814	667	972	202	30722
						462			

Totaal moment	Nmin
17965,13	
19234,83	
28240,6	
19348,08	
21663,79	
19347,28	
28886,4	
19410,09	
28269,27	
19913,47	
30721,56	
19865,67	
20606,05	
19286,13	
28658,71	
19363,6	
14779,07	
15947,92	
25636,67	
16349,82	
19689,84	
16154,84	
26435,73	
16466,2	
27081,42	
16914,96	
28553,46	
17038,02	
18411,31	
16066,8	
26165,56	
16404,14	

samenvatting											
	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
12	W2E350	10-E	Perm load	90 deg	1a	28011	3814	616	888	202
14	W2E350	10-E	Perm load	90 deg	3	30575	2997	667	972	116
29	W2E350	10-E	Perm load	45 deg	1b	16106	1260	462	507	42

W2E350 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) AppendixE

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to Attachment point

		BACK				AHEAD		Totaal Vert	Dwars	Langs
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[kN]	[kN]	[kN]
1a	380C1F1 / 14907	6453	-146657	0	0	0	0	14,907	6,453	-146,657
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 14907	6448	-146657	0	0	0	0	14,907	6,448	-146,657
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14907	6443	-146657	0	0	0	0	14,907	6,443	-146,657
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	1947	849	-19242	0	0	0	1,947	0,849	-19,242
	Comp. gl	4038	1753	-39867	0	0	0	4,038	1,753	-39,867
1b	380C1F1 / 14900	7606	-173968	0	0	0	0	14,9	7,606	-173,968
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 14900	7605	-173968	0	0	0	0	14,9	7,605	-173,968
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14900	7603	-173968	0	0	0	0	14,9	7,603	-173,968
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	1946	984	-22489	0	0	0	1,946	0,984	-22,489
	Comp. gl	4036	2011	-46005	0	0	0	4,036	2,011	-46,005
3	380C1F1 / 25691	10255	-234233	0	0	0	0	25,691	10,255	-234,233
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 25691	10252	-234233	0	0	0	0	25,691	10,252	-234,233
Permanent loads yg=	380C1F3 / 25691	10249	-234233	0	0	0	0	25,691	10,249	-234,233
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	8083	2542	-58024	0	0	0	8,083	2,542	-58,024
	Comp. gl	16332	5118	-116933	0	0	0	16,332	5,118	-116,933
4	380C1F1 / 17913	7550	-172685	0	0	0	0	17,913	7,55	-172,685
Construction/maintenance, +5 d	17913	7549	-172685	0	0	0	0	17,913	7,549	-172,685
Permanent loads yg=	380C1F3 / 17913	7547	-172685	0	0	0	0	17,913	7,547	-172,685
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	2699	1108	-25331	0	0	0	2,699	1,108	-25,331
	Comp. gl	5542	2269	-51910	0	0	0	5,542	2,269	-51,91
6	380C1F1 / 16772	7005	-160442	0	0	0	0	16,772	7,005	-160,442
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 16772	7005	-160442	0	0	0	0	16,772	7,005	-160,442
Permanent loads yg=	380C1F3 / 16772	7005	-160442	0	0	0	0	16,772	7,005	-160,442
	GW / opgv	2190	922	-21111	0	0	0	2,19	0,922	-21,111
	Comp. gl	4543	1908	-43708	0	0	0	4,543	1,908	-43,708
1a	380C1F1 / 14911	22378	-186711	0	0	0	0	14,911	22,378	-186,711
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 14911	20820	-180779	0	0	0	0	14,911	20,82	-180,779
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14910	18812	-173464	0	0	0	0	14,91	18,812	-173,464
Wind angle: 45 dgr	GW / opgv	1948	3732	-28005	0	0	0	1,948	3,732	-28,005
	Comp. gl	4039	5561	-49016	0	0	0	4,039	5,561	-49,016
1b	380C1F1 / 14900	10523	-175912	0	0	0	0	14,9	10,523	-175,912
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 14900	10249	-175566	0	0	0	0	14,9	10,249	-175,566
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14900	9894	-175167	0	0	0	0	14,9	9,894	-175,167
Wind angle: 45 dgr	GW / opgv	1946	1505	-22980	0	0	0	1,946	1,505	-22,98
	Comp. gl	4036	2711	-46434	0	0	0	4,036	2,711	-46,434
3	380C1F1 / 25692	18492	-241527	0	0	0	0	25,692	18,492	-241,527
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 25692	17711	-240261	0	0	0	0	25,692	17,711	-240,261
Permanent loads yg=	380C1F3 / 25692	16704	-238783	0	0	0	0	25,692	16,704	-238,783
Wind angle: 45 dgr	GW / opgv	8084	5196	-59918	0	0	0	8,084	5,196	-59,918
	Comp. gl	16332	8689	-118643	0	0	0	16,332	8,689	-118,643
4	380C1F1 / 17914	10449	-174163	0	0	0	0	17,914	10,449	-174,163
Construction/maintenance, +5 d	17914	10177	-173897	0	0	0	0	17,914	10,177	-173,897
Permanent loads yg=	380C1F3 / 17913	9827	-173590	0	0	0	0	17,913	9,827	-173,59
Wind angle: 45 dgr	GW / opgv	2699	1621	-25638	0	0	0	2,699	1,621	-25,638
	Comp. gl	5542	2962	-52177	0	0	0	5,542	2,962	-52,177
1a	380C1F1 / 14918	36905	-246735	0	0	0	0	14,918	36,905	-246,735
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 14916	33977	-234344	0	0	0	0	14,916	33,977	-234,344
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14915	30176	-218354	0	0	0	0	14,915	30,176	-218,354
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	1949	6328	-39342	0	0	0	1,949	6,328	-39,342
	Comp. gl	4040	9059	-63577	0	0	0	4,04	9,059	-63,577
1b	380C1F1 / 14900	13102	-180525	0	0	0	0	14,9	13,102	-180,525
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 14900	12577	-179401	0	0	0	0	14,9	12,577	-179,401
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14900	11900	-178084	0	0	0	0	14,9	11,9	-178,084
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	1946	1973	-24097	0	0	0	1,946	1,973	-24,097
	Comp. gl	4037	3328	-47464	0	0	0	4,037	3,328	-47,464
3	380C1F1 / 25695	25846	-257733	0	0	0	0	25,695	25,846	-257,733
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 25694	24346	-253893	0	0	0	0	25,694	24,346	-253,893
Permanent loads yg=	380C1F3 / 25693	22414	-249311	0	0	0	0	25,693	22,414	-249,311
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	8086	7537	-64132	0	0	0	8,086	7,537	-64,132
	Comp. gl	16334	11802	-122723	0	0	0	16,334	11,802	-122,723
4	380C1F1 / 17914	12984	-177756	0	0	0	0	17,914	12,984	-177,756
Construction/maintenance, +5 d	17914	12469	-176874	0	0	0	0	17,914	12,469	-176,874
Permanent loads yg=	380C1F3 / 17914	11804	-175846	0	0	0	0	17,914	11,804	-175,846
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	2699	2073	-26371	0	0	0	2,699	2,073	-26,371
	Comp. gl	5542	3563	-52845	0	0	0	5,542	3,563	-52,845
1a	380C1F1 / 14910	19648	-176459	0	0	0	0	14,91	19,648	-176,459
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 14910	18357	-171869	0	0	0	0	14,91	18,357	-171,869
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14909	16696	-166279	0	0	0	0	14,909	16,696	-166,279
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	1947	3239	-25919	0	0	0	1,947	3,239	-25,919
	Comp. gl	4039	4907	-46614	0	0	0	4,039	4,907	-46,614
1b	380C1F1 / 14900	10042	-175327	0	0	0	0	14,9	10,042	-175,327
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 14900	9814	-175083	0	0	0	0	14,9	9,814	-175,083
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14900	9518	-174802	0	0	0	0	14,9	9,518	-174,802
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	1946	1418	-22834	0	0	0	1,946	1,418	-22,834
	Comp. gl	4036	2596	-46305	0	0	0	4,036	2,596	-46,305
3	380C1F1 / 25692	17124	-239377	0	0	0	0	25,692	17,124	-239,377
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 25691	16475	-238474	0	0	0	0	25,691	16,475	-238,474
Permanent loads yg=	380C1F3 / 25691	15638	-237424	0	0	0	0	25,691	15,638	-237,424
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	8084	4757	-59357	0	0	0	8,084	4,757	-59,357
0 Comp. gl		16332	8104	-118124	0	0	0	16,332	8,104	-118,124
4	380C1F1 / 17913	9973	-173713	0	0	0	0	17,913	9,973	-173,713
Construction/maintenance, +5 d	17913	9747	-173527	0	0	0	0	17,913	9,747	-173,527
Permanent loads yg=	380C1F3 / 17913	9454	-173311	0	0	0	0	17,913	9,454	-173,311
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	2699	1537	-25545	0	0	0	2,699	1,537	-25,545
	Comp. gl	5542	2849	-52094	0	0	0	5,542	2,849	-52,094
1a	380C1F1 / 11178	5175	-117394	0	0	0	0	11,178	5,175	-117,394
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 11178	5171	-117394	0	0	0	0	11,178	5,171	-117,394
Permanent loads yg=	380C1F3 / 11178	5165	-117394	0	0	0	0	11,178	5,165	-117,394
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	1460	676	-15289	0	0	0	1,46	0,676	-15,289
	Comp. gl	3028	1398	-31734	0	0	0	3,028	1,398	-31,734
1b	380C1F1 / 11172	6289	-143819	0	0	0	0	11,172	6,289	-143,819
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 11172	6288	-143819	0	0	0	0	11,172	6,288	-143,819
Permanent loads yg=	380C1F3 / 11172	6287	-143819	0	0	0	0	11,172	6,287	-143,819
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	1459	803	-18356	0	0	0	1,459	0,803	-18,356
	Comp. gl	3027	1642	-37544	0	0	0	3,027	1,642	-37,544
3	380C1F1 / 21959	9183	-209682	0	0	0	0	21,959	9,183	-209,682
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 21959	9180	-209682	0	0	0	0	21,959	9,18	-209,682
Permanent loads yg=	380C1F3 / 21959	9177	-209682	0	0	0	0	21,959	9,177	-209,682
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	7595	2434	-55540	0	0	0	7,595	2,434	-55,54
	Comp. gl	15319	4894	-111800	0	0	0	15,319	4,894	-111,8
4	380C1F1 / 14184	6342	-145028	0	0	0	0	14,184	6,342	-145,028
Construction/maintenance, +5 d	14184	6341	-145028	0	0	0	0	14,184	6,341	-145,028
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14184	6340	-145028	0	0	0	0	14,184	6,34	-145,028
Wind angle: 0 dgr	GW / opgv	2211	951	-21752	0	0	0	2,211	0,951	-21,752
	Comp. gl	4531	1947	-44539	0	0	0	4,531	1,947	-44,539
6	380C1F1 / 11178	5126	-117395	0	0	0	0	11,178	5,126	-117,395
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 11178	5126	-117395	0	0	0	0	11,178	5,126	-117,395

Belastingen op mastvoet, per lijn								Belasting op mastvoet, belastinggeval					
		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	-6012,94	264,573	14,907	-146,657	6,453		1a	-15909,1	709,6138	50,706	-499,08	21,946
		-4766,35	209,56	14,907	-146,657	6,448		Wind angle:	0 dgr				
		-3519,77	154,632	14,907	-146,657	6,443							
		-952,248	43,49698	1,947	-19,242	0,849							
		-657,806	37,35181	4,038	-39,867	1,753							
		-7132,69	311,846	14,9	-173,968	7,606		1b	-18833,9	833,2622	50,682	-590,398	25,809
		-5653,96	247,1625	14,9	-173,968	7,605		Wind angle:	0 dgr				
		-4175,23	182,472	14,9	-173,968	7,603							
		-1112,94	50,1771	1,946	-22,489	0,984							
		-759,083	41,60463	4,036	-46,005	2,011							
		-9603,55	420,455	25,691	-234,233	10,255		3	-27638,6	1250,103	101,488	-877,656	38,416
		-7612,57	333,19	25,691	-234,233	10,252		Wind angle:	0 dgr				
		-5621,59	245,976	25,691	-234,233	10,249							
		-2871,49	131,9497	8,083	-58,024	2,542							
		-1929,39	118,5319	16,332	-116,933	5,118							
		-7080,09	309,55	17,913	-172,685	7,55		4	-18946,9	841,9118	61,98	-595,296	26,023
		-5612,26	245,3425	17,913	-172,685	7,549		Wind angle:	0 dgr				
		-4144,44	181,128	17,913	-172,685	7,547							
		-1253,58	56,88664	2,699	-25,331	1,108							
		-856,515	49,00465	5,542	-51,91	2,269							
		-6578,12	287,205	16,772	-160,442	7,005		6	-17409	771,2453	57,049	-546,145	23,845
		-5214,37	227,6625	16,772	-160,442	7,005		0					
		-3850,61	168,12	16,772	-160,442	7,005							
		-1044,74	47,29453	2,19	-21,111	0,922							
		-721,182	40,96324	4,543	-43,708	1,908							
		-7655,15	917,498	14,911	-186,711	22,378		1a	-19888,3	2331,994	50,719	-617,975	71,303
		-5875,32	676,65	14,911	-180,779	20,82		Wind angle:	45 dgr				
		-4163,14	451,488	14,91	-173,464	18,812							
		-1385,91	186,1716	1,948	-28,005	3,732							
		-808,764	100,1859	4,039	-49,016	5,561							
		-7212,39	431,443	14,9	-175,912	10,523		1b	-19025,7	1131,106	50,682	-596,059	34,882
		-5705,9	333,0925	14,9	-175,566	10,249		Wind angle:	45 dgr				
		-4204,01	237,456	14,9	-175,167	9,894							
		-1137,23	75,96035	1,946	-22,98	1,505							
		-766,161	53,15463	4,036	-46,434	2,711							
		-9902,61	758,172	25,692	-241,527	18,492		3	-28364,7	2175,42	101,492	-899,132	66,792
		-7808,48	575,6075	25,692	-240,261	17,711		Wind angle:	45 dgr				
		-5730,79	400,896	25,692	-238,783	16,704							
		-2965,22	263,2916	8,084	-59,918	5,196							
		-1957,61	177,4534	16,332	-118,643	8,689							
		-7140,68	428,409	17,914	-174,163	10,449		4	-19088,2	1137,723	61,982	-599,465	35,036
		-5651,65	330,7525	17,914	-173,897	10,177		Wind angle:	45 dgr				
		-4166,16	235,848	17,913	-173,59	9,827							
		-1268,77	82,27399	2,699	-25,638	1,621							
		-860,921	60,43915	5,542	-52,177	2,962							
		-10116,1	1513,105	14,918	-246,735	36,905		1a	-25968,8	3814,13	50,738	-802,352	116,445
		-7616,18	1104,253	14,916	-234,344	33,977		Wind angle:	90 dgr				
		-5240,5	724,224	14,915	-218,354	30,176							
		-1946,96	314,6433	1,949	-39,342	6,328							
		-1049,02	157,905	4,04	-63,577	9,059							
		-7401,53	537,182	14,9	-180,525	13,102		1b	-19481,7	1393,992	50,683	-609,571	42,88
		-5830,53	408,7525	14,9	-179,401	12,577		Wind angle:	90 dgr				
		-4274,02	285,6	14,9	-178,084	11,9							
		-1192,51	99,12073	1,946	-24,097	1,973							
		-783,156	63,33722	4,037	-47,464	3,328							
		-10567,1	1059,686	25,695	-257,733	25,846		3	-30000,7	2996,834	101,502	-947,792	91,945
		-8251,52	791,245	25,694	-253,893	24,346		Wind angle:	90 dgr				
		-5983,46	537,936	25,693	-249,311	22,414							
		-3173,76	379,1445	8,086	-64,132	7,537							
		-2024,93	228,8221	16,334	-122,723	11,802							
		-7288	532,344	17,914	-177,756	12,984		4	-19433,7	1395,881	61,983	-609,692	42,893
		-5748,41	405,2425	17,914	-176,874	12,469		Wind angle:	90 dgr				
		-4220,3	283,296	17,914	-175,846	11,804							
		-1305,05	104,6426	2,699	-26,371	2,073							
		-871,943	70,35565	5,542	-52,845	3,563							
		-7234,82	805,568	14,91	-176,459	19,648		1a	-18863,1	2054,043	50,715	-587,14	62,847
		-5585,74	596,6025	14,91	-171,869	18,357		Wind angle:	-45 dgr				
		-3990,7	400,704	14,909	-166,279	16,696							
		-1282,68	161,7733	1,947	-25,919	3,239							
		-769,131	89,39489	4,039	-46,614	4,907							
		-7188,41	411,722	14,9	-175,327	10,042		1b	-18967,9	1082,021	50,682	-594,351	33,388
		-5690,2	318,955	14,9	-175,083	9,814		Wind angle:	-45 dgr				
		-4195,25	228,432	14,9	-174,802	9,518							
		-1130,01	71,65489	1,946	-22,834	1,418							
		-764,033	51,25713	4,036	-46,305	2,596							
		-9814,46	702,084	25,692	-239,377	17,124		3	-28149,5	2022,201	101,49	-892,756	62,

Permanent loads yg=	380C1F3 / 11178	5126	-117395	0	0	0	11,178	5,126	-117,395	-2817,48	123,024	11,178	-117,395	5,126									
	GW / opgv	1460	668	-15289	0	0	0	1,46	0,668	-15,289	-756,622	34,16904	1,46	-15,289	0,668									
	Comp. gl	3028	1386	-31734	0	0	0	3,028	1,386	-31,734	-523,611	29,18844	3,028	-31,734	1,386									
1a	380C1F1 / 11182	21612	-169225	0	0	0	11,182	21,612	-169,225	-6938,23	886,092	11,182	-169,225	21,612	1a	-17897,8	2242,359	38,034	-554,366	68,518			
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 11181	20003	-162117	0	0	0	11,181	20,003	-162,117	-5268,8	650,0975	11,181	-162,117	20,003	Wind angle:	45 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 11181	17924	-153158	0	0	0	11,181	17,924	-153,158	-3675,79	430,176	11,181	-153,158	17,924									
Wind angle: 45 dgr	GW / opgv	1461	3650	-26136	0	0	0	1,461	3,65	-26,136	-1293,42	181,743	1,461	-26,136	3,65									
	Comp. gl	3029	5329	-43730	0	0	0	3,029	5,329	-43,73	-721,545	94,25002	3,029	-43,73	5,329									
1b	380C1F1 / 11172	9248	-146703	0	0	0	11,172	9,248	-146,703	-6014,82	379,168	11,172	-146,703	9,248	1b	-15834,9	989,2711	38,002	-495,77	30,502			
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 11172	8966	-146199	0	0	0	11,172	8,966	-146,199	-4751,47	291,395	11,172	-146,199	8,966	Wind angle:	45 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 11172	8603	-145613	0	0	0	11,172	8,603	-145,613	-3494,71	206,472	11,172	-145,613	8,603									
Wind angle: 45 dgr	GW / opgv	1459	1334	-19073	0	0	0	1,459	1,334	-19,073	-943,885	67,12729	1,459	-19,073	1,334									
	Comp. gl	3027	2351	-38182	0	0	0	3,027	2,351	-38,182	-630,003	45,10885	3,027	-38,182	2,351									
3	380C1F1 / 21960	17492	-218645	0	0	0	21,96	17,492	-218,645	-8964,45	717,172	21,96	-218,645	17,492	3	-25913,8	2065,793	88,795	-822,33	63,435			
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 21960	16699	-217109	0	0	0	21,96	16,699	-217,109	-7056,04	542,7175	21,96	-217,109	16,699	Wind angle:	45 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 21960	15678	-215308	0	0	0	21,96	15,678	-215,308	-5167,39	376,272	21,96	-215,308	15,678									
Wind angle: 45 dgr	GW / opgv	7596	5094	-57597	0	0	0	7,596	5,094	-57,597	-2850,36	257,8724	7,596	-57,597	5,094									
	Comp. gl	15319	8472	-113671	0	0	0	15,319	8,472	-113,671	-1875,57	171,7588	15,319	-113,671	8,472									
4	380C1F1 / 14184	9265	-147069	0	0	0	14,184	9,265	-147,069	-6029,83	379,865	14,184	-147,069	9,265	4	-16145,8	1006,719	49,294	-507,113	31,002			
Construction/maintenance, +5 d	14184	8990	-146707	0	0	0	14,184	8,99	-146,707	-4767,98	292,175	14,184	-146,707	8,99	Wind angle:	45 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14184	8634	-146288	0	0	0	14,184	8,634	-146,288	-3510,91	207,216	14,184	-146,288	8,634									
Wind angle: 45 dgr	GW / opgv	2211	1469	-22154	0	0	0	2,211	1,469	-22,154	-1096,36	74,38044	2,211	-22,154	1,469									
	Comp. gl	4531	2644	-44895	0	0	0	4,531	2,644	-44,895	-740,768	53,0822	4,531	-44,895	2,644									
1a	380C1F1 / 11187	36459	-236577	0	0	0	11,187	36,459	-236,577	-9699,66	1494,819	11,187	-236,577	36,459	1a	-24777,2	3759,359	38,049	-763,922	114,759			
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 11186	33485	-223131	0	0	0	11,186	33,485	-223,131	-7251,76	1088,263	11,186	-223,131	33,485	Wind angle:	90 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 11185	29613	-205504	0	0	0	11,185	29,613	-205,504	-4932,1	710,712	11,185	-205,504	29,613									
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	1461	6284	-38347	0	0	0	1,461	6,284	-38,347	-1897,72	312,0944	1,461	-38,347	6,284									
	Comp. gl	3030	8918	-60363	0	0	0	3,03	8,918	-60,363	-995,99	153,4706	3,03	-60,363	8,918									
1b	380C1F1 / 11173	11911	-153273	0	0	0	11,173	11,911	-153,273	-6284,19	488,351	11,173	-153,273	11,911	1b	-16485	1260,537	38,005	-515,077	38,75			
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 11173	11366	-151695	0	0	0	11,173	11,366	-151,695	-4930,09	369,395	11,173	-151,695	11,366	Wind angle:	90 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 11173	10665	-149830	0	0	0	11,173	10,665	-149,83	-3595,92	255,96	11,173	-149,83	10,665									
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	1459	1821	-20621	0	0	0	1,459	1,821	-20,621	-1020,49	91,22795	1,459	-20,621	1,821									
	Comp. gl	3027	2987	-39658	0	0	0	3,027	2,987	-39,658	-654,357	55,60285	3,027	-39,658	2,987									
3	380C1F1 / 21964	24977	-237878	0	0	0	21,964	24,977	-237,878	-9753	1024,057	21,964	-237,878	24,977	3	-27831,6	2899,47	88,808	-879,434	88,955			
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 21963	23449	-233383	0	0	0	21,963	23,449	-233,383	-7584,95	762,0925	21,963	-233,383	23,449	Wind angle:	90 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 21962	21481	-227974	0	0	0	21,962	21,481	-227,974	-5471,38	515,544	21,962	-227,974	21,481									
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	7598	7449	-62112	0	0	0	7,598	7,449	-62,112	-3073,8	374,4182	7,598	-62,112	7,449									
	Comp. gl	15321	11599	-118087	0	0	0	15,321	11,599	-118,087	-1948,44	223,3584	15,321	-118,087	11,599									
4	380C1F1 / 14184	11854	-151890	0	0	0	14,184	11,854	-151,89	-6227,49	486,014	14,184	-151,89	11,854	4	-16607,8	1269,906	49,295	-520,801	39,009			
Construction/maintenance, +5 d	14184	11326	-150717	0	0	0	14,184	11,326	-150,717	-4898,3	368,095	14,184	-150,717	11,326	Wind angle:	90 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14184	10646	-149342	0	0	0	14,184	10,646	-149,342	-3584,21	255,504	14,184	-149,342	10,646									
Wind angle: 90 dgr	GW / opgv	2212	1929	-23090	0	0	0	2,212	1,929	-23,09	-1142,68	97,14568	2,212	-23,09	1,929									
	Comp. gl	4531	3254	-45762	0	0	0	4,531	3,254	-45,762	-755,073	63,1472	4,531	-45,762	3,254									
1a	380C1F1 / 11181	18791	-156855	0	0	0	11,181	18,791	-156,855	-6431,06	770,431	11,181	-156,855	18,791	1a	-16651	1954,826	38,031	-516,658	59,765			
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 11181	17452	-151172	0	0	0	11,181	17,452	-151,172	-4913,09	567,19	11,181	-151,172	17,452	Wind angle:	-45 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 11180	15726	-144105	0	0	0	11,18	15,726	-144,105	-3458,52	377,424	11,18	-144,105	15,726									
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	1460	3144	-23755	0	0	0	1,46	3,144	-23,755	-1175,59	156,7013	1,46	-23,755	3,144									
	Comp. gl	3029	4652	-40771	0	0	0	3,029	4,652	-40,771	-672,722	83,07952	3,029	-40,771	4,652									
1b	380C1F1 / 11172	8754	-145848	0	0	0	11,172	8,754	-145,848	-5979,77	358,914	11,172	-145,848	8,754	1b	-15750,5	939,0112	38,002	-493,271	28,973			
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 11172	8521	-145491	0	0	0	11,172	8,521	-145,491	-4728,46	276,9325	11,172	-145,491	8,521	Wind angle:	-45 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 11172	8220	-145076	0	0	0	11,172	8,22	-145,076	-3481,82	197,28	11,172	-145,076	8,22									
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	1459	1245	-18864	0	0	0	1,459	1,245	-18,864	-933,542	62,72286	1,459	-18,864	1,245									
	Comp. gl	3027	2233	-37992	0	0	0	3,027	2,233	-37,992	-626,868	43,16185	3,027	-37,992	2,233									
3	380C1F1 / 21960	16103	-216033	0	0	0	21,96	16,103	-216,033	-8857,35	660,223	21,96	-216,033	16,103	3	-25656,7	1910,748	88,795	-814,704	58,686			
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 21960	15446	-214930	0	0	0	21,96	15,446	-214,93	-6985,23	501,995	21,96	-214,93	15,446	Wind angle:	-45 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 21960	14599	-213644	0	0	0	21,96	14,599	-213,644	-5127,46	350,376	21,96	-213,644	14,599									
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	7596	4654	-56992	0	0	0	7,596	4,654	-56,992	-2820,42	236,0977	7,596	-56,992	4,654									
0 Comp. gl		15319	7884	-113105	0	0	0	15,319	7,884	-113,105	-1866,23	162,0568	15,319	-113,105	7,884									
4	380C1F1 / 14184	8782	-146456	0	0	0	14,184	8,782	-146,456	-6004,7	360,062	14,184	-146,456	8,782	4	-16087,4	957,5282	49,294	-505,383	29,505			
Construction/maintenance, +5 d	14184	8553	-146201	0	0	0	14,184	8,553	-146,201	-4751,53	277,9725	14,184	-146,201	8,553	Wind angle:	-45 dgr							
Permanent loads yg=	380C1F3 / 14184	8257	-145906	0	0	0	14,184	8,257	-145,906	-3501,74	198,168	14,184	-145,906	8,257									
Wind angle: -45 dgr	GW / opgv	2211	1383	-22034	0	0	0	2,211	1,383	-22,034	-1090,42	70,12448	2,211	-22,034	1,383									
	Comp. gl	4531	2530	-44786	0	0	0	4,531	2,53	-44,786	-738,969	51,2012	4,531	-44,786	2,53									

W2E350 | 10-E2

| | | |

W4H400Z-14-Y

Hoogte mast	Ber & bijlage	58 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		32 m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / tHmast -	0,57 m =	57,43 m		0,761 m
1e traverse - 380C1F1 / F2 +	8,5 m =	49 m		0 m
1e traverse - 150C1F1		49		5,5 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5 m =	40,5 m		0 m
2e traverse - 150C1F2 F3 +		40,5 m		5,5 m
3e traverse - 380C1F3		32 m		0 m
3e traverse - 150C1F3		32		5,5 m
Passieve lijn = Comp CF3 -	7,5 m =	24,5 m		2,05 m

	Uit mast (excl belastingsfactoren)			Uit lijnen (incl belastingsfactoren)				
	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Vmax [kN]	Mlangs;ma [kNm]	Mdwars;max [kNm]
Belasting Y	857	116	3147	106	276	1087	14471	43609
Belasting Y1				53	135	756	24201	19719
	857	116	3147	53	276,194	1086,678	24201,5	43608,73

W4H400Z+5 TOWER (Rev.6.0 05-11-2 APPENDIX: Y

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		AHEAD			BACK			Totaal Vert	Dwars	Langs		Belastingen op mastvoet, per lijn Mlangs	Mdwars	N	Vlangs	Vdwars		Belasting op mastvoet, belastinggeval Mlangs	Mdwars	N	Vlangs	Vdwars	
	Attachments	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[kN]	[kN]	[kN]													
1a	Comp. gl	4617	18864	37163	4617	18864	-37163	9,234	37,728	0		0	943,2657	9,234	0	37,728		1a	0	23341,83	141,524	0	578,258
Wind, 10 dg	GW / opgw	2226	9744	18536	2226	9744	-18536	4,452	19,488	0		0	1122,584	4,452	0	19,488		Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads	yg= 1,17046		70229	137350	17046	70229	-137350	34,092	140,458	0		0	6882,442	34,092	0	140,458							
Wind angle:	380C1F2 / 317045		69520	136767	17045	69520	-136767	34,09	139,04	0		0	5631,12	34,09	0	139,04							
	380C1F3 / 317045		68668	136110	17045	68668	-136110	34,09	137,336	0		0	4394,752	34,09	0	137,336							
	150C1F1 / 14261		17557	34338	4261	17557	-34338	8,522	35,114	0		0	1767,457	8,522	0	35,114							
	150C1F2 / 14261		17380	34192	4261	17380	-34192	8,522	34,76	0		0	1454,651	8,522	0	34,76							
	150C1F3 / 14261		17167	34028	4261	17167	-34028	8,522	34,334	0		0	1145,559	8,522	0	34,334							
1b	Comp. gl	4615	19347	40832	4615	19347	-40832	9,23	38,694	0		0	966,9245	9,23	0	38,694		1b	0	24335,04	141,45	0	604,084
Wind, -20 dg	GW / opgw	2225	9503	19908	2225	9503	-19908	4,45	19,006	0		0	1094,901	4,45	0	19,006		Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads	yg= 1,17036		72945	153781	17036	72945	-153781	34,072	145,89	0		0	7148,61	34,072	0	145,89							
Wind angle:	380C1F2 / 317036		72858	153782	17036	72858	-153782	34,072	145,716	0		0	5901,498	34,072	0	145,716							
	380C1F3 / 317036		72751	153785	17036	72751	-153785	34,072	145,502	0		0	4656,064	34,072	0	145,502							
	150C1F1 / 14259		18236	38445	4259	18236	-38445	8,518	36,472	0		0	1833,977	8,518	0	36,472							
	150C1F2 / 14259		18214	38445	4259	18214	-38445	8,518	36,428	0		0	1522,183	8,518	0	36,428							
	150C1F3 / 14259		18188	38446	4259	18188	-38446	8,518	36,376	0		0	1210,881	8,518	0	36,376							
3	Comp. gl	18676	53224	110761	18676	53224	-110761	37,352	106,448	0		0	2684,548	37,352	0	106,448		3	0	37601,5	276,16	0	939,594
Wind+ice, -t	GW / opgw	9244	26754	54947	9244	26754	-54947	18,488	53,508	0		0	3087,034	18,488	0	53,508		Wind angle: 0 dgr					
Permanent loads	yg= 1,29376		104230	216114	29376	104230	-216114	58,752	208,46	0		0	10214,54	58,752	0	208,46							
Wind angle:	380C1F2 / 329376		103971	216083	29376	103971	-216083	58,752	207,942	0		0	8421,651	58,752	0	207,942							
	380C1F3 / 329376		103654	216058	29376	103654	-216058	58,752	207,308	0		0	6633,856	58,752	0	207,308							
	150C1F1 / 17344		26057	54029	7344	26057	-54029	14,688	52,114	0		0	2634,37	14,688	0	52,114							
	150C1F2 / 17344		25993	54021	7344	25993	-54021	14,688	51,986	0		0	2186,217	14,688	0	51,986							
	150C1F3 / 17344		25914	54014	7344	25914	-54014	14,688	51,828	0		0	1739,28	14,688	0	51,828							
1a	Comp. gl	4617	18081	36619	4620	33409	-55362	9,237	51,49	-18,743		-459,204	1280,441	9,237	-18,743	51,49		1a	-11849,8	32056,09	141,568	-288,882	791,523
Wind, 10 dg	GW / opgw	2226	9074	17914	2228	21142	-33659	4,454	30,216	-15,745		-904,235	1738,694	4,454	-15,745	30,216		Wind angle: 45 dgr					
Permanent loads	yg= 1,17045		66993	134985	17057	129043	-211148	34,102	196,036	-76,163		-3731,99	9605,764	34,102	-76,163	196,036							
Wind angle:	380C1F2 / 317045		66603	134762	17056	123174	-203211	34,101	189,777	-68,449		-2772,18	7685,969	34,101	-68,449	189,777							
	380C1F3 / 317045		66131	134516	17054	115909	-193419	34,099	182,04	-58,903		-1884,9	5825,28	34,099	-58,903	182,04							
	150C1F1 / 14261		16748	33746	4264	32261	-52787	8,525	49,009	-19,041		-933,009	2448,329	8,525	-19,041	49,009							
	150C1F2 / 14261		16651	33691	4264	30794	-50803	8,525	47,445	-17,112		-693,036	1968,41	8,525	-17,112	47,445							
	150C1F3 / 14261		16533	33629	4264	28977	-48355	8,525	45,51	-14,726		-471,232	1503,208	8,525	-14,726	45,51							
1b	Comp. gl	4615	19245	40840	4615	20946	-41664	9,23	40,191	-0,824		-20,188	1003,601	9,23	-0,824	40,191		1b	-548,645	25298,79	141,451	-13,103	627,602
Wind, -20 dg	GW / opgw	2225	9424	19902	2225	10847	-20929	4,45	20,271	-1,027		-58,9806	1167,55	4,45	-1,027	20,271		Wind angle: 45 dgr					
Permanent loads	yg= 1,17036		72530	153806	17037	79525	-157441	34,073	152,055	-3,635		-178,115	7450,695	34,073	-3,635	152,055							
Wind angle:	380C1F2 / 317036		72476	153813	17036	78813	-156840	34,072	151,289	-3,027		-122,594	6127,205	34,072	-3,027	151,289							
	380C1F3 / 317036		72410	153824	17036	77958	-156163	34,072	150,368	-2,339		-74,848	4811,776	34,072	-2,339	150,368							
	150C1F1 / 14259		18133	38451	4259	19881	-39360	8,518	38,014	-0,909		-44,541	1909,535	8,518	-0,909	38,014							
	150C1F2 / 14259		18119	38453	4259	19703	-39210	8,518	37,822	-0,757		-30,6585	1578,64	8,518	-0,757	37,822							
	150C1F3 / 14259		18103	38456	4259	19489	-39041	8,518	37,592	-0,585		-18,72	1249,793	8,518	-0,585	37,592							
3	Comp. gl	18676	52715	110835	18679	60793	-113667	37,355	113,508	-2,832		-69,384	2857,524	37,355	-2,832	113,508		3	-2189,86	40757,96	276,181	-52,469	1016,845
Wind+ice, -t	GW / opgw	9244	26368	54956	9247	32885	-58520	18,491	59,253	-3,564		-204,681	3416,971	18,491	-3,564	59,253		Wind angle: 45 dgr					
Permanent loads	yg= 1,29376		103008	216050	29381	124621	-230625	58,757	227,629	-14,575		-714,175	11153,82	58,757	-14,575	227,629							
Wind angle:	380C1F2 / 329376		102851	216057	29380	122400	-228455	58,756	225,251	-12,398		-502,119	9122,666	58,756	-12,398	225,251							
	380C1F3 / 329376		102659	216072	29379	119728	-225957	58,755	222,387	-9,885		-316,32	7116,384	58,755	-9,885	222,387							
	150C1F1 / 17344		25752	54012	7345	31155	-57656	14,689	56,907	-3,644		-178,556	2869,233	14,689	-3,644	56,907							
	150C1F2 / 17344		25713	54014	7345	30600	-57114	14,689	56,313	-3,1		-125,55	2361,466	14,689	-3,1	56,313							
	150C1F3 / 17344		25665	54018	7345	29932	-56489	14,689	55,597	-2,471		-79,072	1859,894	14,689	-2,471	55,597							
4	Comp. gl	6122	21877	46484	6122	23381	-46885	12,244	45,258	-0,401		-9,8245	1133,921	12,244	-0,401	45,258		4	-353,737	25761,22	168,596	-8,395	639,283
Construction	GW opgw	2978	10706	22649	2978	11922	-23233	5,956	22,628	-0,584		-33,5391	1304,059	5,956	-0,584	22,628		Wind angle: 45 dgr					
Permanent loads	yg= 1,20053		73334	155528	20053	79779	-157978	40,106	153,113	-2,45		-120,05	7502,537	40,106	-2,45	153,113							
Wind angle:	380C1F2 / 320053		73281	155539	20053	79139	-157533	40,106	152,42	-1,994		-80,757	6173,01	40,106	-1,994	152,42							
	380C1F3 / 320053		73217	155553	20053	78368	-157037	40,106	151,585	-1,484		-47,488	4850,72	40,106	-1,484	151,585							
	150C1F1 / 15013		18333	38882	5013	19945	-39495	10,026	38,278	-0,613		-30,037	1930,765	10,026	-0,613	38,278							
	150C1F2 / 15013		18320	38885	5013	19785	-39383	10,026	38,105	-0,498		-20,169	1598,396	10,026	-0,498	38,105							
	150C1F3 / 15013		18304	38888	5013	19592	-39259	10,026	37,896	-0,371		-11,872	1267,815	10,026	-0,371	37,896							
1a	Comp. gl	4620	31951	53373	4620	31951	-53373	9,24	63,902	0		0	1584,541	9,24	0	63,902		1a	0	39953,48	141,606	0	984,566
Wind, 10 dg	GW / opgw	2228	20081	32201	2228	20081	-32201	4,456	40,162	0		0	2309,895	4,456	0	40,162		Wind angle: 90 dgr					
Permanent loads	yg= 1,17056		123258	203324	17056	123258	-203324	34,112	246,516	0		0	12079,28	34,112	0	246,516							
Wind angle:	380C1F2 / 317055		117826	195998	17055	117826	-195998	34,11	235,652	0		0	9543,906	34,11	0	235,652							
	380C1F3 / 317053		111117	186995	17053	111117	-186995	34,106	222,234	0		0	7111,488	34,106	0	222,234							
	150C1F1 / 14264		30815	50831	4264	30815	-50831	8,528	61,63	0		0	3066,774	8,528	0	61,63							
	150C1F2 / 14264		29456	48999	4264	29456	-48999	8,528	58,912	0		0	2432,84	8,528	0	58,912							
	150C1F3 / 14263		27779	46749	4263	27779	-46749	8,526	55,558	0		0	1824,749	8,526	0	55,558							
1b	Comp. gl	4615	20776	41527	4615	20776	-41527	9,23	41,552	0		0	1036,946	9,23	0	41,552		1b	0	26174,22	141,45	0	648,984
Wind, -20 dg	GW / opgw	2225	10700	20777	2225	10700	-20777	4,45	21,4	0		0	1232,388	4,45	0	21,4		Wind angle: 90 dgr					
Permanent loads	yg= 1,17036		78823	156849	17036	78823	-156849	34,072	157,646	0		0	7724,654	34,072	0	157,646							
Wind angle:	380C1F2 / 317036		78180	156335	17036	78180	-156335	34,072	156,36	0		0	6332,58	34,072	0	156,36							
	380C1F3 / 317036		77410	155757	17036	77410	-155757	34,072	154,82	0		0	4954,24	34,072	0	154,82							
	150C1F1 / 14259		19706	39212	4259	19706	-39212	8,518	39,412	0		0	1978,037	8,518	0	39,412							
	150C1F2 / 14259		19545	39084	4259	19545	-39084	8,518	39,09	0		0	1629,994	8,518	0	39,09							
	150C1F3 / 14259		19352	38939	4259	19352	-38939	8,518	38,704	0		0	1285,377	8,518	0	38,704							
3	Comp. gl	18678	60012	113159	18678	60012	-113159	37,356	120,024	0		0	3017,168	37,356	0	120,024		3	0	43608,73	276,194	0	1086,678
Wind+ice, -t	GW / opgw	9246	32242	57978	9246	32242	-57978	18,492	64,484	0		0	3717,389	18,492	0	64,484		Wind angle: 90 dgr					
Permanent loads	yg= 1,29380		122431	228485	29380	122431	-228485	58,76	244,862	0		0	11998,24	58,76	0	244,862							
Wind angle:	380C1F2 / 329379		120425	226595	29379	120425	-226595	58,758	240,85	0		0	9754,425	58,758	0	240,85							
	380C1F3 / 329379		118012	224428	29379	118012	-224428	58,758	236,024	0		0	7552,768	58,758	0	236,024							
	150C1F1 / 17345		30608	57121	7345	30608	-57121	14,69	61,216	0		0	3080,379	14,69	0	61,216							
	150C1F2 / 17345		30106	56649	7345	30106	-56649	14,69	60,212	0		0	2519,381	14,69	0	60,212							
	150C1F3 / 17345		29503	56107	7345	29503	-56107	14,69	59,006	0		0	1968,987	14,69	0	59,006							
4	Comp. gl	6122	23237	46803	6122	23237	-46803	12,244	46,474	0		0	1163,713	12,244	0	46,474		4	0	26569,62	168,596	0	659,048
Construction	GW opgw	2978	11801	23136	2978	11801	-23136	5,956	23,602	0		0	1359,995	5,956	0	23,602		Wind angle: 90 dgr					
Permanent loads	yg= 1,20053		78148	157539	20053	79148	-157539	40,106	158,296	0		0	7756,504	40,106	0	158,296							
Wind angle:	380C1F2 / 320053		78569	157162	20053	78569	-157162	40,106	157,138	0		0	6364,089	40,106	0	157,138							
	380C1F3 / 320053		77872	156743	20053	77872	-156743	40,106	155,744	0		0	4983,808	40,106	0	155,744							
	150C1F1 / 15013		19787	39385	5013	19787	-39385	10,026	39,574	0		0	1994,269	10,026	0	39,574							

Belastingen uit lijnen

			M langs	M dwars	N	V langs	V dwars
Perm load 1,2	0 deg	1a	0	23342	142	0	578
		1b	0	24335	141	0	604
		3	0	37601	276	0	940
		4	0	24883	169	0	618
		6	0	23010	159	0	571
	45 deg	1a	-11850	32056	142	-289	792
		1b	-549	25299	141	-13	628
		3	-2190	40758	276	-52	1017
		4	-354	25761	169	-8	639
	90 deg	1a	0	39953	142	0	985
		1b	0	26174	141	0	649
		3	0	43609	276	0	1087
		4	0	26570	169	0	659
	-45 deg	1a	11850	32056	142	289	792
		1b	549	25299	141	13	628
		3	2190	40758	276	52	1017
		4	354	25761	169	8	639
	0 deg	1a	0	19276	106	0	477
		1b	0	19730	106	0	490
		3	0	33940	241	0	849
		4	0	20690	133	0	514
		6	0	16532	106	0	410
	45 deg	1a	-14471	29034	106	-354	717
		1b	-919	20857	106	-22	517
		3	-2764	37348	241	-66	933
		4	-581	21668	133	-14	538
	90 deg	1a	0	38028	106	0	937
		1b	0	21862	106	0	542
		3	0	40405	241	0	1007
		4	0	22555	133	0	560
	-45 deg	1a	**14471**	29034	106	**354**	717
		1b	919	**20857**	**106**	22	**517**
		3	2764	**37348**	**241**	66	**933**
		4	**581**	21668	133	**14**	538

Belasting uit mast

N	V	M
857	116	3147
857	22	590
857	33	885
857	22	590
857	116	3147
857	22	590
857	33	885
857	22	590
857	116	3147
857	22	590
857	33	885
857	22	590
857	116	3147
857	22	590
857	33	885
857	22	590
643	116	3147
643	22	590
643	33	885
643	22	590
643	116	3147
643	22	590
643	33	885
643	22	590
643	116	3147
643	22	590
643	33	885
643	22	590
643	116	3147
643	22	590
643	33	885
643	22	590

Totaal

regel		Loadcase	M langs	M dwars	N	V langs	V dwars	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	3147	23342	999	116	578	23553,02
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	590	24335	998	22	604	24342,19
3	Perm load 1,2	0 deg	3	885	37601	1133	33	940	37611,91
4	Perm load 1,2	0 deg	4	590	24883	1026	22	618	24890,38
5	Perm load 1,2	0 deg	6						
6									
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	14075	34281	999	371	874	37058,31
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	966	25716	998	28	643	25734,16
9	Perm load 1,2	45 deg	3	2816	41384	1133	76	1040	41479,49
10	Perm load 1,2	45 deg	4	771	26178	1026	24	655	26189,81
11									
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	43100	999	0	1101	43100,48
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	0	26764	998	0	671	26764,28
14	Perm load 1,2	90 deg	3	0	44494	1133	0	1119	44493,83
15	Perm load 1,2	90 deg	4	Construct	0	27160	1026	0	681	27159,68
16									
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	14075	34281	999	371	874	37058,31
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	966	25716	998	28	643	25734,16
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	2816	41384	1133	76	1040	41479,49
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	771	26178	1026	24	655	26189,81
21									
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	3147	19276	749	116	477	19531,44
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	590	19730	749	22	490	19738,96
24	Perm load 0,9	0 deg	3	885	33940	883	33	849	33951,33
25	Perm load 0,9	0 deg	4	590	20690	776	22	514	20698,03
26	Perm load 0,9	0 deg	6						
27									
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	16697	31259	749	436	799	35438,81
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	1336	21274	749	37	533	21316,32
30	Perm load 0,9	45 deg	3	3390	37974	883	89	956	38124,93
31	Perm load 0,9	45 deg	4	Construct	998	22085	776	29	553	22107,61
32									
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	0	41175	749	0	1053	41174,81
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	0	22452	749	0	564	22451,94
35	Perm load 0,9	90 deg	3	0	41290	884	0	1040	41289,97
36	Perm load 0,9	90 deg	4	0	23145	776	0	581	23144,8
37									
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	16697	31259	749	436	799	35438,81
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	1336	21274	749	37	533	21316,32
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	3390	37974	883	89	956	38124,93
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	998	22085	776	29	553	22107,61
		Max		16697	44494	1133	436	1119	44494

| | | | | | | | | | | | | |

| | | |

Permanent loads γg= 0,125113		115309	210660	25109	91851	-192124		50,222	207,16	18,536		908,264	10150,84	50,222	18,536	207,16	
Wind angle: 380C1F2 / 325113		112877	208039	25109	91689	-192120		50,222	204,566	15,919		644,7195	8284,923	50,222	15,919	204,566	
380C1F3 / 325112		109949	204991	25109	91490	-192121		50,221	201,439	12,87		411,84	6446,048	50,221	12,87	201,439	
150C1F1 / 16278		28827	52665	6277	22963	-48031		12,555	51,79	4,634		227,066	2606,763	12,555	4,634	51,79	
150C1F2 / 16278		28219	52010	6277	22922	-48030		12,555	51,141	3,98		161,19	2140,263	12,555	3,98	51,141	
150C1F3 / 16278		27487	51248	6277	22872	-48030		12,555	50,359	3,218		102,976	1680,541	12,555	3,218	50,359	
4	Comp. gl	4966	20153	39964	4966	18525	-39296	9,932	38,678	0,668		16,366	967,9716	9,932	0,668	38,678	
Constructior GW		ogpw	2421	10421	20014	2421	9081	-19165	4,842	19,502	0,849		48,75807	1123,685	4,842	0,849	19,502
Permanent loads γg= 0,115789			67957	132629	15788	60801	-128652	31,577	128,758	3,977		194,873	6309,142	31,577	3,977	128,758	
Wind angle: 380C1F2 / 315788			67224	131985	15788	60747	-128658	31,576	127,971	3,327		134,7435	5182,826	31,576	3,327	127,971	
380C1F3 / 315788			66345	131256	15788	60680	-128668	31,576	127,025	2,588		82,816	4064,8	31,576	2,588	127,025	
150C1F1 / 13947			16989	33157	3947	15200	-32163	7,894	32,189	0,994		48,706	1620,678	7,894	0,994	32,189	
150C1F2 / 13947			16806	32996	3947	15187	-32165	7,894	31,993	0,831		33,6555	1339,134	7,894	0,831	31,993	
150C1F3 / 13947			16586	32814	3947	15170	-32167	7,894	31,756	0,647		20,704	1059,609	7,894	0,647	31,756	

4	580,6221	21667,84	133,185	13,881	537,872	
Wind angle: -45 dgr						

Hoogte meet	Ber & bijlage	50 m	Hoogte	Bestastingen uit tijnen				Bestastingen op meetvoet, per tijn				Totaal				Belasting op meetvoet: Belastingbewijs			
Hoogte detective stroomdraad (T.I)		24 m		M_{kap}	M_{dwars}	N	V_{kap}	V_{dwars}	M_{kap}	M_{dwars}	N	V_{kap}	V_{dwars}	Vent	Claxers	Lamps		M_{kap}	M_{dwars}	N	V_{kap}	V_{dwars}
Bliksemdraad - $GW / (H_{vent}$ -	0.57 m =	49.43 m	0,761 m	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1e traverse - 150C1F1	5.5 m	41	0 m	4	-2031	9693	82	-636	300	4	-1972	9693	82	-636	300	4	2031	9693	82	-636	300	4	-1972	9693	82	-636	300
1e traverse - 180C1F1 FZ +	8.5 m =	41 m	0 m	3	-2194	10714	86	-689	333	3	-2194	10714	86	-689	333	3	-2194	10714	86	-689	333	3	-2194	10714	86	-689	333
2e traverse - 150C1F1	5.5 m	24 m	0 m	6	-1919	9222	80	-612	285	6	-1919	9222	80	-612	285	6	-1919	9222	80	-612	285	6	-1919	9222	80	-612	285
2e traverse - 180C1F2 FZ +	8.5 m =	32.5 m	0 m	4	-2103	11910	71	-653	366	4	-2103	11910	71	-653	366	4	-2103	11910	71	-653	366	4	-2103	11910	71	-653	366
3e traverse - 150C1F2 FZ +		32.5 m	5,5 m	4	-2059	11577	71	-641	356	4	-2059	11577	71	-641	356	4	-2059	11577	71	-641	356	4	-2059	11577	71	-641	356
3e traverse - 150C1F3	5.5 m	24 m	5,5 m	3	-2391	12993	86	-747	402	3	-2391	12993	86	-747	402	3	-2391	12993	86	-747	402	3	-2391	12993	86	-747	402
3e traverse - 180C1F3	5.5 m	16 m	0 m	2	-2649	15208	82	-646	316	2	-2649	15208	82	-646	316	2	-2649	15208	82	-646	316	2	-2649	15208	82	-646	316
Passieve lijn = Comp C.Fz -	7.5 m =	16.5 m	2,087 m	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299
				4	-2048	10267	82	-641	318	4	-2048	10267	82	-641	318	4	-2048	10267	82	-641	318	4	-2048	10267	82	-641	318
				6	-1037	13392	111	-948	399	6	-1037	13392	111	-948	399	6	-1037	13392	111	-948	399	6	-1037	13392	111	-948	399
				3	-2420	13270	86	-756	411	3	-2420	13270	86	-756	411	3	-2420	13270	86	-756	411	3	-2420	13270	86	-756	411
				3	-2655	15314	71	-645	320	3	-2655	15314	71	-645	320	3	-2655	15314	71	-645	320	3	-2655	15314	71	-645	320
				4	-2103	11910	71	-653	366	4	-2103	11910	71	-653	366	4	-2103	11910	71	-653	366	4	-2103	11910	71	-653	366
				4	-2059	11577	71	-641	356	4	-2059	11577	71	-641	356	4	-2059	11577	71	-641	356	4	-2059	11577	71	-641	356
				3	-2391	12993	86	-747	402	3	-2391	12993	86	-747	402	3	-2391	12993	86	-747	402	3	-2391	12993	86	-747	402
				2	-2649	15208	82	-646	316	2	-2649	15208	82	-646	316	2	-2649	15208	82	-646	316	2	-2649	15208	82	-646	316
				4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299
				3	-1914	10569	86	-688	328	3	-1914	10569	86	-688	328	3	-1914	10569	86	-688	328	3	-1914	10569	86	-688	328
				4	-1607	6625	53	-440	205	4	-1607	6625	53	-440	205	4	-1607	6625	53	-440	205	4	-1607	6625	53	-440	205
				4	-1637	7913	64	-523	248	4	-1637	7913	64	-523	248	4	-1637	7913	64	-523	248	4	-1637	7913	64	-523	248
				3	-1831	9028	68	-577	281	3	-1831	9028	68	-577	281	3	-1831	9028	68	-577	281	3	-1831	9028	68	-577	281
				4	-1686	9028	82	-646	316	4	-1686	9028	82	-646	316	4	-1686	9028	82	-646	316	4	-1686	9028	82	-646	316
				4	-1686	7913	64	-523	248	4	-1686	7913	64	-523	248	4	-1686	7913	64	-523	248	4	-1686	7913	64	-523	248
				6	-1607	6625	53	-440	205	6	-1607	6625	53	-440	205	6	-1607	6625	53	-440	205	6	-1607	6625	53	-440	205
				4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299
				3	-1914	10569	86	-688	328	3	-1914	10569	86	-688	328	3	-1914	10569	86	-688	328	3	-1914	10569	86	-688	328
				4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299
				3	-1914	10569	86	-688	328	3	-1914	10569	86	-688	328	3	-1914	10569	86	-688	328	3	-1914	10569	86	-688	328
				4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299	4	-2033	9653	82	-636	299

| | | |

| | | |

Permanent tools type=L-13806	96215	-17704	0	0	0	-72SR89	3641815	18906	-177.046	96.215	19.806		
3DCJF3/13806	9211	-17245	1982C	76360	39607	-277.248	4031.704	39607	-13.252	168.071			
Wwd angle: 3DCJF3/13806	94170	-17435	1982C	76522	39607	-462.73	557.49	39607	-14.238	170.692			
Permanent tools type=L-13805	2805A	44382	4951	19163	4012K	-169.576	1826.158	4902	-4.136	43.217			
1DCJF3/13805	2905A	43217

| | | |

14	Comp. g	3462	21310	3462	27236	19301	15804	19451	7588	15297	8	9183.81	1349.02	89.806	-315.507	372.461			
Wwwl. 10 dy/dw / oppw	1670	12957	52716	1669	19817	6860	13909	3	9.339	19.817	-7.807	382.5	982.0953	3.39	-7.807	19.817			
Pressmint toxis yg=0.115785		82007	1411.81	12781	1001.7	51614	1.0	0	0	0	1459.97	595.434	6925	8.545	35.211	19.821	14	1121.43	1134.87
Wwwl. -20 dy/dw / oppw	1668	12957	52716	1669	19817	6860	13909	3	9.339	19.817	-7.807	382.5	982.0953	3.39	-7.807	19.817			
Wwd angle: 3DCCF2 / 11278		78924	12.785	12.784	1371.84	7491	1521.5	0	0	0	4571.48	2565.03	1371.284	78.924	12.785	1371.284			
3DCCF2 / 11278		75167	7361.5	12.784	7361.5	132.52	2.0	0	0	0	1310.53	1801.888	132.522	75.162	12.784	132.522			
15DCF1 / 13196		20502	2545	0	0	0	0	0	0	0	1459.25	8514.16	1396.1	20.502	35.445	1396.1			
15DCF1 / 13196		18290	1831	0	0	0	0	0	0	0	795.144	648.598	1196	18.29	33.131	1196			
15DCF1 / 13196		1821	2588	3196	1287	2652	4	0	0	0	255.84	1094.261	6.91	18.23	7.823	2588			
10 Comp. g	3461	16840	13512	3461	15402	20581	0	0	0	0	11.662	546.4193	6922	32.242	0.828	6922			
Pressmint toxis yg=0.115774		12780	63.221	12.774	1357.66	12655	1.0	0	0	0	3023.78	1517.304	12.774	63.221	12.766	1357.66			
Wwd angle: 3DCCF2 / 11274		63056	1357.6	0	0	0	0	0	0	0	414.83	1023.888	12.784	1357.6	32.522	63.221			
15DCF1 / 13197		15793	3952.4	15793	3952.4	31602	1.0	0	0	0	1056.12	1160.2	2594	31.586	0	31.586			
15DCF1 / 13197		15915	3952.4	15915	3952.4	31602	1.0	0	0	0	1290.17	1160.2	2594	31.586	0	31.586			
15DCF1 / 13197		15464	3952.1	0	0	0	0	0	0	0	1056.12	756.635	3797	31.501	0	31.501			
15DCF1 / 13197		16502	3952.1	0	0	0	0	0	0	0	1056.12	1160.2	2594	31.586	0	31.586			
15DCF1 / 13197		15793	3952.1	15793	3952.1	31602	1.0	0	0	0	1056.12	1160.2	3797	15793	3952.1	31602			
15DCF1 / 13197		15915	3952.1	15915	3952.1	31602	1.0	0	0	0	1290.17	1160.2	3797	15915	3952.1	31602			
15DCF1 / 13197		15464	3952.1	15464	3952.1	31602	1.0	0	0	0	1056.12	756.635	3797	31.501	0	31.501			
Pressmint toxis yg=0.115787		63561	1357.6	12781	6324.1	52614	1.0	0	0	0	1459.97	982.0953	25.566	133.621	35.609	133.621			
Wwd angle: 3DCCF2 / 11278		61430	1060.9	12781	5143	1060.98	0	0	0	0	3448.19	1671.475	12781	5143	1060.98	5143			
Pressmint toxis yg=0.115782		61707	1060.9	12781	5143	1060.18	0	0	0	0	2554.43	1228.948	12781	1060.18	5143.07	5143.07			
15DCF1 / 13196		12803	2652.9	0	0	0	0	0	0	0	1088.26	5405.3955	1195	26.543	12.903	12.903			
15DCF1 / 13196		12857	2652.4	1196	19731	34396	0	0	0	0	255.84	1094.261	6.391	7.823	32.588	32.588			
15DCF1 / 13196		12803	2652.9	0	0	0	0	0	0	0	1088.26	5405.3955	1195	26.543	12.903	12.903			
3 Comp. g	6608	36473	5058.3	6606	29590	50966	0	0	0	0	1584.81	1002.117	12.314	59.047	59.063	123.14			
Wwd-xx. -(W / oppw	2640	20451	2436	2238	12111	25121	0	0	0	0	451.54	1624.155	6.478	9.135	6.278	6.278			
Pressmint toxis yg=0.115762		18674	1359.6	1358.8	6393.2	13227	0	0	0	0	3911.63	6142.469	31.08	22.723	1501.309	22.723			
15DCF1 / 13196		12803	2652.9	0	0	0	0	0	0	0	1088.26	5405.3955	1195	26.543	12.903	12.903			
Wwd angle: 3DCCF2 / 11278		80229	1539.2	2708	12737	34396	0	0	0	0	3592.4	1734.864	1706	153.85	72.286	72.286			
15DCF1 / 13196		18095	3845.8	0	0	0	0	0	0	0	1584.81	1002.117	12.314	59.047	59.063	123.14			
Pressmint toxis yg=0.115787		18195	4049.8	1196	19.731	34396	0	0	0	0	3592.4	1734.864	1706	153.85	72.286	72.286			
Wwd angle: 3DCCF2 / 11278		81705	4049.8	1196	19.731	34396	0	0	0	0	3592.4	1734.864	1706	153.85	72.286	72.286			
15DCF1 / 13196		18095	3845.8	0	0	0	0	0	0	0	1584.81	1002.117	12.314	59.047	59.063	123.14

	150C1F2 / 13193	14647	-31089	3194	15990	31856	6,387	30,637	0,767	24,9275	1030,831	6,387	0,767	30,637							
	150C1F3 / 13193	14634	-31090	0	0	0	3,193	14,634	-31,09	-746,16	368,7775	3,193	-31,09	14,634							
3	Comp. gl	6606	24590	-50966	6608	34473	60583	13,214	59,063	9,617	158,6805	1002,117	13,214	9,617	59,063	3	-7986,88	14712,77	97,388	-286,542	438,388
Wind+ice,	GW / opgw	3238	12311	-25131	3240	20451	34266	6,478	32,762	9,135	451,5431	1624,355	6,478	9,135	32,762	Wind angle: -45 dgr					
Permanent loads	yg= 0.1	15538	63933	-133227	15542	86376	155950	31,08	150,309	22,723	931,643	6162,669	31,08	22,723	150,309						
Wind angle:	380C1F2 / 31	5538	63792	-133198	0	0	0	15,538	63,792	-133,198	-4328,94	2073,24	15,538	-133,198	63,792						
	380C1F3 / 31	5538	63619	-133169	0	0	0	15,538	63,619	-133,169	-3196,06	1526,856	15,538	-133,169	63,619						
	150C1F1 / 13	885	15983	-33307	0	0	0	3,885	15,983	-33,307	-1365,59	676,6705	3,885	-33,307	15,983						
	150C1F2 / 13	885	15948	-33299	3885	21007	38248	7,77	36,955	4,949	160,8425	1243,773	7,77	4,949	36,955						
	150C1F3 / 13	885	15905	-33292	0	0	0	3,885	15,905	-33,292	-799,008	403,0875	3,885	-33,292	15,905						
4	Comp. gl	4665	17581	-37358	4665	18828	37773	9,33	36,409	0,415	6,8475	620,2202	9,33	0,415	36,409	4	-8922,29	11919,34	89,805	-307,891	355,089
Construction	GW opgw	2271	8598	-18190	2271	9615	18753	4,542	18,213	0,563	27,82909	903,7251	4,542	0,563	18,213	Wind angle: -45 dgr					
Permanent loads	yg= 0.1	15186	58808	-124724	15187	64197	127187	30,373	123,005	2,463	100,983	5043,205	30,373	2,463	123,005						
Wind angle:	380C1F2 / 31	5186	58765	-124732	0	0	0	15,186	58,765	-124,732	-4053,79	1909,863	15,186	-124,732	58,765						
	380C1F3 / 31	5186	58713	-124742	0	0	0	15,186	58,713	-124,742	-2993,81	1409,112	15,186	-124,742	58,713						
	150C1F1 / 13	797	14702	-31181	0	0	0	3,797	14,702	-31,181	-1278,42	623,6655	3,797	-31,181	14,702						
	150C1F2 / 13	797	14691	-31183	3797	15913	31691	7,594	30,604	0,508	16,51	1036,397	7,594	0,508	30,604						
	150C1F3 / 13	797	14678	-31185	0	0	0	3,797	14,678	-31,185	-748,44	373,1555	3,797	-31,185	14,678						

WAH4002+ 14-V2

Hoogte insteL
Hoogte onderste stroomdraad (F3)

| | | |

| | | |

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

W4S400Z+ 15 - AA

| | | |

	150C1F2 / 15529	3644	44159	5529	3644	-44159	11,058	7,288	0	0	258,0312	11,058	0	7,288												
	150C1F3 / 15533	3453	43910	5533	3453	-43910	11,066	6,906	0	0	183,8324	11,066	0	6,906												
1a	Comp. gl	5011	6067	47521	5011	6067	-47521	10,022	12,134	0	0	316,1845	10,022	0	12,134	1a		0	8273,752	153,282	0	192,696					
Wind, 10 dg	GW / opgw	2377	4111	26910	2377	4111	-26910	4,754	8,222	0	0	477,9251	4,754	0	8,222	Wind angle: -45 dgr											
Permanent loads yg= 1:		118412	24513	180840	18412	24513	-180840	36,824	49,026	0	0	2576,709	36,824	0	49,026												
Wind angle:	380C1F2 / 318462	23111	176582	18462	23111	-176582	36,924	46,222	0	0	2046,9	36,924	0	46,222												
	380C1F3 / 318528	21312	171391	18528	21312	-171391	37,056	42,624	0	0	1539,502	37,056	0	42,624												
	150C1F1 / 14603	6128	45210	4603	6128	-45210	9,206	12,256	0	0	569,6303	9,206	0	12,256												
	150C1F2 / 14616	5778	44145	4616	5778	-44145	9,232	11,556	0	0	437,0169	9,232	0	11,556												
	150C1F3 / 14632	5328	42848	4632	5328	-42848	9,264	10,656	0	0	309,8835	9,264	0	10,656												
1b	Comp. gl	5174	2816	45401	5174	2816	-45401	10,348	5,632	0	0	157,5003	10,348	0	5,632	1b		0	4052,922	158,87	0	88,928					
Wind, -20 dg	GW / opgw	2493	1601	22363	2493	1601	-22363	4,986	3,202	0	0	190,6979	4,986	0	3,202	Wind angle: -45 dgr											
Permanent loads yg= 1:		119133	10981	171285	19133	10981	-171285	38,266	21,962	0	0	1257,404	38,266	0	21,962												
Wind angle:	380C1F2 / 319138	10705	171055	19138	10705	-171055	38,276	21,41	0	0	1048,418	38,276	0	21,41												
	380C1F3 / 319144	10352	170786	19144	10352	-170786	38,288	20,704	0	0	843,8983	38,288	0	20,704												
	150C1F1 / 14783	2745	42821	4783	2745	-42821	9,566	5,49	0	0	236,8874	9,566	0	5,49												
	150C1F2 / 14784	2676	42764	4784	2676	-42764	9,568	5,352	0	0	184,6267	9,568	0	5,352												
	150C1F3 / 14786	2588	42697	4786	2588	-42697	9,572	5,176	0	0	133,4892	9,572	0	5,176												
3	Comp. gl	20190	9409	123811	20190	9409	-123811	40,38	18,818	0	0	537,1977	40,38	0	18,818	3		0	7863,656	302,378	0	174,73					
Wind+ice, -(	GW / opgw	9976	5720	62320	9976	5720	-62320	19,952	11,44	0	0	684,4389	19,952	0	11,44	Wind angle: -45 dgr											
Permanent loads yg= 1:		232254	20080	244441	32254	20080	-244441	64,508	40,16	0	0	2273,414	64,508	0	40,16												
Wind angle:	380C1F2 / 332272	19333	243586	32272	19333	-243586	64,544	38,666	0	0	1871,718	64,544	0	38,666												
	380C1F3 / 332292	18376	242584	32292	18376	-242584	64,584	36,752	0	0	1481,998	64,584	0	36,752												
	150C1F1 / 18064	5020	61110	8064	5020	-61110	16,128	10,04	0	0	437,8022	16,128	0	10,04												
	150C1F2 / 18068	4833	60896	8068	4833	-60896	16,136	9,666	0	0	337,2883	16,136	0	9,666												
	150C1F3 / 18073	4594	60646	8073	4594	-60646	16,146	9,188	0	0	239,7977	16,146	0	9,188												
4	Comp. gl	6762	3061	51515	6762	3061	-51515	13,524	6,122	0	0	175,4953	13,524	0	6,122	4		0	4152,123	186,534	0	89,524					
Construction	GW opgw	3288	1710	26262	3288	1710	-26262	6,576	3,42	0	0	205,5057	6,576	0	3,42	Wind angle: -45 dgr											
Permanent loads yg= 1:		222187	10956	172854	22187	10956	-172854	44,374	21,912	0	0	1283,888	44,374	0	21,912												
Wind angle:	380C1F2 / 322191	10689	172675	22191	10689	-172675	44,382	21,378	0	0	1076,047	44,382	0	21,378												
	380C1F3 / 322195	10348	172466	22195	10348	-172466	44,39	20,696	0	0	872,5474	44,39	0	20,696												
	150C1F1 / 15547	2739	43213	5547	2739	-43213	11,094	5,478	0	0	231,1683	11,094	0	5,478												
	150C1F2 / 15548	2672	43169	5548	2672	-43169	11,096	5,344	0	0	179,1716	11,096	0	5,344												
	150C1F3 / 15549	2587	43117	5549	2587	-43117	11,098	5,174	0	0	128,3009	11,098	0	5,174												
1a	Comp. gl	3859	1397	31599	3859	1397	-31599	7,718	2,794	0	0	83,00915	7,718	0	2,794	1a		0	2069,334	118,312	0	42,908					
Wind, 10 dg	GW / opgw	1861	678	15226	1861	678	-15226	3,722	1,356	0	0	83,1075	3,722	0	1,356	Wind angle: 0 dgr											
Permanent loads yg= 0:		114250	5174	116855	14250	5174	-116855	28,5	10,348	0	0	642,0565	28,5	0	10,348												
Wind angle:	380C1F2 / 314250	5169	116855	14250	5169	-116855	28,5	10,338	0	0	553,6935	28,5	0	10,338												
	380C1F3 / 314250	5161	116856	14250	5161	-116856	28,5	10,322	0	0	465,3085	28,5	0	10,322												
	150C1F1 / 13562	1293	29214	3562	1293	-29214	7,124	2,586	0	0	102,7916	7,124	0	2,586												
	150C1F2 / 13562	1292	29214	3562	1292	-29214	7,124	2,584	0	0	80,72961	7,124	0	2,584												
	150C1F3 / 13562	1290	29214	3562	1290	-29214	7,124	2,58	0	0	58,63761	7,124	0	2,58												
1b	Comp. gl	3914	1578	36072	3914	1578	-36072	7,828	3,156	0	0	92,08561	7,828	0	3,156	1b		0	2349,101	120,332	0	49,738					
Wind, -20 dg	GW / opgw	1889	770	17575	1889	770	-17575	3,778	1,54	0	0	93,72946	3,778	0	1,54	Wind angle: 0 dgr											
Permanent loads yg= 0:		114497	6007	137241	14497	6007	-137241	28,994	12,014	0	0	726,0306	28,994	0	12,014												
Wind angle:	380C1F2 / 314497	6006	137241	14497	6006	-137241	28,994	12,012	0	0	623,8306	28,994	0	12,012												
	380C1F3 / 314497	6004	137241	14497	6004	-137241	28,994	12,008	0	0	521,6006	28,994	0	12,008												
	150C1F1 / 13624	1502	34310	3624	1502	-34310	7,248	3,004	0	0	122,8572	7,248	0	3,004												
	150C1F2 / 13624	1501	34310	3624	1501	-34310	7,248	3,002	0	0	97,24222	7,248	0	3,002												
	150C1F3 / 13624	1501	34310	3624	1501	-34310	7,248	3,002	0	0	71,72522	7,248	0	3,002												
3	Comp. gl	18993	5122	116923	18993	5122	-116923	37,986	10,244	0	0	322,6196	37,986	0	10,244	3		0	4117,052	265,154	0	85,1					
Wind+ice, -(	GW / opgw	9418	2548	58077	9418	2548	-58077	18,836	5,096	0	0	319,401	18,836	0	5,096	Wind angle: 0 dgr											
Permanent loads yg= 0:		127778	9305	212205	27778	9305	-212205	55,556	18,61	0	0	1175,059	55,556	0	18,61												
Wind angle:	380C1F2 / 327778	9302	212205	27778	9302	-212205	55,556	18,604	0	0	1016,631	55,556	0	18,604												
	380C1F3 / 327778	9298	212205	27778	9298	-212205	55,556	18,596	0	0	858,2408	55,556	0	18,596												
	150C1F1 / 16944	2326	53051	6944	2326	-53051	13,888	4,652	0	0	181,3121	13,888	0	4,652												
	150C1F2 / 16944	2325	53051	6944	2325	-53051	13,888	4,65	0	0	141,6891	13,888	0	4,65												
	150C1F3 / 16944	2324	53051	6944	2324	-53051	13,888	4,648	0	0	102,1001	13,888	0	4,648												
4	Comp. gl	5512	1897	43378	5512	1897	-43378	11,024	3,794	0	0	113,7443	11,024	0	3,794	4		0	2526,398	148,194	0	52,256					
Construction	GW opgw	2687	926	21162	2687	926	-21162	5,374	1,852	0	0	113,9306	5,374	0	1,852	Wind angle: 0 dgr											
Permanent loads yg= 0:		117573	6216	142035	17573	6216	-142035	35,146	12,432	0	0	775,6546	35,146	0	12,432												
Wind angle:	380C1F2 / 317573	6215	142035	17573	6215	-142035	35,146	12,43	0	0	669,9016	35,146	0	12,43												
	380C1F3 / 317573	6213	142035	17573	6213	-142035	35,146	12,426	0	0	564,1186	35,146	0	12,426												
	150C1F1 / 14393	1554	35509	4393	1554	-35509	8,786	3,108	0	0	122,7886	8,786	0	3,108												
	150C1F2 / 14393	1554	35509	4393	1554	-35509	8,786	3,108	0	0	96,37061	8,786	0	3,108												
	150C1F3 / 14393	1553	35509	4393	1553	-35509	8,786	3,106	0	0	69,88861	8,786	0	3,106												
6	Comp. gl	3859	1380	31600	3859	1380	-31600	7,718	2,76	0	0	82,17615	7,718	0	2,76	6		0	2046,895	118,312	0	42,358					
Permanent,	GW / opgw	1861	665	15226	1861	665	-15226	3,722	1,33	0	0	81,61812	3,722	0	1,33	0											
Permanent loads yg= 1:		114250	5102	116857	14250	5102	-116857	28,5	10,204	0	0	635,0005	28,5	0	10,204												
	380C1F2 / 314250	5102	116857	14250	5102	-116857	28,5	10,204	0	0	548,2665	28,5	0	10,204												
	380C1F3 / 314250	5102	116857	14250	5102	-116857	28,5	10,204	0	0	461,5325	28,5	0	10,204												
	150C1F1 / 13562	1276	29214	3562	1276	-29214	7,124	2,552	0	0	101,1256	7,124	0	2,552												
	150C1F2 / 13562	1276	29214	3562	1276	-29214	7,124	2,552	0	0	79,43361	7,124	0	2,552												
	150C1F3 / 13562	1276	29214	3562	1276	-29214	7,124	2,552	0	0	57,74161	7,124	0	2,552												
1a	Comp. gl	3706	6647	44599	3706	6647	-44599	7,412	13,294	0	0	339,682	7,412	0	13,294	1a		0	8952,218	113,318	0	212,064					
Wind, 10 dg	GW / opgw	1753	4635	27323	1753	4635	-27323	3,506	9,27	0	0	536,1379	3,506	0	9,27	Wind angle: 45 dgr											
Permanent loads yg= 0:		113599	27124	173862	13599	27124	-173862	27,198	54,248	0	0	2786,989	27,198	0	54,248												
Wind angle:	380C1F2 / 313647	25428	167340	13647	25428	-167340	27,294	50,856	0	0	2188,96	27,294	0	50,856												
	380C1F3 / 313714	23248	159166	13714	23248	-159166	27,428	46,496	0	0	1617,798	27,428	0	46,496												
	150C1F1 / 13400	6781	43466	3400	6781	-43466	6,8	13,562	0	0	641,7036	6,8	0	13,562												
	150C1F2 / 13412	6357	41835	3412	6357	-41835	6,824	12,714	0	0	492,002	6,824	0	12,714												
	150C1F3 / 13428	5812	39791	3428	5812	-39791	6,856	11,624	0	0	348,9456	6,856	0	11,624												
1b	Comp. gl	3900	2609	36764	3900	2609	-36764	7,8	5,218	0	0	142,5518	7,8	0	5,218	1b		0	3712,437	119,83	0	83,2					
Wind, -20 dg	GW / opgw	1874	1552	18389	1874	1552	-18389	3,748	3,104	0	0	183,2779	3,748	0	3,104	Wind angle: 45 dgr											
Permanent loads yg= 0:		114427	10354	140467	14427	10354	-140467	28,854	20,708	0	0	1151,373	28,854	0	20,708												
Wind angle:	380C1F2 / 314437	10015	139991	14437	10015	-139991	28,874	20,03	0	0	947,9911	28,874	0	20,03												
	380C1F3 / 314449	9582	139433	14449	9582	-139433	28,898	19,164	0	0	750,1378	28,898	0	19,164												
	150C1F1 / 13607	2589	35117	3607	2589	-35117	7,214	5,178	0	0	229,4974	7,214	0	5,178												
	150C1F2 / 13609	2504	34998	3609	2504	-34998	7,218	5,008	0	0	178,586	7,218	0	5,008												
	150C1F3 / 13612	2395	34858	3612	2395	-34858	7,224	4,79	0	0	129,0218	7,224	0	4,79												
3	Comp. gl	18945	9969	118995	18945	9969	-118995	37,89	19,938	0	0	559,9415	37,89	0	19,938	3		0	8047,302	263,64	0	181,966					
Wind+ice, -(	GW / opgw	9366	6211	60465	9366	6211	-60465	18,732	12,422	0	0	738,9118	18,732	0	12,422	Wind angle: 45 dgr											
Permanent loads yg= 0:		127573	20938	222258	27573	20938	-222258	55,146	41,876	0	0	2313,151	55,146	0	41,876												
Wind angle:	380C1F2 / 327601	20032	220807	27601	20032	-220807	55,202	40,064	0	0	1884,084	55,202	0	40,064												
	380C1F3 / 327634	18872	219095	27634	18872	-219095	55,268	37,744	0	0	1469,613	55,268	0	37,744												
	150C1F1 / 16893	5235	55565	6893	5235	-55565	13,786	10,47	0	0	466,7366	13,786	0	10,47												
	150C1F2 / 16900	5008	55202	6900	5008	-55202	13,8	10,016	0	0	359,3076	13,8	0	10,016												
	150C1F3 / 16908	4718	54774	6908	4718	-54774	13,816	9,436	0	0	255,5579	13,816	0	9,436												
4	Comp. gl	5503	2884	43784	5503	2884	-43784	11,006	5,768	0	0	162,0733	11,006	0	5,768	4		0	3835,813	147,868	0	84,386					
Construction	GW opgw	2678	1672	21643	2678	1672	-21643	5,356	3,344	0	0	199,3721	5,356	0	3,344	Wind angle: 45 dgr											
Permanent loads yg= 0:		117527	10391	144361	17527	10391	-144361	35,054	20,782	0	0	1184,369	35,054	0	20,782												
Wind angle:	380C1F2 / 317534	10067	144013	17534	10067	-144013	35,068	20,134	0	0	981,5441	35,068	0	20,134												
	380C1F3 / 317542	9651	143605	17542	9651	-143605	35,084	19,302	0	0	783,8569	35,084	0	19,302												
	150C1F1 / 14382	2598	36090	4382	2598	-36090	8,764	5,196	0	0	225,1745	8,764	0	5,196												
	150C1F2 / 14383	2517	36003	4383	2517	-36003	8,766	5,034	0	0	174,4408	8,766	0	5,034												
	150C1F3 / 14385	2413	35901	4385	2413	-35901	8,77	4,826	0	0	124,9823	8,77	0	4,826												
1a	Comp. gl	3610	11100	62695	3610	11100	-62695	7,22	22,2	0	0	557,5169	7,22	0	22,2	1a		0	14754,49	110,428	0	354,704					
Wind, 10 dg	GW / opgw	1715	7924	40888	1715	7924	-40888	3,43	15,848	0	0	912,8412	3,43	0	15,848	Wind angle: 90 dgr											
Permanent loads yg= 0:		113259	45567	247926	13259	45567	-247926	26,518	91,134	0	0	4591,182	26,518	0	91,134												
Wind angle:	380C1F2 / 313297	42514	235608	13297	42514	-235608	26,594	85,028	0	0	3569,61	26,594	0	85,028												
	380C1F3 / 313355	38581	219684	13355	38581	-219684	26,71	77,162	0	0	2595,709	26,71	0	77,162												
	150C1F1 / 13315	11392	61981	3315	11392	-61981	6,63	22,784	0	0	1094,152	6,63	0	22,784												
	150C1F2 / 13324	10629	58902	3324	10629	-58902	6,648	21,258	0	0	838,625	6,648	0	21,258												
	150C1F3 / 13339	9645	54921	3339	9645	-54921	6,678	19,29	0	0	594,8553	6,678	0	19,29												
1b	Comp. gl	3871	3504	38381	3871	3504	-38381	7,742	7,008	0	0	186,2974	7,742	0	7,008	1b		0	4893,083	118,808	0	112,216					
Wind, -20 dg	GW / opgw	1846	2234	20148	1846	2234	-20148	3,692	4,468	0	0	261,3315	3,692	0	4,468	Wind angle: 90 dgr											
Permanent loads yg= 0:		114288	14125	147865	14288	14125	-147865	28,576	28,25	0	0	1519,615	28,576	0	28,25												
Wind angle:	380C1F2 / 314314	13491	146376	14314	13491	-146376	28,628	26,982	0	0	1228,382	28,628	0	26,982												
	380C1F3 / 314347	12680	144605	14347	12680	-144605	28,694	25,36	0	0	947,4435	28,694	0	25,36												
	150C1F1 / 13572	3531	36966	3572	3531	-36966	7,144	7,062	0	0	322,0484	7,144	0	7,062												
	150C1F2 / 13579	3373	36594	3579	3373	-36594	7,158	6,746	0	0	249,1764	7,158	0	6,746												
	150C1F3 / 13587	3170	36151	3587	3170	-36151	7,174	6,34	0	0	178,7897	7,174	0	6,34												
3	Comp. gl	18846	14124	123934	18846	14124	-123934	37,692	28,248	0	0	763,1631	37,692	0	28,248	3		0	11431,58	260,884	0	265,478					
Wind+ice, -(	GW / opgw	9275	9352	65698	9275	9352	-65698	18,55	18,704	0	0	1098,504	18,55	0	18,704	Wind angle: 90 dgr											
Permanent loads yg= 0:		127217	30976	243880	27217	30976	-243880	54,434	61,952	0	0	3293,502	54,434	0	61,952												
Wind angle:	380C1F2 / 327280	29295	239654	27280	29295	-239654	54,56	58,59	0	0	2631,346	54,56	0	58,59												
	380C1F3 / 327360	27139	234551	27360	27139	-234551	54,72	54,278	0	0	1996,105	54,72	0	54,278												
	150C1F1 / 16804	7744	60970	6804	7744	-60970	13,608	15,488	0	0	713,2163	13,608	0	15,488												
	150C1F2 / 16820	7324	59914	6820	7324	-59914	13,64	14,648	0	0	547,4409	13,64	0	14,648												
	150C1F3 / 16840	6785	58638	6840	6785	-58638	13,68	13,57	0	0	388,3026	13,68	0	13,57												
4	Comp. gl	5485	3735	44785	5485	3735	-44785	10,97	7,47	0	0	203,7044	10,97	0	7,47	4		0	4967,298	147,164	0	112,172					
Construction	GW opgw	2659	2319	22764	2659	2319	-22764	5,318	4,638	0	0	273,4422	5,318	0	4,638	Wind angle: 90 dgr											
Permanent loads yg= 0:		117430	14007	149890	17430	14007	-149890	34,86	28,014	0	0	1537,818	34,86	0	28,014												
Wind angle:	380C1F2 / 317449	13398	148762	17449	13398	-148762	34,898	26,796	0	0	1250,55	34,898	0	26,796												
	380C1F3 / 317472	12620	147430	17472	12620	-147430	34,944	25,24	0	0	973,2097	34,944	0	25,24												
	150C1F1 / 14357	3502	37472	4357	3502	-37472	8,714	7,004	0	0	313,9344	8,714	0	7,004												
	150C1F2 / 14362	3350	37190	4362	3350	-37190	8,724	6,7	0	0	242,0548	8,724	0	6,7												
	150C1F3 / 14368	3155	36857	4368	3155	-36857	8,736	6,31	0	0	172,5845	8,736	0	6,31												
1a	Comp. gl	3733	5786	41388	3733	5786	-41388	7,466	11,572	0	0	297,5949	7,466	0	11,572	1a		0	7828,553	114,17	0	184,43					
Wind, 10 dg	GW / opgw	1766	3994	24677	1766	3994	-24677	3,532	7,988	0	0	462,7378	3,532	0	7,988	Wind angle: -45 dgr											
Permanent loads yg= 0:		113704	23546	160264	13704	23546	-160264	27,408	47,092	0	0	2437,34	27,408	0	47,092												
Wind angle:	380C1F2 / 313751	22118	155043	13751	22118	-155043	27,502	44,236	0	0	1921,835	27,502	0	44,236												
	380C1F3 / 313814	20285	148570	13814	20285	-148570	27,628	40,57	0	0	1429,114	27,628	0	40,57												
	150C1F1 / 13426	5886	40066	3426	5886	-40066	6,852	11,772	0	0	553,819	6,852	0	11,772												
	150C1F2 / 13438	5529	38761	3438	5529	-38761	6,876	11,058	0	0	424,7594	6,876	0	11,058												
	150C1F3 / 13453	5071	37143	3453	5071	-37143	6,906	10,142	0	0	301,3537	6,906	0	10,142												
1b	Comp. gl	3904	2440	36556	3904	2440	-36556	7,808	4,88	0	0	134,2859	7,808	0	4,88	1b		0	3488,937	119,974	0	77,712					
Wind, -20 dg	GW / opgw	1878	1423	18151	1878	1423	-18151	3,756	2,846	0	0	168,5103	3,756	0	2,846	Wind angle: -45 dgr											
Permanent loads yg= 0:		114447	9641	139506	14447	9641	-139506	28,894	19,282	0	0	1081,689	28,894	0	19,282												
Wind angle:	380C1F2 / 314454	9358	139168	14454	9358	-139168	28,908	18,716	0	0	894,9352	28,908	0	18,716												
	380C1F3 / 314462	8996	138773	14462	8996	-138773	28,924	17,992	0	0	712,757	28,924	0	17,992												
	150C1F1 / 13612	2410	34876	3612	2410	-34876	7,224	4,82	0	0	211,9218	7,224	0	4,82												
	150C1F2 / 13614	2339	34792	3614	2339	-34792	7,228	4,678	0	0	165,1874	7,228	0	4,678												
	150C1F3 / 13616	2249	34693	3616	2249	-34693	7,232	4,498	0	0	119,6509	7,232	0	4,498												
3	Comp. gl	18959	9180	118364	18959	9180	-118364	37,918	18,36	0	0	521,3333	37,918	0	18,36	3	

Permanent loads yg= 0,127629		19030	219318	27629	19030	-219318		55,258	38,06	0		0	2126,697	55,258	0	38,06							
Wind angle: 380C1F2 / 327650		18273	218276	27650	18273	-218276		55,3	36,546	0		0	1742,069	55,3	0	36,546							
380C1F3 / 327674		17303	217052	27674	17303	-217052		55,348	34,606	0		0	1369,575	55,348	0	34,606							
150C1F1 / 16907		4758	54830	6907	4758	-54830		13,814	9,516	0		0	419,8966	13,814	0	9,516							
150C1F2 / 16912		4568	54569	6912	4568	-54569		13,824	9,136	0		0	323,587	13,824	0	9,136							
150C1F3 / 16918		4326	54263	6918	4326	-54263		13,836	8,652	0		0	230,4027	13,836	0	8,652							
4	Comp. gl	5506	2723	43659	5506	2723	-43659	11,012	5,446	0		0	154,1956	11,012	0	5,446	4	0	3621,78	147,966	0	79,132	
Constructior GW	opgw	2681	1550	21499	2681	1550	-21499	5,362	3,1	0		0	185,4036	5,362	0	3,1	Wind angle: -45 dgr						
Permanent loads yg= 0,117541		9708	143658	17541	9708	-143658		35,082	19,416	0		0	1117,567	35,082	0	19,416							
Wind angle: 380C1F2 / 317545		9437	143412	17545	9437	-143412		35,09	18,874	0		0	930,6183	35,09	0	18,874							
380C1F3 / 317551		9090	143126	17551	9090	-143126		35,102	18,18	0		0	748,0382	35,102	0	18,18							
150C1F1 / 14385		2427	35915	4385	2427	-35915		8,77	4,854	0		0	208,3963	8,77	0	4,854							
150C1F2 / 14386		2359	35853	4386	2359	-35853		8,772	4,718	0		0	161,6226	8,772	0	4,718							
150C1F3 / 14388		2272	35781	4388	2272	-35781		8,776	4,544	0		0	115,9382	8,776	0	4,544							

W4S400Z+15-AA2

| | | |

| | | |

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

o o o o o

W2H400+17-O

| | | |

| | | |

W2H400+117-01

Hoogte mast	Ber & bijlage	67 m		
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		37 m		
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast	
Bliksemdraad = GW / tM$_{mast}$ -	0,57 m =	66,43 m	0,759 m	
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	57 m	0 m	
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	47 m	0 m	
3e traverse - 380C1F3		37 m	0 m	
Passieve lijn = Comp C.F3 -	7,5 m =	29,5 m	2,075 m	

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1003	148	4621

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin [kN]	Nmax [kN]	Vmax [kN]	Mlangs;ma [kNm]	Mdwars;max [kNm]
101	173	696	5453	32379

Belastingen uit lijnen

				M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$
Perm load 1,2	0 deg	1a		0	22028	141	0	474
		1b		0	24206	145	0	521
			3	0	26959	**173**	0	582
			4	0	24166	163	0	521
			6	0	22922	158	0	494
	45 deg	1a		-4000	25597	138	-83	549
		1b		-299	24884	144	-6	535
			3	-2889	29943	170	-60	645
			4	-187	24792	163	-4	534
	90 deg	1a		0	28486	136	0	609
		1b		0	25465	144	0	548
			3	0	**32379**	169	0	**696**
			4	0	25340	162	0	546
	-45 deg	1a		4000	25597	138	83	549
		1b		299	24884	144	6	535
			3	2889	29943	170	60	645
			4	187	24792	163	4	534
Perm load 0,9	0 deg	1a		0	17778	106	0	382
		1b		0	19618	110	0	422
			3	0	22803	139	0	493
			4	0	19952	129	0	430
			6	0	**16475**	107	0	**355**
	45 deg	1a		**-5453**	21980	103	**-114**	470
		1b		-549	20410	110	-11	439
			3	-3859	26219	136	-80	564
			4	-349	20653	128	-7	445
	90 deg	1a		0	25398	**101**	0	542
		1b		0	21067	109	0	453
			3	0	28986	134	0	623
			4	0	21250	128	0	457
	-45 deg	1a		**5453**	21980	103	**114**	470
		1b		549	20410	110	11	439
			3	3859	26219	136	80	564
			4	349	20653	128	7	445

Belasting uit mast

N	V	M
1003	148	4621
1003	28	866
1003	42	1300
1003	28	866
1003	148	4621
1003	28	866
1003	42	1300
1003	28	866
1003	148	4621
1003	28	866
1003	42	1300
1003	28	866
1003	148	4621
1003	28	866
1003	42	1300
1003	28	866
752	148	4621
752	28	866
752	42	1300
752	28	866
752	148	4621
752	28	866
752	42	1300
752	28	866
752	148	4621
752	28	866
752	42	1300
752	28	866
752	148	4621
752	28	866
752	42	1300
752	28	866

Totaal

regel		Loadcase	M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	4621	22028	1144	148	474 22507,8
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	866	24206	1148	28	521 24221,32
3	Perm load 1,2	0 deg	3	1300	26959	1176	42	582 26990,61
4	Perm load 1,2	0 deg	4	866	24166	1166	28	521 24181,04
5	Perm load 1,2	0 deg	6					
6								
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	7267	28864	1141	188	653 29764,99
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	912	25496	1147	26	555 25512,56
9	Perm load 1,2	45 deg	3	3808	30862	1173	89	674 31095,85
10	Perm load 1,2	45 deg	4	799	25405	1166	23	554 25417,13
11								
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	33107	1139	0	757 33107,48
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	0	26332	1147	0	575 26331,82
14	Perm load 1,2	90 deg	3	0	33678	1172	0	738 33678,28
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	0	26207	1165	0	573 26206,88
16								
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	7267	28864	1141	188	653 29764,99
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	912	25496	1147	26	555 25512,56
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	3808	30862	1173	89	674 31095,85
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	799	25405	1166	23	554 25417,13
21								
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	4621	17778	859	148	382 18369,01
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	866	19618	862	28	422 19636,86
24	Perm load 0,9	0 deg	3	1300	22803	891	42	493 22840,1
25	Perm load 0,9	0 deg	4	866	19952	881	28	430 19970,61
26	Perm load 0,9	0 deg	6					
27								
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	8721	25248	855	218	575 26711,15
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	1161	21022	862	31	459 21054,46
30	Perm load 0,9	45 deg	3	4778	27138	888	110	594 27555,44
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	962	21265	881	27	464 21287,1
32								
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	0	30019	853	0	690 30019,1
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	0	21933	861	0	480 21933,17
35	Perm load 0,9	90 deg	3	0	30286	886	0	664 30285,61
36	Perm load 0,9	90 deg	4	0	22116	880	0	485 22116,05
37								
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	8721	25248	855	218	575 26711,15
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	1161	21022	862	31	459 21054,46
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	4778	27138	888	110	594 27555,44
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	962	21265	881	27	464 21287,1
		Max		8721	33678	1176	218	757 33678

samenvatting

	Mast	Bijlage		Wind	Loadcase	M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$
3	W2H400+117-01		Perm load	0 deg	3	1300	26959	1176	42	582
12	W2H400+117-01		Perm load	90 deg	1a	0	33107	1139	0	757
14	W2H400+117-01		Perm load	90 deg	3	0	33678	1172	0	738
28	W2H400+117-01		Perm load	45 deg	1a	8721	25248	855	218	575

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-Appendix O1
Loadcases for tower strength (special limit state)
Loadcase Attachment point

		AHEAD			BACK			Totaal Vert	Dwars	Langs
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[kN]	[kN]	[kN]
1a	380C1F1	20683	69972	132902	20683	69972	-132902	41,366	139,944	0
Wind, 10 ◦	380C1F2	20695	69594	132721	20695	69594	-132721	41,39	139,188	0
Permaner	380C1F3	20709	69125	132523	20709	69125	-132523	41,418	138,25	0
Wind ang	GW / opg.	2695	9433	17592	2695	9433	-17592	5,39	18,866	0
	Comp. gl	5610	18878	36057	5610	18878	-36057	11,22	37,756	0
1b	380C1F1	21294	76841	151831	21294	76841	-151831	42,588	153,682	0
Wind, -20	380C1F2	21296	76755	151836	21296	76755	-151836	42,592	153,51	0
Permaner	380C1F3	21297	76647	151847	21297	76647	-151847	42,594	153,294	0
Wind ang	GW / opg.	2775	10001	19651	2775	10001	-19651	5,55	20,002	0
	Comp. gl	5747	20378	40315	5747	20378	-40315	11,494	40,756	0
3	380C1F1	24206	82332	158739	24206	82332	-158739	48,412	164,664	0
Wind+ice,	380C1F2	24214	82041	158652	24214	82041	-158652	48,428	164,082	0
Permaner	380C1F3	24224	81678	158562	24224	81678	-158562	48,448	163,356	0
Wind ang	GW / opg.	4555	15123	28235	4555	15123	-28235	9,11	30,246	0
	Comp. gl	9340	29873	57067	9340	29873	-57067	18,68	59,746	0
4	380C1F1	23663	75860	149863	23663	75860	-149863	47,326	151,72	0
Construction/mainte		23664	75777	149874	23664	75777	-149874	47,328	151,554	0
Permaner	380C1F3	23665	75672	149891	23665	75672	-149891	47,33	151,344	0
Wind ang	GW / opg.	3430	10895	21444	3430	10895	-21444	6,86	21,79	0
	Comp. gl	7060	22249	44069	7060	22249	-44069	14,12	44,498	0
6	380C1F1	23267	72548	145509	23267	72548	-145509	46,534	145,096	0
Permaner	380C1F2	23267	72548	145509	23267	72548	-145509	46,534	145,096	0
Permaner	380C1F3	23267	72548	145509	23267	72548	-145509	46,534	145,096	0
	GW / opg.	3042	9537	19127	3042	9537	-19127	6,084	19,074	0
	Comp. gl	6308	19750	39612	6308	19750	-39612	12,616	39,5	0
1a	380C1F1	20743	67763	132149	19687	96377	-159684	40,43	164,14	-27,535
Wind, 10 ◦	380C1F2	20746	67608	132130	19796	93154	-155834	40,542	160,762	-23,704
Permaner	380C1F3	20750	67414	132115	19939	89154	-151163	40,689	156,568	-19,048
Wind ang	GW / opg.	2709	8987	17354	2514	14843	-23770	5,223	23,83	-6,416
	Comp. gl	5623	18356	35903	5377	25102	-42181	11	43,458	-6,278
1b	380C1F1	21301	76315	151907	21118	81945	-154021	42,419	158,26	-2,114
Wind, -20	380C1F2	21302	76275	151917	21144	81333	-153596	42,446	157,608	-1,679
Permaner	380C1F3	21302	76225	151932	21176	80580	-153115	42,478	156,805	-1,183
Wind ang	GW / opg.	2777	9902	19653	2736	11043	-20305	5,513	20,945	-0,652
	Comp. gl	5748	20251	40337	5709	21582	-40776	11,457	41,833	-0,439
3	380C1F1	24247	80606	158438	23391	102069	-175833	47,638	182,675	-17,395
Wind+ice,	380C1F2	24249	80482	158440	23493	99626	-173181	47,742	180,108	-14,741
Permaner	380C1F3	24252	80325	158448	23622	96619	-170029	47,874	176,944	-11,581
Wind ang	GW / opg.	4576	14472	27966	4276	22751	-36152	8,852	37,223	-8,186
	Comp. gl	9359	29095	56915	8989	38728	-64802	18,348	67,823	-7,887
4	380C1F1	23668	75348	149967	23533	80626	-151368	47,201	155,974	-1,401
Construction/mainte		23668	75309	149978	23553	80064	-151046	47,221	155,373	-1,068
Permaner	380C1F3	23669	75259	149994	23576	79372	-150688	47,245	154,631	-0,694
Wind ang	GW / opg.	3431	10801	21458	3403	11807	-21835	6,834	22,608	-0,377
	Comp. gl	7061	22128	44100	7035	23337	-44295	14,096	45,465	-0,195
1a	380C1F1	19841	91866	154315	19841	91866	-154315	39,682	183,732	0
Wind, 10 ◦	380C1F2	19941	89104	151105	19941	89104	-151105	39,882	178,208	0
Permaner	380C1F3	20069	85690	147242	20069	85690	-147242	40,138	171,38	0
Wind ang	GW / opg.	2537	13947	22632	2537	13947	-22632	5,074	27,894	0
	Comp. gl	5416	24027	40920	5416	24027	-40920	10,832	48,054	0
1b	380C1F1	21154	81089	153435	21154	81089	-153435	42,308	162,178	0
Wind, -20	380C1F2	21176	80570	153109	21176	80570	-153109	42,352	161,14	0
Permaner	380C1F3	21201	79931	152744	21201	79931	-152744	42,402	159,862	0
Wind ang	GW / opg.	2743	10864	20147	2743	10864	-20147	5,486	21,728	0
	Comp. gl	5717	21381	40649	5717	21381	-40649	11,434	42,762	0
3	380C1F1	23535	98655	172148	23535	98655	-172148	47,07	197,31	0
Wind+ice,	380C1F2	23624	96581	169990	23624	96581	-169990	47,248	193,162	0
Permaner	380C1F3	23735	94034	167444	23735	94034	-167444	47,47	188,068	0
Wind ang	GW / opg.	4313	21490	34661	4313	21490	-34661	8,626	42,98	0
	Comp. gl	9047	37213	63173	9047	37213	-63173	18,094	74,426	0
4	380C1F1	23560	79841	150926	23560	79841	-150926	47,12	159,682	0
Construction/mainte		23576	79363	150684	23576	79363	-150684	47,152	158,726	0
Permaner	380C1F3	23595	78773	150417	23595	78773	-150417	47,19	157,546	0
Wind ang	GW / opg.	3409	11654	21731	3409	11654	-21731	6,818	23,308	0
	Comp. gl	7040	23161	44217	7040	23161	-44217	14,08	46,322	0
1a	380C1F1	19687	96377	159684	20743	67763	-132149	40,43	164,14	27,535
Wind, 10 ◦	380C1F2	19796	93154	155834	20746	67608	-132130	40,542	160,762	23,704
Permaner	380C1F3	19939	89154	151163	20750	67414	-132115	40,689	156,568	19,048
Wind ang	GW / opg.	2514	14843	23770	2709	8987	-17354	5,223	23,83	6,416
	Comp. gl	5377	25102	42181	5623	18356	-35903	11	43,458	6,278
1b	380C1F1	21118	81945	154021	21301	76315	-151907	42,419	158,26	2,114
Wind, -20	380C1F2	21144	81333	153596	21302	76275	-151917	42,446	157,608	1,679
Permaner	380C1F3	21176	80580	153115	21302	76225	-151932	42,478	156,805	1,183
Wind ang	GW / opg.	2736	11043	20305	2777	9902	-19653	5,513	20,945	0,652
	Comp. gl	5709	21582	40776	5748	20251	-40337	11,457	41,833	0,439
3	380C1F1	23391	102069	175833	24247	80606	-158438	47,638	182,675	17,395
Wind+ice,	380C1F2	23493	99626	173181	24249	80482	-158440	47,742	180,108	14,741
Permaner	380C1F3	23622	96619	170029	24252	80325	-158448	47,874	176,944	11,581
Wind ang	GW / opg.	4276	22751	36152	4576	14472	-27966	8,852	37,223	8,186
0 Comp. gl		8989	38728	64802	9359	29095	-56915	18,348	67,823	7,887
4	380C1F1	23533	80626	151368	23668	75348	-149967	47,201	155,974	1,401
Construction/mainte		23553	80064	151046	23668	75309	-149978	47,221	155,373	1,068
Permaner	380C1F3	23576	79372	150688	23669	75259	-149994	47,245	154,631	0,694
Wind ang	GW / opg.	3403	11807	21835	3431	10801	-21458	6,834	22,608	0,377
	Comp. gl	7035	23337	44295	7061	22128	-44100	14,096	45,465	0,195
1a	380C1F1	15611	56586	106055	15611	56586	-106055	31,222	113,172	0
Wind, 10 ◦	380C1F2	15626	56146	105751	15626	56146	-105751	31,252	112,292	0
Permaner	380C1F3	15645	55605	105407	15645	55605	-105407	31,29	111,21	0
Wind ang	GW / opg.	2027	7680	14077	2027	7680	-14077	4,054	15,36	0
	Comp. gl	4233	15152	28583	4233	15152	-28583	8,466	30,304	0
1b	380C1F1	16209	62360	122787	16209	62360	-122787	32,418	124,72	0
Wind, -20	380C1F2	16211	62267	122779	16211	62267	-122779	32,422	124,534	0
Permaner	380C1F3	16213	62151	122774	16213	62151	-122774	32,426	124,302	0
Wind ang	GW / opg.	2107	8050	15737	2107	8050	-15737	4,214	16,1	0
	Comp. gl	4364	16366	32269	4364	16366	-32269	8,728	32,732	0
3	380C1F1	19161	69055	132111	19161	69055	-132111	38,322	138,11	0
Wind+ice,	380C1F2	19172	68730	131956	19172	68730	-131956	38,344	137,46	0
Permaner	380C1F3	19185	68329	131788	19185	68329	-131788	38,37	136,658	0
Wind ang	GW / opg.	3902	13581	25143	3902	13581	-25143	7,804	27,162	0
	Comp. gl	7991	26617	50536	7991	26617	-50536	15,982	53,234	0
4	380C1F1	18641	62516	123099	18641	62516	-123099	37,282	125,032	0
Construction/mainte		18642	62428	123101	18642	62428	-123101	37,284	124,856	0
Permaner	380C1F3	18644	62318	123107	18644	62318	-123107	37,288	124,636	0

Belastingen op mastvoet, per lijn

	M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$
	0	7976,808	41,366	0	139,944
	0	6541,836	41,39	0	139,188
	0	5115,25	41,418	0	138,25
	0	1257,359	5,39	0	18,866
	0	1137,084	11,22	0	37,756
	0	8759,874	42,588	0	153,682
	0	7214,97	42,592	0	153,51
	0	5671,878	42,594	0	153,294
	0	1332,945	5,55	0	20,002
	0	1226,152	11,494	0	40,756
	0	9385,848	48,412	0	164,664
	0	7711,854	48,428	0	164,082
	0	6044,172	48,448	0	163,356
	0	2016,156	9,11	0	30,246
	0	1801,268	18,68	0	59,746
	0	8648,04	47,326	0	151,72
	0	7123,038	47,328	0	151,554
	0	5599,728	47,33	0	151,344
	0	1452,716	6,86	0	21,79
	0	1341,99	14,12	0	44,498
	0	8270,472	46,534	0	145,096
	0	6819,512	46,534	0	145,096
	0	5368,552	46,534	0	145,096
	0	1271,704	6,084	0	19,074
	0	1191,428	12,616	0	39,5
	-1569,5	9355,98	40,43	-27,535	164,14
	-1114,09	7555,814	40,542	-23,704	160,762
	-704,776	5793,016	40,689	-19,048	156,568
	-426,215	1586,991	5,223	-6,416	23,83
	-185,201	1304,836	11	-6,278	43,458
	-120,498	9020,82	42,419	-2,114	158,26
	-78,913	7407,576	42,446	-1,679	157,608
	-43,771	5801,785	42,478	-1,183	156,805
	-43,3124	1395,561	5,513	-0,652	20,945
	-12,9505	1257,847	11,457	-0,439	41,833
	-991,515	10412,48	47,638	-17,395	182,675
	-692,827	8465,076	47,742	-14,741	180,108
	-428,497	6546,928	47,874	-11,581	176,944
	-543,796	2479,443	8,852	-8,186	37,223
	-232,667	2038,851	18,348	-7,887	67,823
	-79,857	8890,518	47,201	-1,401	155,974
	-50,196	7302,531	47,221	-1,068	155,373
	-25,678	5721,347	47,245	-0,694	154,631
	-25,0441	1507,036	6,834	-0,377	22,608
	-5,7525	1370,467	14,096	-0,195	45,465
	0	10472,72	39,682	0	183,732
	0	8375,776	39,882	0	178,208
	0	6341,06	40,138	0	171,38
	0	1856,85	5,074	0	27,894
	0	1440,069	10,832	0	48,054
	0	9244,146	42,308	0	162,178
	0	7573,58	42,352	0	161,14
	0	5914,894	42,402	0	159,862
	0	1447,555	5,486	0	21,728
	0	1285,205	11,434	0	42,762
	0	11246,67	47,07	0	197,31
	0	9078,614	47,248	0	193,162
	0	6958,516	47,47	0	188,068
	0	2861,709	8,626	0	42,98
	0	2233,112	18,094	0	74,426
	0	9101,874	47,12	0	159,682
	0	7460,122	47,152	0	158,726
	0	5829,202	47,19	0	157,546
	0	1553,525	6,818	0	23,308
	0	1395,715	14,08	0	46,322
	1569,495	9355,98	40,43	27,535	164,14
	1114,088	7555,814	40,542	23,704	160,762
	704,776	5793,016	40,689	19,048	156,568
	426,2149	1586,991	5,223	6,416	23,83
	185,201	1304,836	11	6,278	43,458
	120,498	9020,82	42,419	2,114	158,26
	78,913	7407,576	42,446	1,679	157,608
	43,771	5801,785	42,478	1,183	156,805
	43,31236	1395,561	5,513	0,652	20,945
	12,9505	1257,847	11,457	0,439	41,833
	991,515	10412,48	47,638	17,395	182,675
	692,827	8465,076	47,742	14,741	180,108
	428,497	6546,928	47,874	11,581	176,944
	543,796	2479,443	8,852	8,186	37,223
	232,6665	2038,851	18,348	7,887	67,823
	79,857	8890,518	47,201	1,401	155,974
	50,196	7302,531	47,221	1,068	155,373
	25,678	5721,347	47,245	0,694	154,631
	25,0411	1507,036	6,834	0,377	22,608
	5,7525	1370,467	14,096	0,195	45,465
	0	6450,804	31,222	0	113,172
	0	5277,724	31,252	0	112,292
	0	4114,77	31,29	0	111,21
	0	1023,442	4,054	0	15,36
	0	911,535	8,466	0	30,304
	0	7109,04	32,418	0	124,72
	0	5853,098	32,422	0	124,534
	0	4599,174	32,426	0	124,302
	0	1072,721	4,214	0	16,1
	0	983,7046	8,728	0	32,732
	0	7872,27	38,322	0	138,11
	0	6460,62	38,344	0	137,46
	0	5056,346	38,37	0	136,658
	0	1810,295	7,804	0	27,162
	0	1603,566	15,982	0	53,234
	0	7126,824	37,282	0	125,032
	0	5868,232	37,284	0	124,856
	0	4611,532	37,288	0	124,636

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$
1a		0	22028,34	140,784	0	474,004
Wind angle:	0 dgr					
1b		0	24205,82	144,818	0	521,244
Wind angle:	0 dgr					
3		0	26959,3	173,078	0	582,094
Wind angle:	0 dgr					
4		0	24165,51	162,964	0	520,906
Wind angle:	0 dgr					
6		0	22921,67	158,302	0	493,862
0						
1a		0	28486,48	135,608	0	609,268
Wind angle:	90 dgr					
1b		0	25465,38	143,982	0	547,67
Wind angle:	90 dgr					
3		0	32378,62	168,508	0	695,946
Wind angle:	90 dgr					
4		0	25340,44	162,36	0	545,584
Wind angle:	90 dgr					
1a		0	30019,1	853	0	690
Wind angle:	0 dgr					
1b		0	21933,17	861	0	480
Wind angle:	0 dgr					
3		0	30285,61	886	0	664
Wind angle:	0 dgr					
4		0	22116,05	880	0	485
Wind angle:	0 dgr					
1a		0	17778,27	106,284	0	382,338
Wind angle:	0 dgr					
1b		0	19617,74	110,208	0	422,388
Wind angle:	0 dgr					
3		0	22803,1	138,822	0	492,624
Wind angle:	0 dgr					
4		0	19951,81	128,804	0	430,154
Wind angle:	0 dgr					

| | | |

Wind angl	GW / opg	2027	7680	14077	0	0	0
	Comp. gl	4233	15152	28583	0	0	0
1b	380C1F1	16209	62360	122787	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	16211	62267	122779	0	0	0
Permaner	380C1F3	16213	62151	122774	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2107	8050	15737	0	0	0
	Comp. gl	4364	16366	32269	0	0	0
3	380C1F1	19161	69055	132111	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	19172	68730	131956	0	0	0
Permaner	380C1F3	19185	68329	131788	0	0	0
Wind angl	GW / opg	3902	13581	25143	0	0	0
	Comp. gl	7991	26617	50536	0	0	0
4	380C1F1	18641	62516	123099	0	0	0
Construction/mainte		18642	62428	123101	0	0	0
Permaner	380C1F3	18644	62318	123107	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2774	9156	17956	0	0	0
	Comp. gl	5701	18659	36867	0	0	0
6	380C1F1	15721	52192	104680	0	0	0
Permaner	380C1F2	15721	52192	104680	0	0	0
Permaner	380C1F3	15721	52192	104680	0	0	0
	GW / opg	2052	6800	13639	0	0	0
	Comp. gl	4257	14113	28307	0	0	0
1a	380C1F1	15691	54064	104673	0	0	0
Wind, 10 c	380C1F2	15696	53892	104621	0	0	0
Permaner	380C1F3	15701	53678	104567	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2045	7160	13690	0	0	0
	Comp. gl	4251	14560	28290	0	0	0
1b	380C1F1	16219	61800	122795	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	16219	61759	122802	0	0	0
Permaner	380C1F3	16220	61706	122812	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2109	7942	15722	0	0	0
	Comp. gl	4366	16232	32276	0	0	0
3	380C1F1	19216	67161	131471	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	19219	67028	131455	0	0	0
Permaner	380C1F3	19222	66861	131443	0	0	0
Wind angl	GW / opg	3926	12879	24770	0	0	0
	Comp. gl	8014	25790	50286	0	0	0
4	380C1F1	18648	61981	123158	0	0	0
Construction/mainte		18648	61941	123167	0	0	0
Permaner	380C1F3	18648	61890	123180	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2776	9058	17961	0	0	0
	Comp. gl	5702	18533	36890	0	0	0
1a	380C1F1	14684	82412	135359	0	0	0
Wind, 10 c	380C1F2	14778	79223	131291	0	0	0
Permaner	380C1F3	14904	75244	126295	0	0	0
Wind angl	GW / opg	1870	12910	20551	0	0	0
	Comp. gl	4014	21244	35338	0	0	0
1b	380C1F1	16017	67261	125701	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	16045	66643	125177	0	0	0
Permaner	380C1F3	16080	65886	124577	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2065	9066	16541	0	0	0
	Comp. gl	4324	17515	32894	0	0	0
3	380C1F1	18374	87941	150664	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	18469	85544	147857	0	0	0
Permaner	380C1F3	18592	82587	144489	0	0	0
Wind angl	GW / opg	3652	20511	32699	0	0	0
	Comp. gl	7669	34672	58078	0	0	0
4	380C1F1	18507	66936	125044	0	0	0
Construction/mainte		18528	66390	124666	0	0	0
Permaner	380C1F3	18552	65720	124240	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2747	9996	18406	0	0	0
	Comp. gl	5676	19647	37169	0	0	0
1a	380C1F1	14545	87568	142020	0	0	0
Wind, 10 c	380C1F2	14643	83891	137260	0	0	0
Permaner	380C1F3	14776	79281	131365	0	0	0
Wind angl	GW / opg	1852	13897	21874	0	0	0
	Comp. gl	3978	22485	36934	0	0	0
1b	380C1F1	15968	68285	126625	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	16003	67551	125957	0	0	0
Permaner	380C1F3	16045	66654	125187	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2055	9283	16774	0	0	0
	Comp. gl	4314	17754	33098	0	0	0
3	380C1F1	18225	91866	155375	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	18330	89061	151995	0	0	0
Permaner	380C1F3	18467	85588	147907	0	0	0
Wind angl	GW / opg	3618	21852	34350	0	0	0
0 Comp. gl		7610	36322	59980	0	0	0
4	380C1F1	18472	67836	125718	0	0	0
Construction/mainte		18497	67191	125229	0	0	0
Permaner	380C1F3	18527	66400	124673	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2741	10170	18553	0	0	0
	Comp. gl	5669	19843	37288	0	0	0

W2H400+1 17-O2

| | | |

W2H400x<mark>17A-AM</mark>

Hoogte mast	Ber & bijlage	67	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		37	m
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / tk_{max} -	0,57 m =	66,43	m 0,759 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	57	m 0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	47	m 0 m
3e traverse - 380C1F3		37	m 0 m
Passieve lijn = Comp C F3 -	7,5 m =	29,5	m 2,075 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1003	148	4614
1003	148	4614
1003	148	4614

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin [kN]	Nmax [kN]	Vmax [kN]	Mlangs;maMdwars;max [kNm]	[kNm]
91	255	849	14948	40260
95	164	633	20252	30040
91	255	849	20252	40260

Belastingen uit lijnen

				M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	1a		1096	21535	134	37	456
		1b		1205	22404	139	41	476
			3	3267	34528	**255**	111	731
			4	1371	22877	161	46	485
			6	1183	21147	152	40	449
	45 deg	1a		-9943	29580	129	-187	620
		1b		680	23298	138	30	494
			3	1181	37422	253	69	789
			4	1029	23691	160	40	502
	90 deg	1a		1574	37313	124	53	783
		1b		1225	24156	138	42	512
			3	3338	**40260**	251	113	**849**
			4	1381	24481	160	47	519
	-45 deg	1a		12656	30031	129	279	635
		1b		1754	23348	138	52	495
			3	5442	37660	253	155	797
			4	1725	23735	160	54	504
Perm load 0,9	0 deg	1a		883	17817	101	30	377
		1b		964	18176	106	33	386
			3	3119	31172	223	106	659
			4	1159	19030	128	39	404
			6	846	**15202**	103	29	**323**
	45 deg	1a		**-12553**	26805	97	**-244**	560
		1b		92	19223	105	15	407
			3	490	34303	221	53	722
			4	603	19938	127	28	422
	90 deg	1a		1472	35595	**91**	50	746
		1b		999	20210	104	34	428
			3	3200	37341	218	108	786
			4	1175	20806	127	40	441
	-45 deg	1a		**14948**	27314	96	**325**	577
		1b		1877	19281	105	51	409
			3	5847	34547	220	162	731
			4	1735	19986	127	51	424

Belasting uit mast

N	V	M
1003	148	4614
1003	28	865
1003	42	1298
1003	28	865
1003	148	4614
1003	28	865
1003	42	1298
1003	28	865
1003	148	4614
1003	28	865
1003	42	1298
1003	28	865
1003	148	4614
1003	28	865
1003	42	1298
1003	28	865
752	148	4614
752	28	865
752	42	1298
752	28	865
752	148	4614
752	28	865
752	42	1298
752	28	865
752	148	4614
752	28	865
752	42	1298
752	28	865

Totaal

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	5710	21535	1137	185	456	22278,76
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	2070	22404	1142	69	476	22499,37
3	Perm load 1,2	0 deg	3	4565	34528	1258	152	731	34828,57
4	Perm load 1,2	0 deg	4	2236	22877	1164	74	485	22986,37
5	Perm load 1,2	0 deg	6						
6									
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	13206	32843	1132	292	724	35398,17
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	1292	23909	1141	50	513	23944,12
9	Perm load 1,2	45 deg	3	2098	38340	1256	99	818	38396,92
10	Perm load 1,2	45 deg	4	1641	24302	1163	59	522	24357,79
11									
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	1574	41927	1127	53	931	41956,87
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	1225	25021	1141	42	540	25051,02
14	Perm load 1,2	90 deg	3	3338	41558	1254	113	890	41691,36
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	1381	25346	1163	47	546	25384
16									
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	15919	33294	1132	384	740	36903,78
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	2366	23959	1141	72	515	24075,76
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	6359	38577	1256	185	826	39097,97
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	2337	24347	1163	73	523	24458,64
21									
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	5497	17817	853	178	377	18645,95
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	1830	18176	858	60	386	18268,07
24	Perm load 0,9	0 deg	3	4416	31172	975	147	659	31483,37
25	Perm load 0,9	0 deg	4	2024	19030	880	67	404	19137,38
26	Perm load 0,9	0 deg	6						
27									
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	15815	30067	849	349	665	33972,95
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	704	19835	857	35	427	19847,01
30	Perm load 0,9	45 deg	3	1408	35221	973	82	752	35248,85
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	1215	20549	880	48	442	20585,31
32									
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	1472	40209	843	50	894	40235,47
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	999	21075	856	34	456	21098,38
35	Perm load 0,9	90 deg	3	3200	38639	970	108	828	38770,89
36	Perm load 0,9	90 deg	4	1175	21671	879	40	468	21702,48
37									
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	18211	30577	848	430	682	35589,11
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	2489	19892	857	71	429	20047,38
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	6765	35465	973	191	760	36103,94
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	2347	20597	880	71	443	20730,66
			Max	18211	41927	1258	430	931	41957

samenvatting

	Mast	Bijlage		Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
3	W2H400+117A-AM	Perm load	0 deg		3	4565	34528	1258	152	731
12	W2H400+117A-AM	Perm load	90 deg	1a		1574	41927	1127	53	931
38	W2H400+117A-AM	Perm load	-45 deg	1a		18211	30577	848	430	682

W2H400A+10 TOWER (rev 8.0, date: 2 AppendixAM

Loadcases for tower strength (ultimatelimitstate)

Loadcase acco Attachment point

		AHEAD			BACK		
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 3B20535	70457	137541	20535	70457	-137541	
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 3B20567	69654	136873	20567	69654	-136873	
Permanent lo	380C1F3 / 3B20605	68667	136107	20605	68667	-136107	
Wind angle 0	GW / opgw	2662	9796	18589	2662	9796	-18589
	Comp. gl	5578	18864	37162			
1b	380C1F1 / 3B21292	72977	153790	21292	72977	-153790	
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 3B21293	72878	153790	21293	72878	-153790	
Permanent lo	380C1F3 / 3B21296	72754	153794	21296	72754	-153794	
Wind angle 0	GW / opgw	2774	9509	19910	2774	9509	-19910
	Comp. gl	5746	19348	40834			
3	380C1F1 / 3B35343	104308	216117	35343	104308	-216117	
Wind+ice, -5 c	380C1F2 / 3B35350	104016	216079	35350	104016	-216079	
Permanent lo	380C1F3 / 3B35357	103650	216048	35357	103650	-216048	
Wind angle 0	GW / opgw	10767	26780	54943	10767	26780	-54943
	Comp. gl	21759	53218	110749			
4	380C1F1 / 3B24366	73760	155468	24366	73760	-155468	
Construction	380C1F2 / 3B24367	73665	155476	24367	73665	-155476	
Permanent lo	380C1F3 / 3B24369	73546	155489	24369	73546	-155489	
Wind angle 0	GW / opgw	3606	10784	22642	3606	10784	-22642
	Comp. gl	7412	21973	46464			
6	380C1F1 / 3B23267	68714	147358	23267	68714	-147358	
Permanent, +	380C1F2 / 3B23267	68714	147358	23267	68714	-147358	
Permanent lo	380C1F3 / 3B23267	68714	147358	23267	68714	-147358	
	GW / opgw	3042	9033	19370	3042	9033	-19370
	Comp. gl	6308	18706	40115			

Totaal

		Vert	Dwars	Langs
		[kN]	[kN]	[kN]
1a		41,07	140,914	0
Wind angle: 0 dgr		41,134	139,308	0
		41,21	137,334	0
		5,324	19,592	0
		5,578	18,864	37,162
1b		42,584	145,954	0
Wind angle: 0 dgr		42,586	145,756	0
		42,592	145,508	0
		5,548	19,018	0
		5,746	19,348	40,834
3		70,686	208,616	0
Wind angle: 0 dgr		70,7	208,032	0
		70,714	207,3	0
		21,534	53,56	0
		21,759	53,218	110,749
4		48,732	147,52	0
		48,734	147,33	0
		48,738	147,092	0
		7,212	21,568	0
		7,412	21,973	46,464
6		46,534	137,428	0
		46,534	137,428	0
		46,534	137,428	0
		6,084	18,066	0
		6,308	18,706	40,115

Belastingen op mastvoet, per lijn

			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
			0	8032,098	41,07	0	140,914
			0	6547,476	41,134	0	139,308
			0	5081,358	41,21	0	137,334
			0	1305,537	5,324	0	19,592
			1096,279	568,0624	5,578	37,162	18,864
			0	8319,378	42,584	0	145,954
			0	6850,532	42,586	0	145,756
			0	5383,796	42,592	0	145,508
			0	1267,577	5,548	0	19,018
			1204,603	582,689	5,746	40,834	19,348
			0	11891,11	70,686	0	208,616
			0	9777,504	70,7	0	208,032
			0	7670,1	70,714	0	207,3
			0	3574,335	21,534	0	53,56
			3267,096	1615,081	21,759	110,749	53,218
			0	8408,64	48,732	0	147,52
			0	6924,51	48,734	0	147,33
			0	5442,404	48,738	0	147,092
			0	1438,236	7,212	0	21,568
			1370,688	663,5834	7,412	46,464	21,973
			0	7833,396	46,534	0	137,428
			0	6459,116	46,534	0	137,428
			0	5084,836	46,534	0	137,428
			0	1204,742	6,084	0	18,066
			1183,393	564,9161	6,308	40,115	18,706

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	
1a		1096,279	21534,53	134,316	37,162	456,012	
Wind angle: 0 dgr							
1b		1204,603	22403,97	139,056	40,834	475,584	
Wind angle: 0 dgr							
3		3267,096	34528,13	255,393	110,749	730,726	
Wind angle: 0 dgr							
4		1370,688	22877,37	160,828	46,464	485,483	
Wind angle: 0 dgr							
6		1183,393	21147,01	151,994	40,115	449,056	
0							

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	
1a		-9942,93	29580,14	129,322	-187,017	619,712	
Wind angle: 45 dgr							
1b		680,1943	23297,5	138,352	30,446	493,7	
Wind angle: 45 dgr							
3		1180,521	37421,95	253,065	69,087	788,659	
Wind angle: 45 dgr							
4		1029,134	23690,72	160,328	39,698	502,014	
Wind angle: 45 dgr							
6		1183,393	21147,01	151,994	40,115	449,056	
0							

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	
1a		1574,415	37313,32	123,83	53,37	782,704	
Wind angle: 90 dgr							
1b		1225,106	24155,92	137,752	41,529	511,776	
Wind angle: 90 dgr							
3		3337,837	40259,84	250,957	113,147	848,66	
Wind angle: 90 dgr							
4		1380,63	24481,3	159,905	46,801	518,678	
Wind angle: 90 dgr							
6		1183,393	21147,01	151,994	40,115	449,056	
0							

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	
1a		12656,22	30031,25	128,839	278,993	635,038	
Wind angle: -45 dgr							
1b		1753,792	23347,54	138,296	52,062	495,4	
Wind angle: -45 dgr							
3		5441,58	37659,75	252,821	155,391	796,737	
Wind angle: -45 dgr							
4		1725,133	23735,01	160,291	53,667	503,518	
Wind angle: -45 dgr							
6		1183,393	21147,01	151,994	40,115	449,056	
0							

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	
1a		883,171	17817,2	100,951	29,938	376,851	
Wind angle: 0 dgr							
1b		964,3845	18176,23	105,824	32,691	385,819	
Wind angle: 0 dgr							
3		3118,534	31172,1	223,174	105,713	659,446	
Wind angle: 0 dgr							
4		1158,849	19030,05	128,07	39,283	403,795	
Wind angle: 0 dgr							
6		1183,393	21147,01	151,994	40,115	449,056	
0							

W2H400+17A-AM1

Hoogte mast	Ber & bijlage	67	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		37	m

	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / tN_{maal} -	0,57 m =	66,43 m	0,759 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	57 m	0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	47 m	0 m
3e traverse - 380C1F3		37 m	0 m
Passieve lijn = Comp C F3 -	7,5 m =	29,5 m	2,075 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
1003	148	4614

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
95	164	633	20252	30040

W2H400A+10 TOWER (rev 8.0, date: 2 Appendix AM1
Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase	Attachment point	**AHEAD**			**BACK**		
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1	20699	65977	134441	20699	65977	-134441
Wind, 10 d	380C1F2	20708	65654	134296	20708	65654	-134296
Permaner	380C1F3	20720	65253	134139	20720	65253	-134139
Wind ang	GW / opg	2698	8869	17762	2698	8869	-17762
	Comp. gl	5614	17812	36486			
1b	380C1F1	21296	72727	153795	21296	72727	-153795
Wind, -20	380C1F2	21297	72651	153801	21297	72651	-153801
Permaner	380C1F3	21299	72555	153811	21299	72555	-153811
Wind ang	GW / opg	2775	9462	19904	2775	9462	-19904
	Comp. gl	5747	19288	40837			
3	380C1F1	24217	77768	160718	24217	77768	-160718
Wind+ice,	380C1F2	24223	77516	160650	24223	77516	-160650
Permaner	380C1F3	24231	77203	160580	24231	77203	-160580
Wind ang	GW / opg	4560	14234	28537	4560	14234	-28537
	Comp. gl	9345	28197	57771			
4	380C1F1	23664	71801	151809	23664	71801	-151809
Construction/mainte		23665	71727	151819	23665	71727	-151819
Permaner	380C1F3	23666	71634	151835	23666	71634	-151835
Wind ang	GW / opg	3430	10310	21723	3430	10310	-21723
	Comp. gl	7060	21062	44641			
6	380C1F1	23267	68714	147358	23267	68714	-147358
Permaner	380C1F2	23267	68714	147358	23267	68714	-147358
Permaner	380C1F3	23267	68714	147358	23267	68714	-147358
	GW / opg	3042	9033	19370	3042	9033	-19370
	Comp. gl	6308	18706	40115			
1a	380C1F1	20736	64612	133945	19712	91430	-161221
Wind, 10 d	380C1F2	20740	64426	133904	19820	88382	-157396
Permaner	380C1F3	20745	64192	133864	19961	84600	-152759
Wind ang	GW / opg	2707	8595	17608	2518	14071	-23956
	Comp. gl	5622	17489	36384			
1b	380C1F1	21300	72397	153836	21124	77744	-156006
Wind, -20	380C1F2	21301	72350	153845	21150	77158	-155583
Permaner	380C1F3	21302	72290	153858	21180	76436	-155104
Wind ang	GW / opg	2777	9399	19904	2737	10478	-20559
	Comp. gl	5748	19209	40848			
3	380C1F1	24242	76696	160509	23415	96871	-177798
Wind+ice,	380C1F2	24245	76547	160498	23515	94559	-175168
Permaner	380C1F3	24249	76360	160492	23641	91710	-172042
Wind ang	GW / opg	4573	13832	28362	4282	21592	-36479
	Comp. gl	9357	27714	57666			
4	380C1F1	23668	71479	151867	23538	76505	-153345
Construction/mainte		23668	71433	151878	23557	75966	-153023
Permaner	380C1F3	23668	71374	151894	23579	75301	-152663
Wind ang	GW / opg	3431	10251	21730	3404	11206	-22118
	Comp. gl	7061	20986	44659			
1a	380C1F1	19809	88691	157780	19809	88691	-157780
Wind, 10 d	380C1F2	19910	85922	154364	19910	85922	-154364
Permaner	380C1F3	20042	82494	150243	20042	82494	-150243
Wind ang	GW / opg	2532	13529	23227	2532	13529	-23227
	Comp. gl	5408	23161	41795			
1b	380C1F1	21147	77217	155624	21147	77217	-155624
Wind, -20	380C1F2	21170	76688	155265	21170	76688	-155265
Permaner	380C1F3	21196	76036	154860	21196	76036	-154860
Wind ang	GW / opg	2742	10368	20456	2742	10368	-20456
	Comp. gl	5716	20350	41220			
3	380C1F1	23505	94792	175430	23505	94792	-175430
Wind+ice,	380C1F2	23597	92703	173116	23597	92703	-173116
Permaner	380C1F3	23711	90132	170378	23711	90132	-170378
Wind ang	GW / opg	4305	20827	35524	4305	20827	-35524
	Comp. gl	9035	35848	64462			
4	380C1F1	23555	76021	153054	23555	76021	-153054
Construction/mainte		23572	75533	152784	23572	75533	-152784
Permaner	380C1F3	23591	74930	152483	23591	74930	-152483
Wind ang	GW / opg	3408	11112	22050	3408	11112	-22050
	Comp. gl	7039	22031	44824			
1a	380C1F1	19712	91430	161221	20736	64612	-133945
Wind, 10 d	380C1F2	19820	88382	157396	20740	64426	-133904
Permaner	380C1F3	19961	84600	152759	20745	64192	-133864
Wind ang	GW / opg	2518	14071	23956	2707	8595	-17608
	Comp. gl	5384	23813	42604			
1b	380C1F1	21124	77744	156006	21300	72397	-153836
Wind, -20	380C1F2	21150	77158	155583	21301	72350	-153845
Permaner	380C1F3	21180	76436	155104	21302	72290	-153858
Wind ang	GW / opg	2737	10478	20559	2777	9399	-19904
	Comp. gl	5711	20474	41304			
3	380C1F1	23415	96871	177798	24242	76696	-160509
Wind+ice,	380C1F2	23515	94559	175168	24245	76547	-160498
Permaner	380C1F3	23641	91710	172042	24249	76360	-160492
Wind ang	GW / opg	4282	21592	36479	4573	13832	-28362
0	Comp. gl	8998	36770	65509			
4	380C1F1	23538	76505	153345	23668	71479	-151867
Construction/mainte		23557	75966	153023	23668	71433	-151878
Permaner	380C1F3	23579	75301	152663	23668	71374	-151894
Wind ang	GW / opg	3404	11206	22118	3431	10251	-21730
	Comp. gl	7036	22140	44876			
1a	380C1F1	15631	53222	107089	15631	53222	-107089
Wind, 10 d	380C1F2	15644	52852	106842	15644	52852	-106842
Permaner	380C1F3	15659	52395	106565	15659	52395	-106565
Wind ang	GW / opg	2032	7191	14164	2032	7191	-14164
	Comp. gl	4238	14265	28881			
1b	380C1F1	16211	59002	124364	12436	12436	12436
Wind, -20	380C1F2	16213	58921	124359	12435	12435	12435
Permaner	380C1F3	16215	58819	124356	12435	12435	12435
Wind ang	GW / opg	2107	7611	15936	2107	7611	-15936
	Comp. gl	4365	15487	32685			
3	380C1F1	19175	65151	133662	19175	65151	-133662
Wind+ice,	380C1F2	19184	64874	133539	19184	64874	-133539
Permaner	380C1F3	19194	64530	133405	19194	64530	-133405
Wind ang	GW / opg	3908	12761	25379	3908	12761	-25379
	Comp. gl	7997	25101	51130			
4	380C1F1	18642	59156	124693	18642	59156	-124693
Construction/mainte		18644	59079	124696	18644	59079	-124696
Permaner	380C1F3	18645	58982	124703	18645	58982	-124703

Totaal

	Vert	Dwars	Langs
	[kN]	[kN]	[kN]
	41,398	131,954	0
	41,416	131,308	0
	41,44	130,506	0
	5,396	17,738	0
	5,614	17,812	36,486
	42,592	145,454	0
	42,594	145,302	0
	42,598	145,11	0
	5,55	18,924	0
	5,747	19,288	40,837
	48,434	155,536	0
	48,446	155,032	0
	48,462	154,406	0
	9,12	28,468	0
	9,345	28,197	57,771
	47,328	143,602	0
	47,33	143,454	0
	47,332	143,268	0
	6,86	20,62	0
	7,06	21,062	44,641
	46,534	137,428	0
	46,534	137,428	0
	46,534	137,428	0
	6,084	18,066	0
	6,308	18,706	40,115
	40,448	156,042	-27,276
	40,56	152,808	-23,492
	40,706	148,792	-18,895
	5,225	22,666	-6,348
	5,622	17,489	36,384
	42,424	150,141	-2,17
	42,451	149,508	-1,738
	42,482	148,726	-1,246
	5,514	19,877	-0,655
	5,748	19,209	40,848
	47,657	173,567	-17,289
	47,76	171,106	-14,67
	47,89	168,07	-11,55
	8,855	35,424	-8,117
	9,357	27,714	57,666
	47,206	147,984	-1,478
	47,225	147,399	-1,145
	47,247	146,675	-0,769
	6,835	21,457	-0,388
	7,061	20,986	44,659
	39,618	177,382	0
	39,82	171,844	0
	40,084	164,988	0
	5,064	27,058	0
	5,408	23,161	41,795
	42,294	154,434	0
	42,34	153,376	0
	42,392	152,072	0
	5,484	20,736	0
	5,716	20,35	41,22
	47,01	189,584	0
	47,194	185,406	0
	47,422	180,264	0
	8,61	41,654	0
	9,035	35,848	64,462
	47,11	152,042	0
	47,144	151,066	0
	47,182	149,86	0
	6,816	22,224	0
	7,039	22,031	44,824
	40,448	156,042	27,276
	40,56	152,808	23,492
	40,706	148,792	18,895
	5,225	22,666	6,348
	5,384	23,813	42,604
	42,424	150,141	2,17
	42,451	149,508	1,738
	42,482	148,726	1,246
	5,514	19,877	0,655
	5,711	20,474	41,304
	47,657	173,567	17,289
	47,76	171,106	14,67
	47,89	168,07	11,55
	8,855	35,424	8,117
	8,998	36,77	65,509
	47,206	147,984	1,478
	47,225	147,399	1,145
	47,247	146,675	0,769
	6,835	21,457	0,388
	7,036	22,14	44,876
	31,262	106,444	0
	31,288	105,704	0
	31,318	104,79	0
	4,064	14,382	0
	4,238	14,265	28,881
	28,647	71,438	136,8
	28,648	71,356	136,794
	28,65	71,254	136,791
	4,214	15,222	0
	4,365	15,487	32,685
	38,35	130,302	0
	38,368	129,748	0
	38,388	129,06	0
	7,816	25,522	0
	7,997	25,101	51,13
	37,284	118,312	0
	37,288	118,158	0
	37,29	117,964	0

Belastingen op mastvoet, per lijn

	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	0	7521,378	41,398	0	131,954
	0	6171,476	41,416	0	131,308
	0	4828,722	41,44	0	130,506
	0	1182,431	5,396	0	17,738
	1076,337	537,1031	5,614	36,486	17,812
	0	8290,878	42,592	0	145,454
	0	6829,194	42,594	0	145,302
	0	5369,07	42,598	0	145,11
	0	1261,334	5,55	0	18,924
	1204,692	580,921	5,747	40,837	19,288
	0	8865,552	48,434	0	155,536
	0	7286,504	48,446	0	155,032
	0	5713,022	48,462	0	154,406
	0	1898,051	9,12	0	28,468
	1704,245	851,2024	9,345	57,771	28,197
	0	8185,314	47,328	0	143,602
	0	6742,338	47,33	0	143,454
	0	5300,916	47,332	0	143,268
	0	1374,993	6,86	0	20,62
	1316,91	635,9785	7,06	44,641	21,062
	0	7833,396	46,534	0	137,428
	0	6459,116	46,534	0	137,428
	0	5084,836	46,534	0	137,428
	0	1204,742	6,084	0	18,066
	1183,393	564,9161	6,308	40,115	18,706
	0	7427,214	38,35	0	130,302
	0	6098,156	38,368	0	129,748
	0	4775,22	38,388	0	129,06
	0	1701,359	7,816	0	25,522
	1508,335	757,0733	7,997	51,13	25,101
	0	6743,784	37,284	0	118,312
	0	5553,426	37,288	0	118,158
	0	4364,668	37,29	0	117,964

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a		1076,337	20241,11	135,264	36,486	429,318
Wind angle:	0 dgr					
1b		1204,6915	22331,4	139,081	40,837	474,078
Wind angle:	0 dgr					
3		1704,2445	24614,33	163,807	57,771	521,639
Wind angle:	0 dgr					
4		1316,9095	22239,54	155,91	44,641	472,006
Wind angle:	0 dgr					
6		1183,3925	21147,01	151,994	40,115	449,056
0						
1a		2706,34064	23618,93	132,561	39,627	497,797
Wind angle:	45 dgr					
1b		910,02635	22990,98	138,619	35,039	487,461
Wind angle:	45 dgr					
3		940,37831	27350,81	161,519	6,04	575,881
Wind angle:	45 dgr					
4		1125,15166	22854,13	155,574	40,879	484,501
Wind angle:	45 dgr					
1a		1232,9525	26787,78	129,994	41,795	564,433
Wind angle:	90 dgr					
1b		1215,99	23631,91	138,226	41,22	500,968
Wind angle:	90 dgr					
3		1901,629	30040,01	159,271	64,462	632,756
Wind angle:	90 dgr					
4		1322,308	23457,35	155,291	44,824	497,223
Wind angle:	90 dgr					
1a		5036,48664	23805	132,323	118,615	504,121
Wind angle:	-45 dgr					
1b		1513,45765	23028,22	138,582	47,113	488,726
Wind angle:	-45 dgr					
3		4574,04081	27617,21	161,16	117,135	584,937
Wind angle:	-45 dgr					
4		1516,13084	22888,12	155,549	48,656	485,655
Wind angle:	-45 dgr					
1a		851,9895	16300,72	102,17	28,881	345,585
Wind angle:	0 dgr					
1b		20252,3925	11542,42	94,524	443,07	244,757
Wind angle:	0 dgr					
3		1508,335	20759,02	130,919	51,13	439,733
Wind angle:	0 dgr					
4		1101,6775	18349,72	123,113	37,345	389,418
Wind angle:	0 dgr					

Totaal

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	5690	20241	1138	184	429 21025,76
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	2070	22331	1142	69	474 22427,11
3	Perm load 1,2	0 deg	3	3002	24614	1167	99	522 24796,71
4	Perm load 1,2	0 deg	4	2182	22240	1159	72	472 22346,33
5	Perm load 1,2	0 deg	6					
6								
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	5969	26882	1136	144	602 27536,24
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	1522	23603	1142	55	507 23651,72
9	Perm load 1,2	45 deg	3	1858	28268	1165	35	605 28329,4
10	Perm load 1,2	45 deg	4	1737	23466	1159	61	504 23530,06
11								
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	1233	31402	1133	42	712 31425,97
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	1216	24497	1141	41	529 24527,2
14	Perm load 1,2	90 deg	3	1902	31338	1162	64	674 31395,34
15	Perm load 1,2	90 deg	4	Construct	1322	24322	1158	45 525 24358,39
16								
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	8299	27068	1135	223	609 28311,29
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	2125	23640	1142	67	508 23735,29
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	5492	28535	1164	147	614 29058,46
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	2128	23500	1159	68	505 23596
21								
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	5466	16301	854	177	346 17192,74
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	21118	11542	847	471	245 24066,09
24	Perm load 0,9	0 deg	3	2806	20759	883	93	440 20947,81
25	Perm load 0,9	0 deg	4	1967	18350	875	65	389 18454,83
26	Perm load 0,9	0 deg	6					
27								
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	7555	23523	851	180	531 24706,33
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	1049	19472	857	42	419 19499,8
30	Perm load 0,9	45 deg	3	2954	24803	881	48	531 24978,01
31	Perm load 0,9	45 deg	4	Construct	1369	19643	875	50 423 19690,97
32								
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	1068	28595	849	36	652 28615,19
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	985	20450	857	33	443 20474,13
35	Perm load 0,9	90 deg	3	1751	28227	878	59	608 28281,4
36	Perm load 0,9	90 deg	4	1112	20555	875	38	445 20584,61
37								
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	9500	23741	851	246	538 25571
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	2127	19514	857	64	421 19629,47
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	6245	25093	880	160	541 25858,74
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	2071	19680	875	64	424 19788,65
		Max		21118	31402	1167	471	712 31426

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
3	W2H400+17A-AM1	Perm load	0 deg	3	3002	24614	1167	99	522
12	W2H400+17A-AM1	Perm load	90 deg	1a	1233	31402	1133	42	712
23	W2H400+17A-AM1	Perm load	0 deg	1b	21118	11542	847	471	245

Wind angl	GW / opg	2775	8662	18188	2775	8662	-18188				5,55	17,324	0				0	1155,046	5,55	0	17,324									
	Comp. gl	5701	17660	37345							5,701	17,66	37,345				1101,678	532,7996	5,701	37,345	17,66									
6	380C1F1	15721	49434	106011	15721	49434	-106011				31,442	98,868	0				0	5635,476	31,442	0	98,868			6	845,647	15202,41	102,687	28,666	322,853	
Permaner	380C1F2	15721	49434	106011	15721	49434	-106011				31,442	98,868	0				0	4646,796	31,442	0	98,868			0						
Permaner	380C1F3	15721	49434	106011	15721	49434	-106011				31,442	98,868	0				0	3658,116	31,442	0	98,868									
	GW / opg	2052	6441	13813	2052	6441	-13813				4,104	12,882	0				0	858,8662	4,104	0	12,882									
	Comp. gl	4257	13367	28666							4,257	13,367	28,666				845,647	403,1598	4,257	28,666	13,367									
1a	380C1F1	15681	51673	106198	14568	82988	-143122				30,249	134,661	-36,924				-2104,67	7675,677	30,249	-36,924	134,661		1a		-4292,86277	20260,12	99,239	-75,093	425,945	
Wind, 10 ◦	380C1F2	15687	51465	106112	14665	79514	-138382				30,352	130,979	-32,27				-1516,69	6156,013	30,352	-32,27	130,979		Wind angle:	45	dgr						
Permaner	380C1F3	15694	51208	106019	14797	75160	-132520				30,491	126,368	-26,501				-980,537	4675,616	30,491	-26,501	126,368									
Wind angl	GW / opg	2043	6874	13917	1855	13161	-22006				3,898	20,035	-8,089				-537,352	1313,884	3,898	-8,089	20,035									
	Comp. gl	4249	13902	28691							4,249	13,902	28,691				846,3845	418,9257	4,249	28,691	13,902									
1b	380C1F1	16218	58653	124362	15976	64778	-128204				32,194	123,431	-3,842				-218,994	7035,567	32,194	-3,842	123,431		1b		437,63315	18859,81	105,224	22,22	399,635	
Wind, -20	380C1F2	16218	58603	124366	16010	64081	-127542				32,228	122,684	-3,176				-149,272	5766,148	32,228	-3,176	122,684		Wind angle:	45	dgr						
Permaner	380C1F3	16219	58541	124374	16051	63227	-126778				32,27	121,768	-2,404				-88,948	4505,416	32,27	-2,404	121,768									
Wind angl	GW / opg	2109	7544	15925	2057	8805	-16970				4,166	16,349	-1,045				-69,4194	1089,226	4,166	-1,045	16,349									
	Comp. gl	4366	15403	32687							4,366	15,403	32,687				964,2665	463,448	4,366	32,687	15,403									
3	380C1F1	19209	63980	133241	18249	87128	-156908				37,458	151,108	-23,667				-1349,02	8613,156	37,458	-23,667	151,108		3		-2036,3432	23885,12	128,287	-18,865	501,869	
Wind+ice,	380C1F2	19213	63820	133206	18353	84478	-153553				37,566	148,298	-20,347				-956,309	6970,006	37,566	-20,347	148,298		Wind angle:	45	dgr						
Permaner	380C1F3	19218	63620	133173	18488	81196	-149499				37,706	144,816	-16,326				-604,062	5358,192	37,706	-16,326	144,816									
Wind angl	GW / opg	3923	12329	25138	3623	20729	-34628				7,546	33,058	-9,49				-630,421	2201,77	7,546	-9,49	33,058									
	Comp. gl	8011	24589	50965							8,011	24,589	50,965				1503,468	741,9983	8,011	50,965	24,589									
4	380C1F1	18647	58821	124723	18478	64373	-127328				37,125	123,194	-2,605				-148,485	7022,058	37,125	-2,605	123,194		4		757,48072	19031,57	122,673	30,498	403,272	
Construction/mainte		18647	58774	124731	18503	63757	-126843				37,15	122,531	-2,112				-99,264	5758,957	37,15	-2,112	122,531		Wind angle:	45	dgr						
Permaner	380C1F3	18648	58713	124742	18531	63001	-126289				37,179	121,714	-1,547				-57,239	4503,418	37,179	-1,547	121,714									
Wind angl	GW / opg	2775	8600	18190	2742	9652	-18786				5,517	18,252	-0,596				-39,5923	1216,668	5,517	-0,596	18,252									
	Comp. gl	5702	17581	37358							5,702	17,581	37,358				1102,061	530,4712	5,702	37,358	17,581									
1a	380C1F1	14654	79867	138862	14654	79867	-138862				29,308	159,734	0				0	9104,838	29,308	0	159,734		1a		1068,313	23981,24	96,298	36,214	504,224	
Wind, 10 ◦	380C1F2	14749	76687	134564	14749	76687	-134564				29,498	153,374	0				0	7208,578	29,498	0	153,374		Wind angle:	90	dgr						
Permaner	380C1F3	14877	72714	129275	14877	72714	-129275				29,754	145,428	0				0	5380,836	29,754	0	145,428									
Wind angl	GW / opg	1866	12565	21161	1866	12565	-21161				3,732	25,13	0				0	1672,218	3,732	0	25,13									
	Comp. gl	4006	20558	36214							4,006	20,558	36,214				1068,313	614,7735	4,006	36,214	20,558									
1b	380C1F1	16007	64151	127607	16007	64151	-127607				32,014	128,302	0				0	7313,214	32,014	0	128,302		1b		984,7985	19585,31	104,682	33,383	414,903	
Wind, -20	380C1F2	16037	63524	127038	16037	63524	-127038				32,074	127,048	0				0	5971,256	32,074	0	127,048		Wind angle:	90	dgr						
Permaner	380C1F3	16073	62756	126383	16073	62756	-126383				32,146	125,512	0				0	4643,944	32,146	0	125,512									
Wind angl	GW / opg	2063	8673	16820	2063	8673	-16820				4,126	17,346	0				0	1155,426	4,126	0	17,346									
	Comp. gl	4322	16695	33383							4,322	16,695	33,383				984,7985	501,4707	4,322	33,383	16,695									
3	380C1F1	18342	84746	153890	18342	84746	-153890				36,684	169,492	0				0	9661,044	36,684	0	169,492		3		1751,12	26929,45	125,641	59,36	566,218	
Wind+ice,	380C1F2	18440	82341	150900	18440	82341	-150900				36,88	164,682	0				0	7740,054	36,88	0	164,682		Wind angle:	90	dgr						
Permaner	380C1F3	18566	79371	147305	18566	79371	-147305				37,132	158,742	0				0	5873,454	37,132	0	158,742									
Wind angl	GW / opg	3644	19917	33572	3644	19917	-33572				7,288	39,834	0				0	2651,704	7,288	0	39,834									
	Comp. gl	7657	33468	59360							7,657	33,468	59,36				1751,12	1003,194	7,657	59,36	33,468									
4	380C1F1	18500	63819	126890	18500	63819	-126890				37	127,638	0				0	7275,366	37	0	127,638		4		1111,973	19689,42	122,304	37,694	417,131	
Construction/mainte		18522	63265	126476	18522	63265	-126476				37,044	126,53	0				0	5946,91	37,044	0	126,53		Wind angle:	90	dgr						
Permaner	380C1F3	18547	62582	126006	18547	62582	-126006				37,094	125,164	0				0	4631,068	37,094	0	125,164									
Wind angl	GW / opg	2746	9546	18691	2746	9546	-18691				5,492	19,092	0				0	1272,45	5,492	0	19,092									
	Comp. gl	5674	18707	37694							5,674	18,707	37,694				1111,973	563,6301	5,674	37,694	18,707									
1a	380C1F1	14568	82988	143122	15681	51673	-106198				30,249	134,661	36,924				2104,668	7675,677	30,249	36,924	134,661		1a		6237,70927	20478,1	98,974	141,02	433,353	
Wind, 10 ◦	380C1F2	14665	79514	138382	15687	51465	-106112				30,352	130,979	32,27				1516,69	6156,013	30,352	32,27	130,979		Wind angle:	-45	dgr						
Permaner	380C1F3	14797	75160	132520	15694	51208	-106019				30,491	126,368	26,501				980,537	4675,616	30,491	26,501	126,368									
Wind angl	GW / opg	1855	13161	22006	2043	6874	-13917				3,898	20,035	8,089				537,3523	1313,884	3,898	8,089	20,035									
	Comp. gl	3984	21310	37236							3,984	21,31	37,236				1098,462	636,9118	3,984	37,236	21,31									
1b	380C1F1	15976	64778	128204	16218	58653	-124362				32,194	123,431	3,842				218,994	7035,567	32,194	3,842	123,431		1b		1515,32585	18902,15	105,174	43,982	401,074	
Wind, -20	380C1F2	16010	64081	127542	16218	58603	-124366				32,228	122,684	3,176				149,272	5766,148	32,228	3,176	122,684		Wind angle:	-45	dgr						
Permaner	380C1F3	16051	63227	126778	16219	58541	-124374				32,27	121,768	2,404				88,948	4505,416	32,27	2,404	121,768									
Wind angl	GW / opg	2057	8805	16970	2109	7544	-15925				4,166	16,349	1,045				69,41935	1089,226	4,166	1,045	16,349									
	Comp. gl	4316	16842	33515							4,316	16,842	33,515				988,6925	505,7947	4,316	33,515	16,842									
3	380C1F1	18249	87128	156908	19209	63980	-133241				37,458	151,108	23,667				1349,019	8613,156	37,458	23,667	151,108		3		5326,9207	24175,83	127,896	130,41	511,751	
Wind+ice,	380C1F2	18353	84478	153553	19213	63820	-133206				37,566	148,298	20,347				956,309	6970,006	37,566	20,347	148,298		Wind angle:	-45	dgr						
Permaner	380C1F3	18488	81196	149499	19218	63620	-133173				37,706	144,816	16,326				604,062	5358,192	37,706	16,326	144,816									
Wind angl	GW / opg	3623	20729	34628	3923	12329	-25138				7,546	33,058	9,49				630,4207	2201,77	7,546	9,49	33,058									
0 Comp. gl		7620	34471	60580							7,62	34,471	60,58				1787,11	1032,706	7,62	60,58	34,471									
4	380C1F1	18478	64373	127328	18647	58821	-124723				37,125	123,194	2,605				148,485	7022,058	37,125	2,605	123,194		4		1458,85428	19068,29	122,641	44,632	404,519	
Construction/mainte		18503	63757	126843	18647	58774	-124731				37,15	122,531	2,112				99,264	5758,957	37,15	2,112	122,531		Wind angle:	-45	dgr						
Permaner	380C1F3	18531	63001	126289	18648	58713	-124742				37,179	121,714	1,547				57,239	4503,418	37,179	1,547	121,714									
Wind angl	GW / opg	2742	9652	18786	2775	8600	-18190				5,517	18,252	0,596				39,59228	1216,668	5,517	0,596	18,252									
	Comp. gl	5670	18828	37772							5,67	18,828	37,772				1114,274	567,1913	5,67	37,772	18,828									
1a	380C1F1	20699	65977	134441	0	0	0																						
Wind, 10 ◦	380C1F2	20708	65654	134296	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	20720	65253	134139	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	2698	8869	17762	0	0	0																						
	Comp. gl	5614	17812	36486	0	0	0																						
1b	380C1F1	21296	72727	153795	0	0	0																						
Wind, -20	380C1F2	21297	72651	153801	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	21299	72555	153811	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	2775	9462	19904	0	0	0																						
	Comp. gl	5747	19288	40837	0	0	0																						
3	380C1F1	24217	77768	160718	0	0	0																						
Wind+ice,	380C1F2	24223	77516	160650	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	24231	77203	160580	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	4560	14234	28537	0	0	0																						
	Comp. gl	9345	28197	57771	0	0	0																						
4	380C1F1	23664	71801	151809	0	0	0																						
Construction/mainte		23665	71727	151819	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	23666	71634	151835	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	3430	10310	21723	0	0	0																						
	Comp. gl	7060	21062	44641	0	0	0																						
6	380C1F1	23267	68714	147358	0	0	0																						
Permaner	380C1F2	23267	68714	147358	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	23267	68714	147358	0	0	0																						
	GW / opg	3042	9033	19370	0	0	0																						
	Comp. gl	6308	18706	40115	0	0	0																						
1a	380C1F1	20736	64612	133945	0	0	0																						
Wind, 10 ◦	380C1F2	20740	64426	133904	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	20745	64192	133864	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	2707	8595	17608	0	0	0																						
	Comp. gl	5622	17489	36384	0	0	0																						
1b	380C1F1	21300	72397	153836	0	0	0																						
Wind, -20	380C1F2	21301	72350	153845	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	21302	72290	153858	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	2777	9399	19904	0	0	0																						
	Comp. gl	5748	19209	40848	0	0	0																						
3	380C1F1	24242	76696	160509	0	0	0																						
Wind+ice,	380C1F2	24245	76547	160498	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	24249	76360	160492	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	4573	13832	28362	0	0	0																						
	Comp. gl	9357	27714	57666	0	0	0																						
4	380C1F1	23668	71479	151867	0	0	0																						
Construction/mainte		23668	71433	151878	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	23668	71374	151894	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	3431	10251	21730	0	0	0																						
	Comp. gl	7061	20986	44659	0	0	0																						
1a	380C1F1	19809	88691	157780	0	0	0																						
Wind, 10 ◦	380C1F2	19910	85922	154364	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	20042	82494	150243	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	2532	13529	23227	0	0	0																						
	Comp. gl	5408	23161	41795	0	0	0																						
1b	380C1F1	21147	77217	155624	0	0	0																						
Wind, -20	380C1F2	21170	76688	155265	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	21196	76036	154860	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	2742	10368	20456	0	0	0																						
	Comp. gl	5716	20350	41220	0	0	0																						
3	380C1F1	23505	94792	175430	0	0	0																						
Wind+ice,	380C1F2	23597	92703	173116	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	23711	90132	170378	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	4305	20827	35524	0	0	0																						
	Comp. gl	9035	35848	64462	0	0	0																						
4	380C1F1	23555	76021	153054	0	0	0																						
Construction/mainte		23572	75533	152784	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	23591	74930	152483	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	3408	11112	22050	0	0	0																						
	Comp. gl	7039	22031	44824	0	0	0																						
1a	380C1F1	19712	91430	161221	0	0	0																						
Wind, 10 ◦	380C1F2	19820	88382	157396	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	19961	84680	152759	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	2518	14071	23956	0	0	0																						
	Comp. gl	5384	23813	42604	0	0	0																						
1b	380C1F1	21124	77744	156006	0	0	0																						
Wind, -20	380C1F2	21150	77158	155583	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	21180	76436	155104	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	2737	10478	20559	0	0	0																						
	Comp. gl	5711	20474	41304	0	0	0																						
3	380C1F1	23415	96871	177798	0	0	0																						
Wind+ice,	380C1F2	23515	94559	175168	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	23641	91710	172042	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	4282	21592	36479	0	0	0																						
0 Comp. gl		8998	36770	65509	0	0	0																						
4	380C1F1	23538	76505	153345	0	0	0																						
Construction/mainte		23557	75966	153023	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	23579	75301	152663	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	3404	11206	22118	0	0	0																						
	Comp. gl	7036	22140	44876	0	0	0																						
1a	380C1F1	15631	53222	107089	0	0	0																						
Wind, 10 ◦	380C1F2	15644	52852	106842	0	0	0																						
Permaner	380C1F3	15659	52395	106565	0	0	0																						
Wind angl	GW / opg	2032	7191	14164	0	0	0																						

	Comp. gl	4238	14265	28881	0	0	0
1b	380C1F1	16211	59002	124364	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	16213	58921	124359	0	0	0
Permaner	380C1F3	16215	58819	124356	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2107	7611	15936	0	0	0
	Comp. gl	4365	15487	32685	0	0	0
3	380C1F1	19175	65151	133662	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	19184	64874	133539	0	0	0
Permaner	380C1F3	19194	64530	133405	0	0	0
Wind angl	GW / opg	3908	12761	25379	0	0	0
	Comp. gl	7997	25101	51130	0	0	0
4	380C1F1	18642	59156	124693	0	0	0
Construction/mainte		18644	59079	124696	0	0	0
Permaner	380C1F3	18645	58982	124703	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2775	8662	18188	0	0	0
	Comp. gl	5701	17660	37345	0	0	0
6	380C1F1	15721	49434	106011	0	0	0
Permaner	380C1F2	15721	49434	106011	0	0	0
Permaner	380C1F3	15721	49434	106011	0	0	0
	GW / opg	2052	6441	13813	0	0	0
	Comp. gl	4257	13367	28666	0	0	0
1a	380C1F1	15681	51673	106198	0	0	0
Wind, 10 (	380C1F2	15687	51465	106112	0	0	0
Permaner	380C1F3	15694	51208	106019	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2043	6874	13917	0	0	0
	Comp. gl	4249	13902	28691	0	0	0
1b	380C1F1	16218	58653	124362	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	16218	58603	124366	0	0	0
Permaner	380C1F3	16219	58541	124374	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2109	7544	15925	0	0	0
	Comp. gl	4366	15403	32687	0	0	0
3	380C1F1	19209	63980	133241	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	19213	63820	133206	0	0	0
Permaner	380C1F3	19218	63620	133173	0	0	0
Wind angl	GW / opg	3923	12329	25138	0	0	0
	Comp. gl	8011	24589	50965	0	0	0
4	380C1F1	18647	58821	124723	0	0	0
Construction/mainte		18647	58774	124731	0	0	0
Permaner	380C1F3	18648	58713	124742	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2775	8600	18190	0	0	0
	Comp. gl	5702	17581	37358	0	0	0
1a	380C1F1	14654	79867	138862	0	0	0
Wind, 10 (	380C1F2	14749	76687	134564	0	0	0
Permaner	380C1F3	14877	72714	129275	0	0	0
Wind angl	GW / opg	1866	12565	21161	0	0	0
	Comp. gl	4006	20558	36214	0	0	0
1b	380C1F1	16007	64151	127607	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	16037	63524	127038	0	0	0
Permaner	380C1F3	16073	62756	126383	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2063	8673	16820	0	0	0
	Comp. gl	4322	16695	33383	0	0	0
3	380C1F1	18342	84746	153890	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	18440	82341	150900	0	0	0
Permaner	380C1F3	18566	79371	147305	0	0	0
Wind angl	GW / opg	3644	19917	33572	0	0	0
	Comp. gl	7657	33468	59360	0	0	0
4	380C1F1	18500	63819	126890	0	0	0
Construction/mainte		18522	63265	126476	0	0	0
Permaner	380C1F3	18547	62582	126006	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2746	9546	18691	0	0	0
	Comp. gl	5674	18707	37694	0	0	0
1a	380C1F1	14568	82988	143122	0	0	0
Wind, 10 (	380C1F2	14665	79514	138382	0	0	0
Permaner	380C1F3	14797	75160	132520	0	0	0
Wind angl	GW / opg	1855	13161	22006	0	0	0
	Comp. gl	3984	21310	37236	0	0	0
1b	380C1F1	15976	64778	128204	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	16010	64081	127542	0	0	0
Permaner	380C1F3	16051	63227	126778	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2057	8805	16970	0	0	0
	Comp. gl	4316	16842	33515	0	0	0
3	380C1F1	18249	87128	156908	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	18353	84478	153553	0	0	0
Permaner	380C1F3	18488	81196	149499	0	0	0
Wind angl	GW / opg	3623	20729	34628	0	0	0
0 Comp. gl		7620	34471	60580	0	0	0
4	380C1F1	18478	64373	127328	0	0	0
Construction/mainte		18503	63757	126843	0	0	0
Permaner	380C1F3	18531	63001	126289	0	0	0
Wind angl	GW / opg	2742	9652	18786	0	0	0
	Comp. gl	5670	18828	37772	0	0	0

Hoogte mast	Ber & bijlage	67	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		37	m
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / CH_{mast} =	0,57 m =	66,43	m 0,759 m
1e traverse - 380C1F1 F2 =	10 m =	57	m 0 m
2e traverse - 380C1F2 F3 =	10 m =	47	m 0 m
3e traverse - 380C1F3		37	m 0 m
Passieve lijn = Comp C. F3 -	7,5 m =	29,5	m 2,075 m

Uit mast			Uit lijnen					
ULS (incl bel factoren)			SLS					
N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max	
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
1003	148	4614	106	195	667	8232	31599	

W2H400A+10 TOWER (rev 8.0, date: 23- Appendix AM2
Loadcases for tower defliction analyses (Servicabilitylimit state)
Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK		Totaal Vert	Dwars	Langs
	Attachmer [N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[kN]	[kN]	[kN]
1a	380C1F1 / 17279	58927	117335	17279	58927	-117335	34,558	117,854	0
Wind, 10 c	380C1F2 / 17298	58429	116970	17298	58429	-116970	34,596	116,858	0
Permanen	380C1F3 / 17320	57816	116556	17320	57816	-116556	34,64	115,632	0
Wind angl	GW / opgv.2244	8041	15633	2244	8041	-15633	4,488	16,082	0
	Comp. gl 4688	15792	31671				4,688	15,792	31,671
1b	380C1F1 / 17918	63549	134475	17918	63549	-134475	35,836	127,098	0
Wind, -20	380C1F2 / 17919	63485	134478	17919	63485	-134478	35,838	126,97	0
Permanen	380C1F3 / 17920	63404	134485	17920	63404	-134485	35,84	126,808	0
Wind angl	GW / opgv.2332	8213	17291	2332	8213	-17291	4,664	16,426	0
	Comp. gl 4828	16750	35482				4,828	16,75	35,482
3	380C1F1 / 27294	84616	176414	27294	84616	-176414	54,588	169,232	0
Wind+ice,	380C1F2 / 27298	84424	176394	27298	84424	-176394	54,596	168,848	0
Permanen	380C1F3 / 27303	84182	176378	27303	84182	-176378	54,606	168,364	0
Wind angl	GW / opgv.7709	20637	42599	7709	20637	-42599	15,418	41,274	0
	Comp. gl 15603	41147	85989				15,603	41,147	85,989
4	380C1F1 / 19851	62101	131369	19851	62101	-131369	39,702	124,202	0
Constructi	380C1F2 / 19852	62039	131376	19852	62039	-131376	39,704	124,078	0
Permanen	380C1F3 / 19852	61960	131388	19852	61960	-131388	39,704	123,92	0
Wind angl	GW / opgv.2876	8891	18744	2876	8891	-18744	5,752	17,782	0
	Comp. gl 5920	18179	38546				5,92	18,179	38,546
1a	380C1F1 / 17351	56851	116000	15955	98185	-165875	33,306	155,036	-49,875
Wind, 10 c	380C1F2 / 17360	56574	115867	16063	93713	-159762	33,423	150,287	-43,895
Permanen	380C1F3 / 17369	56231	115721	16214	88074	-152123	33,583	144,305	-36,402
Wind angl	GW / opgv.2260	7613	15270	2033	15816	-25943	4,293	23,429	-10,673
	Comp. gl 4703	15304	31383				4,703	15,304	31,383
1b	380C1F1 / 17921	63272	134504	17768	67816	-136504	35,689	131,088	-2
Wind, -20	380C1F2 / 17922	63232	134511	17790	67314	-136123	35,712	130,546	-1,612
Permanen	380C1F3 / 17922	63182	134521	17817	66698	-135690	35,739	129,88	-1,169
Wind angl	GW / opgv.2333	8161	17290	2299	9081	-17880	4,632	17,242	-0,59
	Comp. gl 4829	16683	35490				4,829	16,683	35,49
3	380C1F1 / 27310	83788	176380	26752	98431	-186132	54,062	182,219	-9,752
Wind+ice,	380C1F2 / 27311	83672	176387	26826	96772	-184515	54,137	180,444	-8,128
Permanen	380C1F3 / 27313	83525	176400	26917	94733	-182630	54,23	178,258	-6,23
Wind angl	GW / opgv.7714	20369	42597	7548	24967	-45349	15,262	45,336	-2,752
	Comp. gl 15608	40805	86033				15,608	40,805	86,033
4	380C1F1 / 19854	61831	131413	19742	66084	-132785	39,596	127,915	-1,372
Constructi	380C1F2 / 19854	61792	131422	19759	65625	-132496	39,613	127,417	-1,074
Permanen	380C1F3 / 19854	61743	131435	19778	65059	-132171	39,632	126,802	-0,736
Wind angl	GW / opgv.2876	8841	18749	2853	9651	-19102	5,729	18,492	-0,353
	Comp. gl 5920	18115	38560				5,92	18,115	38,56
1a	380C1F1 / 16052	94169	160383	16052	94169	-160383	32,104	188,338	0
Wind, 10 c	380C1F2 / 16159	90057	154798	16159	90057	-154798	32,318	180,114	0
Permanen	380C1F3 / 16308	84886	147853	16308	84886	-147853	32,616	169,772	0
Wind angl	GW / opgv.2045	15061	24882	2045	15061	-24882	4,09	30,122	0
	Comp. gl 4391	24164	41725				4,391	24,164	41,725
1b	380C1F1 / 17788	67365	136160	17788	67365	-136160	35,576	134,73	0
Wind, -20	380C1F2 / 17808	66913	135836	17808	66913	-135836	35,616	133,826	0
Permanen	380C1F3 / 17831	66356	135469	17831	66356	-135469	35,662	132,712	0
Wind angl	GW / opgv.2303	8986	17789	2303	8986	-17789	4,606	17,972	0
	Comp. gl 4801	17651	35835				4,801	17,651	35,835
3	380C1F1 / 26819	96939	184675	26819	96939	-184675	53,638	193,878	0
Wind+ice,	380C1F2 / 26886	95443	183272	26886	95443	-183272	53,772	190,886	0
Permanen	380C1F3 / 26966	93605	181644	26966	93605	-181644	53,932	187,21	0
Wind angl	GW / opgv.7567	24507	44936	7567	24507	-44936	15,134	49,014	0
	Comp. gl 15461	45750	87759				15,461	45,75	87,759
4	380C1F1 / 19757	65672	132524	19757	65672	-132524	39,514	131,344	0
Constructi	380C1F2 / 19771	65257	132280	19771	65257	-132280	39,542	130,514	0
Permanen	380C1F3 / 19788	64744	132008	19788	64744	-132008	39,576	129,488	0
Wind angl	GW / opgv.2856	9570	19041	2856	9570	-19041	5,712	19,14	0
	Comp. gl 5901	18997	38721				5,901	18,997	38,721
1a	380C1F1 / 15955	98185	165875	17351	56851	-116000	33,306	155,036	49,875
Wind, 10 c	380C1F2 / 16063	93713	159762	17360	56574	-115867	33,423	150,287	43,895
Permanen	380C1F3 / 16214	88074	152123	17369	56231	-115721	33,583	144,305	36,402
Wind angl	GW / opgv.2033	15816	25943	2260	7613	-15270	4,293	23,429	10,673
	Comp. gl 4365	25140	43060				4,365	25,14	43,06
1b	380C1F1 / 17768	67816	136504	17921	63272	-134504	35,689	131,088	2
Wind, -20	380C1F2 / 17790	67314	136123	17922	63232	-134511	35,712	130,546	1,612
Permanen	380C1F3 / 17817	66698	135690	17922	63182	-134521	35,739	129,88	1,169
Wind angl	GW / opgv.2299	9081	17880	2333	8161	-17290	4,632	17,242	0,59
	Comp. gl 4797	17757	35910				4,797	17,757	35,91
3	380C1F1 / 26752	98431	186132	27310	83788	-176380	54,062	182,219	9,752
Wind+ice,	380C1F2 / 26826	96772	184515	27311	83672	-176387	54,137	180,444	8,128
Permanen	380C1F3 / 26917	94733	182630	27313	83525	-176400	54,23	178,258	6,23
Wind angl	GW / opgv.7548	24967	45349	7714	20369	-42597	15,262	45,336	2,752
	Comp. gl 15439	46283	88127				15,439	46,283	88,127
4	380C1F1 / 19742	66084	132785	19854	61831	-131413	39,596	127,915	1,372
Constructi	380C1F2 / 19759	65625	132496	19854	61792	-131422	39,613	127,417	1,074
Permanen	380C1F3 / 19778	65059	132171	19854	61743	-131435	39,632	126,802	0,736
Wind angl	GW / opgv.2853	9651	19102	2876	8841	-18749	5,729	18,492	0,353
	Comp. gl 5899	19090	38768				5,899	19,09	38,768

Belastingen op mastvoet, per lijn						Belasting op mastvoet, belastinggeval						
M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	
0	6717,678	34,558	0	117,854		1a	934,2945	18035,71	112,97	31,671	382,218	
0	5492,326	34,596	0	116,858		Wind angle: 0 dgr						
0	4278,384	34,64	0	115,632								
0	1071,734	4,488	0	16,082								
934,2945	475,5916	4,688	31,671	15,792								
0	7244,586	35,836	0	127,098		1b	1046,719	19502,93	117,006	35,482	414,052	
0	5967,59	35,838	0	126,97		Wind angle: 0 dgr						
0	4691,896	35,84	0	126,808								
0	1094,719	4,664	0	16,426								
1046,719	504,1431	4,828	35,482	16,75								
0	9646,224	54,588	0	169,232		3	2536,676	27811,29	194,811	85,989	588,865	
0	7935,856	54,596	0	168,848		Wind angle: 0 dgr						
0	6229,468	54,606	0	168,364								
0	2753,534	15,418	0	41,274								
2536,676	1246,213	15,603	85,989	41,147								
0	7079,514	39,702	0	124,202		4	1137,107	19230,41	130,782	38,546	408,161	
0	5831,666	39,704	0	124,078		Wind angle: 0 dgr						
0	4585,04	39,704	0	123,92								
0	1185,624	5,752	0	17,782								
1137,107	548,5645	5,92	38,546	18,179								
-2842,88	8837,052	33,306	-49,875	155,036		1a	-6036,02	23260,7	109,308	-109,462	488,361	
-2063,07	7063,489	33,423	-43,895	150,287		Wind angle: 45 dgr						
-1346,87	5339,285	33,583	-36,402	144,305								
-709,007	1559,647	4,293	-10,673	23,429								
925,7985	461,2267	4,703	31,383	15,304								
-114	7472,016	35,689	-2	131,088		1b	774,7443	20064,31	116,601	30,119	425,439	
-75,764	6135,662	35,712	-1,612	130,546		Wind angle: 45 dgr						
-43,253	4805,56	35,739	-1,169	129,88								
-39,1937	1148,902	4,632	-0,59	17,242								
1046,955	502,1687	4,829	35,49	16,683								
-555,864	10386,48	54,062	-9,752	182,219		3	1186,768	29722,29	193,299	59,171	627,062	
-382,016	8480,868	54,137	-8,128	180,444		Wind angle: 45 dgr						
-230,51	6595,546	54,23	-6,23	178,258								
-182,815	3023,254	15,262	-2,752	45,336								
2537,974	1236,134	15,608	86,033	40,805								
-78,204	7291,155	39,596	-1,372	127,915		4	958,1562	19750,88	130,49	35,025	418,741	
-50,478	5988,599	39,613	-1,074	127,417		Wind angle: 45 dgr						
-27,232	4691,674	39,632	-0,736	126,802								
-23,4498	1232,772	5,729	-0,353	18,492								
1137,52	546,6765	5,92	38,56	18,115								
0	10735,27	32,104	0	188,338		1a	1230,888	28208,25	105,519	41,725	592,51	
0	8465,358	32,318	0	180,114		Wind angle: 90 dgr						
0	6281,564	32,616	0	169,772								
0	2004,109	4,09	0	30,122								
1230,888	721,9493	4,391	41,725	24,164								
0	7679,61	35,576	0	134,73		1b	1057,133	20607,82	116,261	35,835	436,891	
0	6289,822	35,616	0	133,826		Wind angle: 90 dgr						
0	4910,344	35,662	0	132,712								
0	1197,376	4,606	0	17,972								
1057,133	530,6666	4,801	35,835	17,651								
0	11051,05	53,638	0	193,878		3	2588,891	31598,65	191,937	87,759	666,738	
0	8971,642	53,772	0	190,886		Wind angle: 90 dgr						
0	6926,77	53,932	0	187,21								
0	3267,487	15,134	0	49,014								
2588,891	1381,707	15,461	87,759	45,75								
0	7486,608	39,514	0	131,344		4	1142,27	20260,28	130,245	38,721	429,483	
0	6134,158	39,542	0	130,514		Wind angle: 90 dgr						
0	4791,056	39,576	0	129,488								
0	1275,806	5,712	0	19,14								
1142,27	572,6561	5,901	38,721	18,997								
2842,875	8837,052	33,306	49,875	155,036		1a	8232,091	23550,16	108,97	183,905	498,197	
2063,065	7063,489	33,423	43,895	150,287		Wind angle: -45 dgr						
1346,874	5339,285	33,583	36,402	144,305								
709,0074	1559,647	4,293	10,673	23,429								
1270,27	750,6874	4,365	43,06	25,14								
114	7472,016	35,689	2	131,088		1b	1331,556	20095,93	116,569	41,281	426,513	
75,764	6135,662	35,712	1,612	130,546		Wind angle: -45 dgr						
43,253	4805,56	35,739	1,169	129,88								
39,1937	1148,902	4,632	0,59	17,242								
1059,345	533,7853	4,797	35,91	17,757								
555,864	10386,48	54,062	9,752	182,219		3	3950,952	29883,54	193,13	114,989	632,54	
382,016	8480,868	54,137	8,128	180,444		Wind angle: -45 dgr						
230,51	6595,546	54,23	6,23	178,258								
182,8154	3023,254	15,262	2,752	45,336								
2599,747	1397,384	15,439	88,127	46,283								
78,204	7291,155	39,596	1,372	127,915		4	1323,02	19779,6	130,469	42,303	419,716	
50,478	5988,599	39,613	1,074	127,417		Wind angle: -45 dgr						
27,232	4691,674	39,632	0,736	126,802								
23,44979	1232,772	5,729	0,353	18,492								
1143,656	575,3954	5,899	38,768	19,09								

| Totaal | | | | | | | |

W25400+221-AC

Hoogte mast	Ber & bijlage	76 m	
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		50 m	
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Blikvemdraad = GW / rf$_{mast}$:	0,716 m =	75,284 m	1,459 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	70 m	4,41 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	60 m	4,41 m
3e traverse - 380C1F3		50 m	4,41 m
Passieve lijn = Comp CF3 -	4 m =	46 m	1,819 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)			Uit lijnen (incl belastingsfactoren)					
N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max	
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
757	163	5841	99	318	220	0	13768	

WZS400+24 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) **Appendix AC**
Loadcases for tower strength (ultimate limit state)
-
Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK			Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn						Belasting op mastvoet, belastinggeval					
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	Vert	Dwars	Langs	M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$		M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$	
	Attachment point							[kN]	[kN]	[kN]												
1a	GW / opg	3154	0	19396	3154	0	-19396	6,308	0	0	0	27,81828	6,308	0	0	1a	0	547,4903	164,114	0	0	
Wind, 10	380C1F1	24121	0	147923	24121	0	-147923	48,242	0	0	0	212,7472	48,242	0	0	Wind angle: 0 dgr						
Permaner	380C1F2	24121	0	147923	24121	0	-147923	48,242	0	0	0	212,7472	48,242	0	0							
Wind ang	380C1F3	24121	0	147923	24121	0	-147923	48,242	0	0	0	70,38508	48,242	0	0							
	Comp.cor	6540	0	40192	6540	0	-40192	13,08	0	0	0	23,79252	13,08	0	0							
1b	GW / opg	3276	0	21992	3276	0	-21992	6,552	0	0	0	28,89432	6,552	0	0	1b	0	570,6432	171,018	0	0	
Wind, -2	380C1F1	25154	0	169944	25154	0	-169944	50,308	0	0	0	221,8583	50,308	0	0	Wind angle: 0 dgr						
Permaner	380C1F2	25154	0	169944	25154	0	-169944	50,308	0	0	0	221,8583	50,308	0	0							
Wind ang	380C1F3	25154	0	169944	25154	0	-169944	50,308	0	0	0	73,39937	50,308	0	0							
	Comp.cor	6771	0	45123	6771	0	-45123	13,542	0	0	0	24,6329	13,542	0	0							
3	GW / opg	12165	0	60826	12165	0	-60826	24,33	0	0	0	107,2953	24,33	0	0	3	0	1035,696	318,338	0	0	
Wind+ice,	380C1F1	40813	0	238894	40813	0	-238894	81,626	0	0	0	359,9707	81,626	0	0	Wind angle: 0 dgr						
Permaner	380C1F2	40813	0	238894	40813	0	-238894	81,626	0	0	0	359,9707	81,626	0	0							
Wind ang	380C1F3	40813	0	238894	40813	0	-238894	81,626	0	0	0	119,0923	81,626	0	0							
	Comp.cor	24565	0	122600	24565	0	-122600	49,13	0	0	0	89,36747	49,13	0	0							
4	GW / opg	4176	0	25031	4176	0	-25031	8,352	0	0	0	36,83232	8,352	0	0	4	0	649,3202	195,16	0	0	
Construct	380C1F1	28275	0	171853	28275	0	-171853	56,55	0	0	0	249,3855	56,55	0	0	Wind angle: 0 dgr						
Permaner	380C1F2	28275	0	171853	28275	0	-171853	56,55	0	0	0	249,3855	56,55	0	0							
Wind ang	380C1F3	28275	0	171853	28275	0	-171853	56,55	0	0	0	82,50645	56,55	0	0							
	Comp.cor	8579	0	51354	8579	0	-51354	17,158	0	0	0	31,2104	17,158	0	0							
6	GW / opg	3527	0	21373	3527	0	-21373	7,054	0	0	0	31,10814	7,054	0	0	6	0	611,9154	183,428	0	0	
Permaner	380C1F1	26958	0	162590	26958	0	-162590	53,916	0	0	0	237,7696	53,916	0	0	0						
Permaner	380C1F2	26958	0	162590	26958	0	-162590	53,916	0	0	0	237,7696	53,916	0	0							
	380C1F3	26958	0	162590	26958	0	-162590	53,916	0	0	0	78,66344	53,916	0	0							
	Comp.cor	7313	0	44262	7313	0	-44262	14,626	0	0	0	26,60469	14,626	0	0							
1a	GW / opg	2739	2931	29156	2739	2931	-29156	5,478	5,862	0	0	434,498	5,478	0	5,862	1a	0	7150,414	148,844	0	109,992	
Wind, 10	380C1F1	21738	16936	194368	21738	16936	-194368	43,476	33,872	0	0	2224,049	43,476	0	33,872	Wind angle: 45 dgr						
Permaner	380C1F2	22586	0	142171	22586	0	-142171	45,172	0	0	0	199,2085	45,172	0	0							
Wind ang	380C1F3	22586	0	142171	22586	0	-142171	45,172	0	0	0	65,90595	45,172	0	0							
	Comp.cor	7043	0	43419	7043	0	-43419	14,086	0	0	0	25,62243	14,086	0	0							
6	GW / opg	2398	0	15241	2398	0	-15241	4,796	0	0	0	21,15036	4,796	0	0	6	0	416,9615	124,984	0	0	
Permaner	380C1F1	18373	0	116970	18373	0	-116970	36,746	0	0	0	162,0499	36,746	0	0	0						
Permaner	380C1F2	18373	0	116970	18373	0	-116970	36,746	0	0	0	162,0499	36,746	0	0							
	380C1F3	18373	0	116970	18373	0	-116970	36,746	0	0	0	53,61241	36,746	0	0							
	Comp.cor	4975	0	31630	4975	0	-31630	9,95	0	0	0	18,09905	9,95	0	0							
1a	GW / opg	1990	2930	27195	1990	2930	-27195	3,98	5,86	0	0	427,7518	3,98	0	5,86	1a	0	7015,61	108,668	0	109,976	

			Belastingen uit lijnen						Belasting uit mast				Totaal							
			M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$		N	V	M	regel	Loadcase	M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$	Totaal moment	
Perm load 1,2	0 deg	1a	0	547	164	0	0		757	163	5841	1 Perm load 1,2	0 deg	1a	5841	547	921	163	0	5866,603	1
		1b	0	571	171	0	0		757	31	1095	2 Perm load 1,2	0 deg	1b	1095	571	928	31	0	1234,937	2
			3 0	1036	**318**	0	0		757	46	1643	3 Perm load 1,2	0 deg	3	1643	1036	1075	46	0	1942,009	3
			4 0	649	195	0	0		757	31	1095	4 Perm load 1,2	0 deg	4	1095	649	952	31	0	1273,206	4
			6 0	612	183	0	0					5 Perm load 1,2	0 deg	6							5
												6									6
	45 deg	1a	0	7150	149	0	110		757	163	5841	7 Perm load 1,2	45 deg	1a	4130	11281	906	115	225	12012,96	7
		1b	0	1896	170	0	22		757	31	1095	8 Perm load 1,2	45 deg	1b	774	2671	927	22	44	2780,752	8
			3 0	5132	314	0	69		757	46	1643	9 Perm load 1,2	45 deg	3	1162	6294	1071	32	101	6400,186	9
			4 0	1977	194	0	22		757	31	1095	10 Perm load 1,2	45 deg	4	774	2751	951	22	44	2858,346	10
												11									11
	90 deg	1a	0	**13768**	135	0	**220**		757	163	5841	12 Perm load 1,2	90 deg	1a	0	19609	892	0	383	19608,77	12
		1b	0	3215	167	0	44		757	31	1095	13 Perm load 1,2	90 deg	1b	0	4310	924	0	75	4310,21	13
			3 0	9210	304	0	137		757	46	1643	14 Perm load 1,2	90 deg	3	0	10853	1061	0	183	10852,68	14
			4 0	3300	192	0	44		757	31	1095	15 Perm load 1,2	90 deg	4 Construc	0	4395	949	0	75	4394,918	15
												16									16
	-45 deg	1a	0	7150	149	0	110		757	163	5841	17 Perm load 1,2	-45 deg	1a	4130	11281	906	115	225	12012,96	17
		1b	0	1896	170	0	22		757	31	1095	18 Perm load 1,2	-45 deg	1b	774	2671	927	22	44	2780,752	18
			3 0	5132	314	0	69		757	46	1643	19 Perm load 1,2	-45 deg	3	1162	6294	1071	32	101	6400,186	19
			4 0	1977	194	0	22		757	31	1095	20 Perm load 1,2	-45 deg	4	774	2751	951	22	44	2858,346	20
												21									21
Perm load 0,9	0 deg	1a	0	**417**	125	0	0		568	163	5841	22 Perm load 0,9	0 deg	1a	5841	417	693	163	0	5855,864	22
		1b	0	438	131	0	0		568	31	1095	23 Perm load 0,9	0 deg	1b	1095	438	699	31	0	1179,685	23
			3 0	911	281	0	0		568	46	1643	24 Perm load 0,9	0 deg	3	1643	911	849	46	0	1878,244	24
			4 0	520	156	0	0		568	31	1095	25 Perm load 0,9	0 deg	4	1095	520	724	31	0	1212,468	25
			6 0	**417**	125	0	0					26 Perm load 0,9	0 deg	6							26
												27									27
	45 deg	1a	0	7016	109	0	110		568	163	5841	28 Perm load 0,9	45 deg	1a	4130	11146	676	115	225	11886,46	28
		1b	0	1762	130	0	22		568	31	1095	29 Perm load 0,9	45 deg	1b	774	2536	697	22	44	2652,072	29
			3 0	5004	276	0	69		568	46	1643	30 Perm load 0,9	45 deg	3	1162	6165	843	32	101	6273,961	30
			4 0	1847	155	0	22		568	31	1095	31 Perm load 0,9	45 deg	4 Construc	774	2621	723	22	44	2733,241	31
												32									32
	90 deg	1a	0	13645	**99**	0	220		568	163	5841	33 Perm load 0,9	90 deg	1a	0	19486	666	0	383	19485,61	33
		1b	0	3077	125	0	44		568	31	1095	34 Perm load 0,9	90 deg	1b	0	4173	693	0	75	4172,682	34
			3 0	9078	264	0	137		568	46	1643	35 Perm load 0,9	90 deg	3	0	10721	832	0	183	10721,24	35
			4 0	3167	152	0	44		568	31	1095	36 Perm load 0,9	90 deg	4	0	4263	720	0	75	4262,634	36
												37									37
	-45 deg	1a	0	7016	109	0	110		568	163	5841	38 Perm load 0,9	-45 deg	1a	4130	11146	676	115	225	11886,46	38
		1b	0	1762	130	0	22		568	31	1095	39 Perm load 0,9	-45 deg	1b	774	2536	697	22	44	2652,072	39
			3 0	5004	276	0	69		568	46	1643	40 Perm load 0,9	-45 deg	3	1162	6165	843	32	101	6273,961	40
			4 0	1847	155	0	22		568	31	1095	41 Perm load 0,9	-45 deg	4	774	2621	723	22	44	2733,241	41
													Max		5841	19609	1075	163	383	19609	

| | | |

Hoogte mast Ber & bijlage 76 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3) 50 m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / C H_{mast} =	0,716 m =	75,284 m	1,459 m	
1e traverse - 380C1F1 F2 =	10 m =	70 m	4,41 m	
2e traverse - 380C1F2 F3 =	10 m =	60 m	4,41 m	
3e traverse - 380C1F3		50 m	4,41 m	
Passieve lijn = Comp C. F3 -	4 m =	46 m	1,819 m	

Uit mast — Uit lijnen

ULS (incl bel factoren) — SLS

N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
757	163	5841	117	244	147	0	9264

W2S400+24 TOWER (rev 6.0, date: 05-11 Appendix AC2
Loadcases for tower strength (serviceability\limit state)
-
Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK		Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn					Belasting op mastvoet, belastinggeval				
	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	Vert	Dwars	Langs	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	Attachment point					[kN]	[kN]	[kN]											
1a	GW / opgv	2651	0	16659	2651	0	-16659	5,302	0	0	0	23,38182	5,302	0	0	1a	0	460,7593	138,114	0	0
Wind, 10 c	380C1F1 /	20302	0	127555	20302	0	-127555	40,604	0	0	0	179,0636	40,604	0	0	Wind angle:	0	dgr			
Permanen	380C1F2 /	20302	0	127555	20302	0	-127555	40,604	0	0	0	179,0636	40,604	0	0						
Wind angl	380C1F3 /	20302	0	127555	20302	0	-127555	40,604	0	0	0	59,24124	40,604	0	0						
	Comp.con	5500	0	34554	5500	0	-34554	11	0	0	0	20,009	11	0	0						
1b	GW / opgv	2766	0	19102	2766	0	-19102	5,532	0	0	0	24,39612	5,532	0	0	1b	0	482,8575	144,702	0	0
Wind, -20	380C1F1 /	21289	0	148577	21289	0	-148577	42,578	0	0	0	187,769	42,578	0	0	Wind angle:	0	dgr			
Permanen	380C1F2 /	21289	0	148577	21289	0	-148577	42,578	0	0	0	187,769	42,578	0	0						
Wind angl	380C1F3 /	21289	0	148577	21289	0	-148577	42,578	0	0	0	62,1213	42,578	0	0						
	Comp.con	5718	0	39202	5718	0	-39202	11,436	0	0	0	20,80208	11,436	0	0						
3	GW / opgv	8790	0	47128	8790	0	-47128	17,58	0	0	0	77,5278	17,58	0	0	3	0	794,8312	243,608	0	0
Wind+ice,	380C1F1 /	31746	0	194977	31746	0	-194977	63,492	0	0	0	279,9997	63,492	0	0	Wind angle:	0	dgr			
Permanen	380C1F2 /	31746	0	194977	31746	0	-194977	63,492	0	0	0	279,9997	63,492	0	0						
Wind angl	380C1F3 /	31746	0	194977	31746	0	-194977	63,492	0	0	0	92,63483	63,492	0	0						
	Comp.con	17776	0	95137	17776	0	-95137	35,552	0	0	0	64,66909	35,552	0	0						
4	GW / opgv	3347	0	20717	3347	0	-20717	6,694	0	0	0	29,52054	6,694	0	0	4	0	530,4726	159,362	0	0
Constructi	380C1F1 /	23149	0	145177	23149	0	-145177	46,298	0	0	0	204,1742	46,298	0	0	Wind angle:	0	dgr			
Permanen	380C1F2 /	23149	0	145177	23149	0	-145177	46,298	0	0	0	204,1742	46,298	0	0						
Wind angl	380C1F3 /	23149	0	145177	23149	0	-145177	46,298	0	0	0	67,54878	46,298	0	0						
	Comp.con	6887	0	42592	6887	0	-42592	13,774	0	0	0	25,05491	13,774	0	0						
1a	GW / opgv	2371	1953	22684	2371	1953	-22684	4,742	3,906	0	0	294,3322	4,742	0	3,906	1a	0	4862,867	128,364	0	73,308
Wind, 10 c	380C1F1 /	18768	11288	155540	18768	11288	-155540	37,536	22,576	0	0	1520,094	37,536	0	22,576	Wind angle:	45	dgr			
Permanen	380C1F2 /	18902	10573	152533	18902	10573	-152533	37,804	21,146	0	0	1224,016	37,804	0	21,146						
Wind angl	380C1F3 /	19064	9716	149069	19064	9716	-149069	38,128	19,432	0	0	1518,547	38,128	0	19,432						
	Comp.con	5077	3124	42599	5077	3124	-42599	10,154	6,248	0	0	305,8781	10,154	0	6,248						
1b	GW / opgv	2742	390	19427	2742	390	-19427	5,484	0,78	0	0	78,78444	5,484	0	0,78	1b	0	1366,903	144,016	0	14,65
Wind, -20	380C1F1 /	21179	2256	149955	21179	2256	-149955	42,358	4,512	0	0	457,5188	42,358	0	4,512	Wind angle:	-45	dgr			
Permanen	380C1F2 /	21192	2113	149788	21192	2113	-149788	42,384	4,226	0	0	398,2134	42,384	0	4,226						
Wind angl	380C1F3 /	21207	1942	149600	21207	1942	-149600	42,414	3,884	0	0	354,2851	42,414	0	3,884						
	Comp.con	5688	624	39600	5688	624	-39600	11,376	1,248	0	0	78,10094	11,376	0	1,248						
3	GW / opgv	8666	2007	48732	8666	2007	-48732	17,332	4,014	0	0	357,4141	17,332	0	4,014	3	0	3525,167	240,778	0	45,698
Wind+ice,	380C1F1 /	31317	6305	200684	31317	6305	-200684	62,634	12,61	0	0	1032,816	62,634	0	12,61	Wind angle:	45	dgr			
Permanen	380C1F2 /	31367	5906	200000	31367	5906	-200000	62,734	11,812	0	0	867,2569	62,734	0	11,812						
Wind angl	380C1F3 /	31423	5427	199232	31423	5427	-199232	62,846	10,854	0	0	908,8249	62,846	0	10,854						
	Comp.con	17616	3204	97171	17616	3204	-97171	35,232	6,408	0	0	358,855	35,232	0	6,408						
4	GW / opgv	3331	391	20947	3331	391	-20947	6,662	0,782	0	0	84,11942	6,662	0	0,782	4	0	1415,806	158,874	0	14,66
Constructi	380C1F1 /	23070	2257	146295	23070	2257	-146295	46,14	4,514	0	0	474,3174	46,14	0	4,514	Wind angle:	45	dgr			
Permanen	380C1F2 /	23079	2114	146159	23079	2114	-146159	46,158	4,228	0	0	414,9568	46,158	0	4,228						
Wind angl	380C1F3 /	23090	1943	146007	23090	1943	-146007	46,18	3,886	0	0	359,9302	46,18	0	3,886						
	Comp.con	6867	625	42878	6867	625	-42878	13,734	1,25	0	0	82,48215	13,734	0	1,25						
1a	GW / opgv	2149	3908	33122	2149	3908	-33122	4,298	7,816	0	0	566,0742	4,298	0	7,816	1a	0	9263,736	117,106	0	146,668
Wind, 10 c	380C1F1 /	17081	22584	210918	17081	22584	-210918	34,162	45,168	0	0	2860,734	34,162	0	45,168	Wind angle:	90	dgr			
Permanen	380C1F2 /	17244	21154	203490	17244	21154	-203490	34,488	42,308	0	0	2267,492	34,488	0	42,308						
Wind angl	380C1F3 /	17459	19437	194651	17459	19437	-194651	34,918	38,874	0	0	2977,536	34,918	0	38,874						
	Comp.con	4620	6251	58426	4620	6251	-58426	9,24	12,502	0	0	591,8996	9,24	0	12,502						
1b	GW / opgv	2680	781	20351	2680	781	-20351	5,36	1,562	0	0	132,9776	5,36	0	1,562	1b	0	2246,949	142,11	0	29,304
Wind, -20	380C1F1 /	20873	4512	153961	20873	4512	-153961	41,746	9,024	0	0	725,5399	41,746	0	9,024	Wind angle:	90	dgr			
Permanen	380C1F2 /	20920	4226	153319	20920	4226	-153319	41,84	8,452	0	0	607,1144	41,84	0	8,452						
Wind angl	380C1F3 /	20975	3884	152599	20975	3884	-152599	41,95	7,768	0	0	646,0112	41,95	0	7,768						
	Comp.con	5607	1249	40755	5607	1249	-40755	11,214	2,498	0	0	135,3063	11,214	0	2,498						
3	GW / opgv	8380	4015	53055	8380	4015	-53055	16,76	8,03	0	0	636,0116	16,76	0	8,03	3	0	6242,163	233,84	0	91,406
Wind+ice,	380C1F1 /	30287	12611	216313	30287	12611	-216313	60,574	25,222	0	0	1780,451	60,574	0	25,222	Wind angle:	90	dgr			
Permanen	380C1F2 /	30434	11813	213893	30434	11813	-213893	60,868	23,626	0	0	1449,728	60,868	0	23,626						
Wind angl	380C1F3 /	30607	10855	211140	30607	10855	-211140	61,214	21,71	0	0	1723,727	61,214	0	21,71						
	Comp.con	17212	6409	102860	17212	6409	-102860	34,424	12,818	0	0	652,2453	34,424	0	12,818						
4	GW / opgv	3288	781	21615	3288	781	-21615	6,576	1,562	0	0	138,3402	6,576	0	1,562	4	0	2297,993	157,492	0	29,32
Constructi	380C1F1 /	22845	4514	149572	22845	4514	-149572	45,69	9,028	0	0	743,1729	45,69	0	9,028	Wind angle:	90	dgr			
Permanen	380C1F2 /	22881	4229	149044	22881	4229	-149044	45,762	8,458	0	0	624,7104	45,762	0	8,458						
Wind angl	380C1F3 /	22921	3886	148453	22921	3886	-148453	45,842	7,772	0	0	651,9907	45,842	0	7,772						
	Comp.con	6811	1250	43716	6811	1250	-43716	13,622	2,5	0	0	139,7784	13,622	0	2,5						
1a	GW / opgv	2371	1953	22684	2371	1953	-22684	4,742	3,906	0	0	294,3322	4,742	0	3,906	1a	0	4862,867	128,364	0	73,308
Wind, 10 c	380C1F1 /	18768	11288	155540	18768	11288	-155540	37,536	22,576	0	0	1520,094	37,536	0	22,576	Wind angle:	-45	dgr			
Permanen	380C1F2 /	18902	10573	152533	18902	10573	-152533	37,804	21,146	0	0	1224,016	37,804	0	21,146						
Wind angl	380C1F3 /	19064	9716	149069	19064	9716	-149069	38,128	19,432	0	0	1518,547	38,128	0	19,432						
	Comp.con	5077	3124	42599	5077	3124	-42599	10,154	6,248	0	0	305,8781	10,154	0	6,248						
1b	GW / opgv	2742	390	19427	2742	390	-19427	5,484	0,78	0	0	78,78444	5,484	0	0,78	1b	0	1366,903	144,016	0	14,65
Wind, -20	380C1F1 /	21179	2256	149955	21179	2256	-149955	42,358	4,512	0	0	457,5188	42,358	0	4,512	Wind angle:	-45	dgr			
Permanen	380C1F2 /	21192	2113	149788	21192	2113	-149788	42,384	4,226	0	0	398,2134	42,384	0	4,226						
Wind angl	380C1F3 /	21207	1942	149600	21207	1942	-149600	42,414	3,884	0	0	354,2851	42,414	0	3,884						
	Comp.con	5688	624	39600	5688	624	-39600	11,376	1,248	0	0	78,10094	11,376	0	1,248						
3	GW / opgv	8666	2007	48732	8666	2007	-48732	17,332	4,014	0	0	357,4141	17,332	0	4,014	3	0	3525,167	240,778	0	45,698
Wind+ice,	380C1F1 /	31317	6305	200684	31317	6305	-200684	62,634	12,61	0	0	1032,816	62,634	0	12,61	Wind angle:	-45	dgr			
Permanen	380C1F2 /	31367	5906	200000	31367	5906	-200000	62,734	11,812	0	0	867,2569	62,734	0	11,812						
Wind angl	380C1F3 /	31423	5427	199232	31423	5427	-199232	62,846	10,854	0	0	908,8249	62,846	0	10,854						
	Comp.con	17616	3204	97171	17616	3204	-97171	35,232	6,408	0	0	358,855	35,232	0	6,408						
4	GW / opgv	3331	391	20947	3331	391	-20947	6,662	0,782	0	0	84,11942	6,662	0	0,782	4	0	1415,806	158,874	0	14,66
Constructi	380C1F1 /	23070	2257	146295	23070	2257	-146295	46,14	4,514	0	0	474,3174	46,14	0	4,514	Wind angle:	-45	dgr			
Permanen	380C1F2 /	23079	2114	146159	23079	2114	-146159	46,158	4,228	0	0	414,9568	46,158	0	4,228						
Wind angl	380C1F3 /	23090	1943	146007	23090	1943	-146007	46,18	3,886	0	0	359,9302	46,18	0	3,886						
	Comp.con	6867	625	42878	6867	625	-42878	13,734	1,25	0	0	82,48215	13,734	0	1,25						

Belastingen uit lijnen

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
SLS	0 deg	1a	0	**461**	138	0 0
		1b	0	483	145	0 0
		3	0	795	**244**	0 0
		4	0	530	159	0 0
	45 deg	1a	0	4863	128	0 73
		1b	0	1367	144	0 15
		3	0	3525	241	0 46
		4	0	1416	159	0 15
	90 deg	1a	0	**9264**	**117**	0 **147**
		1b	0	2247	142	0 29
		3	0	6242	234	0 91
		4	0	2298	157	0 29
	-45 deg	1a	0	4863	128	0 73
		1b	0	1367	144	0 15
		3	0	3525	241	0 46
		4	0	1416	159	0 15

Belasting uit mast

N	V	M
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894
631	109	3894

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	M langs max	M dwars max	N max	V langs max	V dwars max	M tot max	N min
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	3894	4355	769	109	109	5841,846	1 x			x			
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	3894	4377	776	109	109	5858,337	2 x			x			
3	Perm load 1,2	0 deg	3	3894	4689	874	109	109	6094,947	3 x		x	x			
4	Perm load 1,2	0 deg	4	3894	4424	790	109	109	5893,996	4 x			x			
5										5						
6	Perm load 1,2	45 deg	1a	3894	8757	759	109	182	9583,63	6 x			x			
7	Perm load 1,2	45 deg	1b	3894	5261	775	109	123	6545,253	7 x			x			
8	Perm load 1,2	45 deg	3	3894	7419	872	109	154	8378,978	8 x			x			
9	Perm load 1,2	45 deg	4	3894	5310	790	109	123	6584,624	9 x			x			
10										10						
11	Perm load 1,2	90 deg	1a	3894	13158	748	109	255	13721,85	11 x	x		x	x	x	x
12	Perm load 1,2	90 deg	1b	3894	6141	773	109	138	7271,485	12 x			x			
13	Perm load 1,2	90 deg	3	3894	10136	865	109	200	10858,41	13 x			x			
14	Perm load 1,2	90 deg	4	Construct 3894	6192	788	109	138	7314,643	14 x			x			
15										15						
16	Perm load 1,2	-45 deg	1a	2753	8757	759	109	182	9179,561	16			x			
17	Perm load 1,2	-45 deg	1b	2753	5261	775	109	123	5937,905	17			x			
18	Perm load 1,2	-45 deg	3	2753	7419	872	109	154	7913,637	18			x			
19	Perm load 1,2	-45 deg	4	2753	5310	790	109	123	5981,276	19			x			
				3894	13158	874	109	255	13722							
						748										

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1	W2S400+2-21-AC2	Perm load :0 deg	1a		3894	4355	769	109	109
3	W2S400+2-21-AC2	Perm load :0 deg		3	3894	4689	874	109	109
11	W2S400+2-21-AC2	Perm load :90 deg	1a		3894	13158	748	109	255
	W2S400+2-21-AC2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
	W2S400+2-21-AC2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
	W2S400+2-21-AC2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B

W2H400+122 - AE

| | | |

| | | |

Hoogte mast	Ber & bijlage	72	m		
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		42	m		
		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast	
Bliksemdraad = GW / tH_{mast} -	0,57 m =	71,43	m	0,76	m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	62	m	0	m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	52	m	0	m
3e traverse - 380C1F3		42	m	0	m
Passieve lijn = Comp C F3 -	7,5 m =	34,5	m	2,075	m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
1136	167	5546

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;max	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
95	289	255	1196	15497

			Belastingen uit lijnen						Belasting uit mast		
			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		N	V	M
Perm load 1,2	0 deg	1a	0	1538	148	0	18		1136	167	5546
		1b	0	1703	152	0	20		1136	31	1040
		3	0	2784	**289**	0	31		1136	47	1560
		4	0	1809	176	0	21		1136	31	1040
		6	0	1697	165	0	19				
	45 deg	1a	-1012	8389	137	-17	134		1136	167	5546
		1b	-63	3030	151	-1	43		1136	31	1040
		3	-232	6896	286	-4	102		1136	47	1560
		4	-48	3134	175	-1	43		1136	31	1040
	90 deg	1a	0	**15497**	129	0	**255**		1136	167	5546
		1b	0	4383	149	0	66		1136	31	1040
		3	0	11098	279	0	174		1136	47	1560
		4	0	4480	174	0	66		1136	31	1040
	-45 deg	1a	1012	8389	137	17	134		1136	167	5546
		1b	63	3030	151	1	43		1136	31	1040
		3	232	6896	286	4	102		1136	47	1560
		4	48	3134	175	1	43		1136	31	1040
Perm load 0,9	0 deg	1a	0	1201	112	0	14		852	167	5546
		1b	0	1353	116	0	16		852	31	1040
		3	0	2486	254	0	28		852	47	1560
		4	0	1482	140	0	17		852	31	1040
		6	0	**1197**	112	0	**14**				
	45 deg	1a	**-1196**	8135	101	**-20**	132		852	167	5546
		1b	-90	2686	115	-2	39		852	31	1040
		3	-275	6607	251	-5	99		852	47	1560
		4	-65	2811	140	-1	40		852	31	1040
	90 deg	1a	0	15311	**95**	0	254		852	167	5546
		1b	0	4055	112	0	62		852	31	1040
		3	0	10833	243	0	172		852	47	1560
		4	0	4166	138	0	63		852	31	1040
	-45 deg	1a	**1196**	8135	101	**20**	132		852	167	5546
		1b	90	2686	115	2	39		852	31	1040
		3	275	6607	251	5	99		852	47	1560
		4	65	2811	140	1	40		852	31	1040

| regel | | | Totaal | | | | | |

	Comp. gl	5701	17683	37343	5701	17683	-37343
6	380C1F1	15721	49434	106011	15721	49434	-106011
Permaner	380C1F2	15721	49434	106011	15721	49434	-106011
Permaner	380C1F3	15721	49434	106011	15721	49434	-106011
	GW / opg	2052	6441	13813	2052	6441	-13813
	Comp. gl	4257	13367	28666	4257	13367	-28666
1a	380C1F1	15679	51766	106240	14527	84525	-145232
Wind, 10	380C1F2	15684	51575	106156	14612	81352	-140885
Permaner	380C1F3	15690	51345	106067	14725	77481	-135633
Wind ang	GW / opg	2043	6888	13926	1851	13386	-22325
	Comp. gl	4247	13964	28717	3954	22362	-38681
1b	380C1F1	16217	58674	124360	15961	65091	-128511
Wind, -20	380C1F2	16218	58629	124364	15992	64448	-127886
Permaner	380C1F3	16219	58574	124370	16029	63680	-127176
Wind ang	GW / opg	2109	7547	15925	2055	8856	-17029
	Comp. gl	4366	15418	32686	4306	17050	-33713
3	380C1F1	19207	64051	133258	18205	88309	-158423
Wind+ice,	380C1F2	19211	63905	133224	18298	85877	-155316
Permaner	380C1F3	19215	63727	133189	18416	82940	-151638
Wind ang	GW / opg	3922	12349	25147	3616	21037	-35030
	Comp. gl	8009	24678	50985	7571	35881	-62325
4	380C1F1	18646	58842	124720	18467	64649	-127555
Construction/mainte		18647	58799	124726	18490	64082	-127095
Permaner	380C1F3	18647	58745	124736	18516	63402	-126576
Wind ang	GW / opg	2775	8603	18190	2740	9693	-18824
	Comp. gl	5702	17595	37355	5664	19000	-37892
1a	380C1F1	14614	81277	140782	14614	81277	-140782
Wind, 10	380C1F2	14698	78369	136831	14698	78369	-136831
Permaner	380C1F3	14808	74830	132079	14808	74830	-132079
Wind ang	GW / opg	1862	12773	21455	1862	12773	-21455
	Comp. gl	3978	21520	37523	3978	21520	-37523
1b	380C1F1	15993	64433	127872	15993	64433	-127872
Wind, -20	380C1F2	16021	63854	127334	16021	63854	-127334
Permaner	380C1F3	16054	63163	126724	16054	63163	-126724
Wind ang	GW / opg	2061	8718	16872	2061	8718	-16872
	Comp. gl	4314	16883	33553	4314	16883	-33553
3	380C1F1	18300	85819	155243	18300	85819	-155243
Wind+ice,	380C1F2	18388	83610	152470	18388	83610	-152470
Permaner	380C1F3	18498	80949	149199	18498	80949	-149199
Wind ang	GW / opg	3637	20200	33939	3637	20200	-33939
	Comp. gl	7610	34753	60925	7610	34753	-60925
4	380C1F1	18491	64068	127084	18491	64068	-127084
Construction/mainte		18510	63557	126691	18510	63557	-126691
Permaner	380C1F3	18534	62944	126249	18534	62944	-126249
Wind ang	GW / opg	2745	9582	18724	2745	9582	-18724
	Comp. gl	5669	18862	37795	5669	18862	-37795
1a	380C1F1	14527	84525	145232	15679	51766	-106240
Wind, 10	380C1F2	14612	81352	140885	15684	51575	-106156
Permaner	380C1F3	14725	77481	135633	15690	51345	-106067
Wind ang	GW / opg	1851	13386	22325	2043	6888	-13926
	Comp. gl	3954	22362	38681	4247	13964	-28717
1b	380C1F1	15961	65091	128511	16217	58674	-124360
Wind, -20	380C1F2	15992	64448	127886	16218	58629	-124364
Permaner	380C1F3	16029	63680	127176	16219	58574	-124370
Wind ang	GW / opg	2055	8856	17029	2109	7547	-15925
	Comp. gl	4306	17050	33713	4366	15418	-32686
3	380C1F1	18205	88309	158423	19207	64051	-133258
Wind+ice,	380C1F2	18298	85877	155316	19211	63905	-133224
Permaner	380C1F3	18416	82940	151638	19215	63727	-133189
Wind ang	GW / opg	3616	21037	35030	3922	12349	-25147
0 Comp. gl		7571	35881	62325	8009	24678	-50985
4	380C1F1	18467	64649	127555	18646	58842	-124720
Construction/mainte		18490	64082	127095	18647	58799	-124726
Permaner	380C1F3	18516	63402	126576	18647	58745	-124736
Wind ang	GW / opg	2740	9693	18824	2775	8603	-18190
	Comp. gl	5664	19000	37892	5702	17595	-37355
1a	380C1F1	20694	66121	134510	0	0	0
Wind, 10	380C1F2	20703	65825	134370	0	0	0
Permaner	380C1F3	20714	65466	134219	0	0	0
Wind ang	GW / opg	2697	8891	17777	0	0	0
	Comp. gl	5611	17909	36530	0	0	0
1b	380C1F1	21295	72760	153793	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	21297	72691	153798	0	0	0
Permaner	380C1F3	21298	72606	153805	0	0	0
Wind ang	GW / opg	2775	9466	19904	0	0	0
	Comp. gl	5747	19311	40835	0	0	0
3	380C1F1	24214	77879	160751	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	24220	77649	160684	0	0	0
Permaner	380C1F3	24227	77370	160615	0	0	0
Wind ang	GW / opg	4559	14266	28555	0	0	0
	Comp. gl	9341	28340	57819	0	0	0
4	380C1F1	23664	71834	151805	0	0	0
Construction/mainte		23665	71766	151814	0	0	0
Permaner	380C1F3	23666	71684	151826	0	0	0
Wind ang	GW / opg	3430	10315	21723	0	0	0
	Comp. gl	7060	21084	44637	0	0	0
6	380C1F1	23267	68714	147358	0	0	0
Permaner	380C1F2	23267	68714	147358	0	0	0
Permaner	380C1F3	23267	68714	147358	0	0	0
	GW / opg	3042	9033	19370	0	0	0
	Comp. gl	6308	18706	40115	0	0	0
1a	380C1F1	20734	64695	133966	0	0	0
Wind, 10	380C1F2	20738	64524	133925	0	0	0
Permaner	380C1F3	20743	64317	133884	0	0	0
Wind ang	GW / opg	2707	8607	17614	0	0	0
	Comp. gl	5620	17545	36396	0	0	0
1b	380C1F1	21300	72417	153832	0	0	0
Wind, -20	380C1F2	21301	72375	153840	0	0	0
Permaner	380C1F3	21301	72322	153851	0	0	0
Wind ang	GW / opg	2776	9402	19904	0	0	0
	Comp. gl	5748	19223	40846	0	0	0
3	380C1F1	24241	76762	160515	0	0	0
Wind+ice,	380C1F2	24244	76626	160503	0	0	0
Permaner	380C1F3	24247	76460	160494	0	0	0
Wind ang	GW / opg	4573	13851	28368	0	0	0
	Comp. gl	9355	27798	57677	0	0	0
4	380C1F1	23667	71499	151862	0	0	0
Construction/mainte		23668	71457	151872	0	0	0
Permaner	380C1F3	23668	71405	151885	0	0	0
Wind ang	GW / opg	3431	10254	21729	0	0	0
	Comp. gl	7061	20999	44655	0	0	0
1a	380C1F1	19765	89925	159324	0	0	0
Wind, 10	380C1F2	19856	87384	156158	0	0	0
Permane	380C1F3	19971	84315	152416	0	0	0
Wind ang	GW / opg	2527	13717	23480	0	0	0
	Comp. gl	5377	23997	42834	0	0	0
1b	380C1F1	21137	77454	155793	0	0	0
Wind, -2(	380C1F2	21158	76967	155451	0	0	0
Permane	380C1F3	21182	76382	155070	0	0	0
Wind ang	GW / opg	2740	10406	20491	0	0	0
	Comp. gl	5709	20509	41328	0	0	0
3	380C1F1	23464	95728	176488	0	0	0
Wind+ice	380C1F2	23548	93804	174327	0	0	0
Permane	380C1F3	23650	91496	171814	0	0	0
Wind ang	GW / opg	4297	21093	35855	0	0	0
	Comp. gl	8988	37030	65807	0	0	0
4	380C1F1	23547	76239	153183	0	0	0
Construction/main		23563	75790	152924	0	0	0
Permane	380C1F3	23581	75250	152638	0	0	0
Wind ang	GW / opg	3406	11144	22073	0	0	0
	Comp. gl	7035	22171	44891	0	0	0
1a	380C1F1	19666	92787	162944	0	0	0
Wind, 10	380C1F2	19762	89992	159407	0	0	0
Permane	380C1F3	19885	86611	155207	0	0	0
Wind ang	GW / opg	2513	14276	24233	0	0	0
	Comp. gl	5352	24735	43768	0	0	0
1b	380C1F1	21112	78006	156205	0	0	0
Wind, -2(	380C1F2	21136	77466	155803	0	0	0
Permane	380C1F3	21164	76819	155352	0	0	0
Wind ang	GW / opg	2735	10520	20599	0	0	0
	Comp. gl	5704	20650	41431	0	0	0
3	380C1F1	23371	97906	178997	0	0	0
Wind+ice	380C1F2	23462	95778	176546	0	0	0
Permane	380C1F3	23574	93222	173684	0	0	0
Wind ang	GW / opg	4273	21883	36843	0	0	0
0 Comp. gl		8949	38072	67021	0	0	0
4	380C1F1	23529	76746	153497	0	0	0
Construction/main		23547	76251	153190	0	0	0
Permane	380C1F3	23568	75654	152849	0	0	0
Wind ang	GW / opg	3403	11242	22145	0	0	0
	Comp. gl	7031	22294	44957	0	0	0
1a	380C1F1	15625	53388	107205	0	0	0
Wind, 10	380C1F2	15637	53047	106970	0	0	0
Permane	380C1F3	15651	52637	106709	0	0	0

Wind anç	GW / opç	2031	7218	14188	0	0	0
	Comp. gl	4234	14376	28955	0	0	0
1b	380C1F116211		59038	124368	0	0	0
Wind, -2(	380C1F216212		58964	124361	0	0	0
Permane	380C1F316214		58874	124357	0	0	0
Wind anç	GW / opç	2107	7617	15937	0	0	0
	Comp. gl	4364	15511	32686	0	0	0
3	380C1F119171		65274	133721	0	0	0
Wind+ice	380C1F219180		65020	133602	0	0	0
Permane	380C1F319189		64713	133474	0	0	0
Wind anç	GW / opç	3906	12796	25403	0	0	0
	Comp. gl	7992	25254	51200	0	0	0
4	380C1F118642		59191	124693	0	0	0
Construction/maint		18643	59120	124694	0	0	0
Permane	380C1F318644		59034	124699	0	0	0
Wind anç	GW / opç	2774	8667	18188	0	0	0
	Comp. gl	5701	17683	37343	0	0	0
6	380C1F115721		49434	106011	0	0	0
Permane	380C1F215721		49434	106011	0	0	0
Permane	380C1F315721		49434	106011	0	0	0
	GW / opç	2052	6441	13813	0	0	0
	Comp. gl	4257	13367	28666	0	0	0
1a	380C1F115679		51766	106240	0	0	0
Wind, 10	380C1F215684		51575	106156	0	0	0
Permane	380C1F315690		51345	106067	0	0	0
Wind anç	GW / opç	2043	6888	13926	0	0	0
	Comp. gl	4247	13964	28717	0	0	0
1b	380C1F116217		58674	124360	0	0	0
Wind, -2(	380C1F216218		58629	124364	0	0	0
Permane	380C1F316219		58574	124370	0	0	0
Wind anç	GW / opç	2109	7547	15925	0	0	0
	Comp. gl	4366	15418	32686	0	0	0
3	380C1F119207		64051	133258	0	0	0
Wind+ice	380C1F219211		63905	133224	0	0	0
Permane	380C1F319215		63727	133189	0	0	0
Wind anç	GW / opç	3922	12349	25147	0	0	0
	Comp. gl	8009	24678	50985	0	0	0
4	380C1F118646		58842	124720	0	0	0
Construction/maint		18647	58799	124726	0	0	0
Permane	380C1F318647		58745	124736	0	0	0
Wind anç	GW / opç	2775	8603	18190	0	0	0
	Comp. gl	5702	17595	37355	0	0	0
1a	380C1F114614		81277	140782	0	0	0
Wind, 10	380C1F214698		78369	136831	0	0	0
Permane	380C1F314808		74830	132079	0	0	0
Wind anç	GW / opç	1862	12773	21455	0	0	0
	Comp. gl	3978	21520	37523	0	0	0
1b	380C1F115993		64433	127872	0	0	0
Wind, -2(	380C1F216021		63854	127334	0	0	0
Permane	380C1F316054		63163	126724	0	0	0
Wind anç	GW / opç	2061	8718	16872	0	0	0
	Comp. gl	4314	16883	33553	0	0	0
3	380C1F118300		85819	155243	0	0	0
Wind+ice	380C1F218388		83610	152470	0	0	0
Permane	380C1F318498		80949	149199	0	0	0
Wind anç	GW / opç	3637	20200	33939	0	0	0
	Comp. gl	7610	34753	60925	0	0	0
4	380C1F118491		64068	127084	0	0	0
Construction/maint		18510	63557	126691	0	0	0
Permane	380C1F318534		62944	126249	0	0	0
Wind anç	GW / opç	2745	9582	18724	0	0	0
	Comp. gl	5669	18862	37795	0	0	0
1a	380C1F114527		84525	145232	0	0	0
Wind, 10	380C1F214612		81352	140885	0	0	0
Permane	380C1F314725		77481	135633	0	0	0
Wind anç	GW / opç	1851	13386	22325	0	0	0
	Comp. gl	3954	22362	38681	0	0	0
1b	380C1F115961		65091	128511	0	0	0
Wind, -2(	380C1F215992		64448	127886	0	0	0
Permane	380C1F316029		63680	127176	0	0	0
Wind anç	GW / opç	2055	8856	17029	0	0	0
	Comp. gl	4306	17050	33713	0	0	0
3	380C1F118205		88309	158423	0	0	0
Wind+ice	380C1F218298		85877	155316	0	0	0
Permane	380C1F318416		82940	151638	0	0	0
Wind anç	GW / opç	3616	21037	35030	0	0	0
0 Comp. gl		7571	35881	62325	0	0	0
4	380C1F118467		64649	127555	0	0	0
Construction/maint		18490	64082	127095	0	0	0
Permane	380C1F318516		63402	126576	0	0	0
Wind anç	GW / opç	2740	9693	18824	0	0	0
	Comp. gl	5664	19000	37892	0	0	0

W2H400+[22- AE2]

| | | |

W2S400+2

Hoogte mast	Ber & bijlage	74,5	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		48,5	m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / tN_{mast} -	0,716 m =	73,784	m	1,459 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	68,5	m	4,41 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	58,5	m	4,41 m
3e traverse - 380C1F3		48,5	m	4,41 m
Passieve lijn = Comp C F3 -	4 m =	44,5	m	1,819 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
730	157	5508

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
95	289	255	1196	15497

W2S400+22.5 U TOWER (rev 6.0, date: Appendix AF
Loadcases for tower strength (ultimate limit state)
-
Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK		Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn				Belasting op mastvoet, belastinggeval			
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	Attachment point																		
1a	GW / opgv	2802	340	19393	2802	340	-19393	5,604	0,68	0	0	71,29364	5,604	0	0,68	1a	0	1538,311	147,542	0	17,636
Wind, 10 ◦	380C1F1	21696	2592	147901	21696	2592	-147901	43,392	5,184	0	0	494,6227	43,392	0	5,184	Wind angle:	0	dgr			
Permaner	380C1F2	21696	2591	147901	21696	2591	-147901	43,392	5,182	0	0	442,6857	43,392	0	5,182						
Wind angl	380C1F3	21696	2591	147901	21696	2591	-147901	43,392	5,182	0	0	445,6576	43,392	0	5,182						
	Comp.cor	5881	704	40186	5881	704	-40186	11,762	1,408	0	0	84,05108	11,762	0	1,408						
1b	GW / opgv	2877	384	21989	2877	384	-21989	5,754	0,768	0	0	77,98314	5,754	0	0,768	1b	0	1703,117	152,05	0	20,152
Wind, -20	380C1F1	22372	2968	169916	22372	2968	-169916	44,744	5,936	0	0	544,577	44,744	0	5,936	Wind angle:	0	dgr			
Permaner	380C1F2	22372	2968	169916	22372	2968	-169916	44,744	5,936	0	0	485,217	44,744	0	5,936						
Wind angl	380C1F3	22372	2968	169916	22372	2968	-169916	44,744	5,936	0	0	503,2633	44,744	0	5,936						
	Comp.cor	6032	788	45115	6032	788	-45115	12,064	1,576	0	0	92,07642	12,064	0	1,576						
3	GW / opgv	11056	1063	60818	11056	1063	-60818	22,112	2,126	0	0	243,1449	22,112	0	2,126	3	0	2783,739	288,562	0	31,46
Wind+ice,	380C1F1	36893	4175	238860	36893	4175	-238860	73,786	8,35	0	0	813,8713	73,786	0	8,35	Wind angle:	0	dgr			
Permaner	380C1F2	36893	4175	238860	36893	4175	-238860	73,786	8,35	0	0	730,3713	73,786	0	8,35						
Wind angl	380C1F3	36893	4174	238860	36893	4174	-238860	73,786	8,348	0	0	723,6026	73,786	0	8,348						
	Comp.cor	22546	2143	122585	22546	2143	-122585	45,092	4,286	0	0	272,7493	45,092	0	4,286						
4	GW / opgv	3721	437	25027	3721	437	-25027	7,442	0,874	0	0	92,68822	7,442	0	0,874	4	0	1809,079	175,658	0	20,674
Construct	380C1F1	25457	3001	171827	25457	3001	-171827	50,914	6,002	0	0	575,6477	50,914	0	6,002	Wind angle:	0	dgr			
Permaner	380C1F2	25457	3001	171827	25457	3001	-171827	50,914	6,002	0	0	515,6277	50,914	0	6,002						
Wind angl	380C1F3	25457	3001	171828	25457	3001	-171828	50,914	6,002	0	0	517,1351	50,914	0	6,002						
	Comp.cor	7737	897	51347	7737	897	-51347	15,474	1,794	0	0	107,5802	15,474	0	1,794						
6	GW / opgv	3139	373	21370	3139	373	-21370	6,278	0,746	0	0	78,78698	6,278	0	0,746	6	0	1696,963	165,198	0	19,318
Permaner	380C1F1	24291	2838	162567	24291	2838	-162567	48,582	5,676	0	0	546,2926	48,582	0	5,676	0					
Permaner	380C1F2	24291	2838	162567	24291	2838	-162567	48,582	5,676	0	0	489,5326	48,582	0	5,676						
	380C1F3	24291	2838	162567	24291	2838	-162567	48,582	5,676	0	0	489,6791	48,582	0	5,676						
	Comp.cor	6587	772	44255	6587	772	-44255	13,174	1,544	0	0	92,67151	13,174	0	1,544						

		AHEAD			BACK		Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn				Belasting op mastvoet, belastinggeval			
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	Attachment point																		
1a	GW / opgv	2551	3348	28685	2535	3572	-29715	5,086	6,92	-1,03	-70,555	496,4493	5,086	-1,03	6,92	1a	-1012,49	8388,678	137,377	-17,199	134,332
Wind, 10 ◦	380C1F1	20177	19871	192174	20048	21160	-197515	40,225	41,031	-5,341	-312,449	2577,706	40,225	-5,341	41,031	Wind angle:	45	dgr			
Permaner	380C1F2	20289	18798	187825	20163	20006	-192728	40,452	38,804	-4,903	-237,796	2060,387	40,452	-4,903	38,804						
Wind angl	380C1F3	20428	17504	182729	20308	18616	-187101	40,736	36,12	-4,372	-322,584	2724,512	40,736	-4,372	36,12						
	Comp.cor	5457	5548	53155	5421	5909	-54708	10,878	11,457	-1,553	-69,1085	529,6236	10,878	-1,553	11,457						
1b	GW / opgv	2852	962	22519	2849	1005	-22598	5,701	1,967	0,079	-5,4115	159,8809	5,701	-0,079	1,967	1b	-62,8439	3030,284	151,234	-1,069	42,692
Wind, -20	380C1F1	22250	6306	172168	22232	6550	-172505	44,482	12,856	-0,337	-19,7145	948,2416	44,482	-0,337	12,856	Wind angle:	45	dgr			
Permaner	380C1F2	22264	6102	171904	22248	6331	-172202	44,512	12,433	-0,298	-14,453	799,2984	44,512	-0,298	12,433						
Wind angl	380C1F3	22280	5856	171606	22266	6067	-171861	44,546	11,923	-0,255	-18,8149	944,7192	44,546	-0,255	11,923						
	Comp.cor	5999	1722	45782	5994	1791	-45882	11,993	3,513	-0,1	-4,45	178,1438	11,993	-0,1	3,513						
3	GW / opgv	10951	4026	62919	10936	4243	-63226	21,887	8,269	-0,307	-21,0295	662,9482	21,887	-0,307	8,269	3	-231,84	6895,604	285,589	-3,95	101,974
Wind+ice,	380C1F1	36465	13542	247216	36407	14230	-248437	72,872	27,772	-1,221	-71,4285	1946,028	72,872	-1,221	27,772	Wind angle:	45	dgr			
Permaner	380C1F2	36512	12968	246255	36459	13614	-247340	72,971	26,582	-1,085	-52,6225	1611,029	72,971	-1,085	26,582						
Wind angl	380C1F3	36566	12276	245167	36520	12871	-246098	73,086	25,147	-0,931	-68,6929	1962,079	73,086	-0,931	25,147						
	Comp.cor	22397	6927	125314	22376	7277	-125720	44,773	14,204	-0,406	-18,067	713,5201	44,773	-0,406	14,204						
4	GW / opgv	3706	1012	25379	3703	1054	-25432	7,409	2,066	-0,053	-3,6305	174,1947	7,409	-0,053	2,066	4	-48,195	3134,237	175,087	-0,819	43,165
Construct	380C1F1	25370	6332	173586	25358	6576	-173851	50,728	12,908	-0,265	-15,5025	978,8285	50,728	-0,265	12,908	Wind angle:	45	dgr			
Permaner	380C1F2	25380	6129	173378	25369	6358	-173613	50,749	12,487	-0,235	-11,3975	829,4226	50,749	-0,235	12,487						
Wind angl	380C1F3	25392	5885	173145	25382	6095	-173344	50,774	11,98	-0,199	-14,683	958,0116	50,774	-0,199	11,98						
	Comp.cor	7715	1828	51793	7712	1896	-51860	15,427	3,724	-0,067	-2,9815	193,7797	15,427	-0,067	3,724						
1a	GW / opgv	2394	6676	44229	2394	6676	-44229	4,788	13,352	0	0	935,7271	4,788	0	13,352	1a	0	15496,55	128,532	0	255,298
Wind, 10 ◦	380C1F1	18808	39082	277458	18808	39082	-277458	37,616	78,164	0	0	4738,481	37,616	0	78,164	Wind angle:	90	dgr			
Permaner	380C1F2	18916	36835	267273	18916	36835	-267273	37,832	73,67	0	0	3739,834	37,832	0	73,67						
Wind angl	380C1F3	19061	34121	254959	19061	34121	-254959	38,122	68,242	0	0	5090,788	38,122	0	68,242						
	Comp.cor	5087	10935	77830	5087	10935	-77830	10,174	21,87	0	0	991,7215	10,174	0	21,87						
1b	GW / opgv	2785	1600	24148	2785	1600	-24148	5,57	3,2	0	0	243,7637	5,57	0	3,2	1b	0	4382,955	149,046	0	65,746
Wind, -20	380C1F1	21893	9969	179340	21893	9969	-179340	43,786	19,938	0	0	1359,469	43,786	0	19,938	Wind angle:	90	dgr			
Permaner	380C1F2	21943	9537	178277	21943	9537	-178277	43,886	19,074	0	0	1118,626	43,886	0	19,074						
Wind angl	380C1F3	22001	9018	177068	22001	9018	-177068	44,002	18,036	0	0	1394,967	44,002	0	18,036						
	Comp.cor	5901	2749	47899	5901	2749	-47899	11,802	5,498	0	0	266,1288	11,802	0	5,498						
3	GW / opgv	10692	7273	69143	10692	7273	-69143	21,384	14,546	0	0	1090,704	21,384	0	14,546	3	0	11097,84	278,692	0	174,254
Wind+ice,	380C1F1	35409	23865	271953	35409	23865	-271953	70,818	47,73	0	0	3104,512	70,818	0	47,73	Wind angle:	90	dgr			
Permaner	380C1F2	35544	22649	268432	35544	22649	-268432	71,088	45,298	0	0	2510,451	71,088	0	45,298						
Wind angl	380C1F3	35705	21184	264371	35705	21184	-264371	71,41	42,368	0	0	3230,268	71,41	0	42,368						
	Comp.cor	21996	12156	133756	21996	12156	-133756	43,992	24,312	0	0	1161,905	43,992	0	24,312						
4	GW / opgv	3659	1642	26505	3659	1642	-26505	7,318	3,284	0	0	257,2264	7,318	0	3,284	4	0	4479,579	173,508	0	66,058
Construct	380C1F1	25109	9972	179292	25109	9972	-179292	50,218	19,944	0	0	1388,185	50,218	0	19,944	Wind angle:	90	dgr			
Permaner	380C1F2	25147	9544	178438	25147	9544	-178438	50,294	19,088	0	0	1147,565	50,294	0	19,088						
Wind angl	380C1F3	25190	9028	177471	25190	9028	-177471	50,38	18,056	0	0	1405,748	50,38	0	18,056						
	Comp.cor	7649	2843	53252	7649	2843	-53252	15,298	5,686	0	0	280,8541	15,298	0	5,686						
1a	GW / opgv	2535	3572	29715	2551	3348	-28685	5,086	6,92	1,03	70,555	496,4493	5,086	1,03	6,92	1a	1012,491	8388,678	137,377	17,199	134,332
Wind, 10 ◦	380C1F1	20048	21160	197515	20177	19871	-192174	40,225	41,031	5,341	312,4485	2577,706	40,225	5,341	41,031	Wind angle:	-45	dgr			
Permaner	380C1F2	20163	20006	192728	20289	18798	-187825	40,452	38,804	4,903	237,7955	2060,387	40,452	4,903	38,804						
Wind angl	380C1F3	20308	18616	187101	20428	17504	-182729	40,736	36,12	4,372	322,5836	2724,512	40,736	4,372	36,12						
	Comp.cor	5421	5909	54708	5457	5548	-53155	10,878	11,457	1,553	69,1085	529,6236	10,878	1,553	11,457						
1b	GW / opgv	2849	1005	22598	2852	962	-22519	5,701	1,967	0,079	5,4115	159,8809	5,701	0,079	1,967	1b	62,84392	3030,284	151,234	1,069	42,692
Wind, -20	380C1F1	22232	6550	172505	22250	6306	-172168	44,482	12,856	0,337	19,7145	948,2416	44,482	0,337	12,856	Wind angle:	-45	dgr			
Permaner	380C1F2	22248	6331	172202	22264	6102	-171904	44,512	12,433	0,298	14,453	799,2984	44,512	0,298	12,433						
Wind angl	380C1F3	22266	6067	171861	22280	5856	-171606	44,546	11,923	0,255	18,81492	944,7192	44,546	0,255	11,923						
	Comp.cor	5994	1791	45882	5999	1722	-45782	11,993	3,513	0,1	4,45	178,1438	11,993	0,1	3,513						
3	GW / opgv	10936	4243	63226	10951	4026	-62919	21,887	8,269	0,307	21,0295	662,9482	21,887	0,307	8,269	3	231,8404	6895,604	285,589	3,95	101,974
Wind+ice,	380C1F1	36407	14230	248437	36465	13542	-247216	72,872	27,772	1,221	71,4285	1946,028	72,872	1,221	27,772	Wind angle:	-45	dgr			
Permaner	380C1F2	36459	13614	247340	36512	12968	-246255	72,971	26,582	1,085	52,6225	1611,029	72,971	1,085	26,582						
Wind angl	380C1F3	36520	12871	246098	36566	12276	-245167	73,086	25,147	0,931	68,6929	1962,079	73,086	0,931	25,147						
	Comp.cor	22376	7277	125720	22397	6927	-125314	44,773	14,204	0,406	18,067	713,5201	44,773	0,406	14,204						
4	GW / opgv	3703	1054	25432	3706	1012	-25379	7,409	2,066	0,053	3,6305	174,1947	7,409	0,053	2,066	4	48,19502	3134,237	175,087	0,819	43,165
Construct	380C1F1	25358	6576	173851	25370	6332	-173586	50,728	12,908	0,265	15,5025	978,8285	50,728	0,265	12,908	Wind angle:	-45	dgr			
Permaner	380C1F2	25369	6358	173613	25380	6129	-173378	50,749	12,487	0,235	11,3975	829,4226	50,749	0,235	12,487						
Wind angl	380C1F3	25382	6095	173344	25392	5885	-173145	50,774	11,98	0,199	14,68302	958,0116	50,774	0,199	11,98						
	Comp.cor	7712	1896	51860	7715	1828	-51793	15,427	3,724	0,067	2,9815	193,7797	15,427	0,067	3,724						
1a	GW / opgv	2121	268	15238	2121	268	-15238	4,242	0,536	0	0	55,42322	4,242	0	0,536	1a	0	1200,898	111,896	0	13,952
Wind, 10 ◦	380C1F1	16457	2052	116952	16457	2052	-116952	32,914	4,104	0	0	385,2347	32,914	0	4,104	Wind angle:	0	dgr			
Permaner	380C1F2	16457	2051	116952	16457	2051	-116952	32,914	4,102	0	0	344,0977	32,914	0	4,102						
Wind angl	380C1F3	16457	2050	116952	16457	2050	-116952	32,914	4,1	0	0	350,5359	32,914	0	4,1						
	Comp.cor	4456	555	31625	4456	555	-31625	8,912	1,11	0	0	65,60593	8,912	0	1,11						
1b	GW / opgv	2190	307	17591	2190	307	-17591	4,38	0,614	0	0	61,3748	4,38	0	0,614	1b	0	1353,264	116,084	0	16,276
Wind, -20	380C1F1	17086	2400	137365	17086	2400	-137365	34,172	4,8	0	0	431,4985	34,172	0	4,8	Wind angle:	0	dgr			
Permaner	380C1F2	17086	2400	137365	17086	2400	-137365	34,172	4,8	0	0	383,4985	34,172	0	4,8						
Wind angl	380C1F3	17086	2400	137365	17086	2400	-137365	34,172	4,8	0	0	404,0201	34,172	0	4,8						
	Comp.cor	4594	631	36104	4594	631	-36104	9,188	1,262	0	0	72,87197	9,188	0	1,262						
3	GW / opgv	10417	1016	58119	10417	1016	-58119	20,834	2,032	0	0	231,0699	20,834	0	2,032	3	0	2486,013	253,988	0	28,396
Wind+ice,	380C1F1	31789	3713	212371	31789	3713	-212371	63,578	7,426	0	0	714,8	63,578	0	7,426	Wind angle:	0	dgr			
Permaner	380C1F2	31789	3712	212371	31789	3712	-212371	63,578	7,424	0	0	640,443	63,578	0	7,424						
Wind angl	380C1F3	31789	3712	212371	31789	3712	-212371	63,578	7,424	0	0	640,5327	63,578	0	7,424						
	Comp.cor	21210	2045	117006	21210	2045	-117006	42,42	4,09	0	0	259,167	42,42	0	4,09						
4	GW / opgv	3050	370	21178	3050	370	-21178	6,1	0,74	0	0	77,591	6,1	0	0,74	4	0	1482,281	140,298	0	17,154
Construct	380C1F1	20256	2483	142149	20256	2483	-142149	40,512	4,966	0	0	469,1689	40,512	0	4,966	Wind angle:	0	dgr			
Permaner	380C1F2	20256	2483	142149	20256	2483	-142149	40,512	4,966	0	0	419,5089	40,512	0	4,966						

Belastingen uit lijnen

			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	1a	0	1538	148	0	18
		1b	0	1703	152	0	20
		3	0	2784	**289**	0	31
		4	0	1809	176	0	21
		6	0	1697	165	0	19
	45 deg	1a	-1012	8389	137	-17	134
		1b	-63	3030	151	-1	43
		3	-232	6896	286	-4	102
		4	-48	3134	175	-1	43
	90 deg	1a	0	**15497**	129	0	**255**
		1b	0	4383	149	0	66
		3	0	11098	279	0	174
		4	0	4480	174	0	66
	-45 deg	1a	1012	8389	137	17	134
		1b	63	3030	151	1	43
		3	232	6896	286	4	102
		4	48	3134	175	1	43
Perm load 0,9	0 deg	1a	0	1201	112	0	14
		1b	0	1353	116	0	16
		3	0	2486	254	0	28
		4	0	1482	140	0	17
		6	0	**1197**	112	0	**14**
	45 deg	1a	**-1196**	8135	101	**-20**	132
		1b	-90	2686	115	-2	39
		3	-275	6607	251	-5	99
		4	-65	2811	140	-1	40
	90 deg	1a	0	15311	**95**	0	254
		1b	0	4055	112	0	62
		3	0	10833	243	0	172
		4	0	4166	138	0	63
	-45 deg	1a	**1196**	8135	101	**20**	132
		1b	90	2686	115	2	39
		3	275	6607	251	5	99
		4	65	2811	140	1	40

Belasting uit mast

N	V	M
730	157	5508
730	29	1033
730	44	1549
730	29	1033
730	157	5508
730	29	1033
730	44	1549
730	29	1033
730	157	5508
730	29	1033
730	44	1549
730	29	1033
730	157	5508
730	29	1033
730	44	1549
730	29	1033
548	157	5508
548	29	1033
548	44	1549
548	29	1033
548	157	5508
548	29	1033
548	44	1549
548	29	1033
548	157	5508
548	29	1033
548	44	1549
548	29	1033

Totaal

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	5508	1538	878	157	18	5718,782
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	1033	1703	882	29	20	1991,778
3	Perm load 1,2	0 deg	3	1549	2784	1019	44	31	3185,748
4	Perm load 1,2	0 deg	4	1033	1809	906	29	21	2083,108
5	Perm load 1,2	0 deg	6						
6									
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	4907	12283	867	128	245	13227,37
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	793	3761	881	22	64	3843,273
9	Perm load 1,2	45 deg	3	1327	7991	1016	35	133	8100,472
10	Perm load 1,2	45 deg	4	778	3865	905	22	64	3942,128
11									
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	21005	859	0	412	21004,55
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	0	5416	879	0	95	5415,705
14	Perm load 1,2	90 deg	3	0	12647	1009	0	218	12646,97
15	Perm load 1,2	90 deg	4	Construc	0	5512	904	0	95	5512,329
16									
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	4907	12283	867	128	245	13227,37
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	793	3761	881	22	64	3843,273
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	1327	7991	1016	35	133	8100,472
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	778	3865	905	22	64	3942,128
21									
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	5508	1201	659	157	14	5637,395
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	1033	1353	664	29	16	1702,321
24	Perm load 0,9	0 deg	3	1549	2486	801	44	28	2929,172
25	Perm load 0,9	0 deg	4	1033	1482	688	29	17	1806,58
26	Perm load 0,9	0 deg	6						
27									
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	5090	12029	649	131	243	13062,08
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	821	3416	662	22	60	3513,561
30	Perm load 0,9	45 deg	3	1370	7703	798	36	130	7823,439
31	Perm load 0,9	45 deg	4	Construc	795	3541	687	22	61	3629,402
32									
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	0	20819	642	0	411	20819,35
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	0	5088	660	0	92	5087,571
35	Perm load 0,9	90 deg	3	0	12382	791	0	216	12382,15
36	Perm load 0,9	90 deg	4	0	5199	685	0	92	5198,968
37									
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	5090	12029	649	131	243	13062,08
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	821	3416	662	22	60	3513,561
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	1370	7703	798	36	130	7823,439
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	795	3541	687	22	61	3629,402
		Max		5508	21005	1019	157	412	21005

samenvatting

	Mast	Bijlage		Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1	W2S400+2	23-AF	Perm load	0 deg	1a	5508	1538	878	157	18
2	W2S400+2	23-AF	Perm load	0 deg	3	1549	2784	1019	44	31
12	W2S400+2	23-AF	Perm load	90 deg	1a	0	21005	859	0	412
22	W2S400+2	23-AF	Perm load	0 deg	1a	5508	1201	659	157	14

Wind angl	380C1F3	20256	2483	142149	20256	2483	-142149		40,512	4,966	0		0	425,5184	40,512	0	4,966																				
	Comp.cor	6331	758	43412	6331	758	-43412		12,662	1,516	0		0	90,49418	12,662	0	1,516																				
6	GW / opg	2121	266	15238	2121	266	-15238		4,242	0,532	0		0	55,14922	4,242	0	0,532		6	0	1196,771	111,896	0	13,882												
Permaner	380C1F1	16457	2041	116952	16457	2041	-116952		32,914	4,082	0		0	383,9477	32,914	0	4,082		0																	
Permaner	380C1F2	16457	2041	116952	16457	2041	-116952		32,914	4,082	0		0	343,1277	32,914	0	4,082																			
	380C1F3	16457	2041	116952	16457	2041	-116952		32,914	4,082	0		0	349,2078	32,914	0	4,082																			
	Comp.cor	4456	552	31625	4456	552	-31625		8,912	1,104	0		0	65,33893	8,912	0	1,104																			
1a	GW / opg	1874	3313	26675	1861	3539	-27826		3,735	6,852	-1,151		-78,8435	485,8334	3,735	-1,151	6,852		1a		-1195,59	8134,652	101,072	-20,293	132,097											
Wind, 10	380C1F1	14840	19546	173683	14733	20851	-179945		29,573	40,397	-6,262		-366,327	2493,641	29,573	-6,262	40,397		Wind angle:		45	dgr												
Permaner	380C1F2	14935	18459	168524	14828	19683	-174337		29,763	38,142	-5,813		-281,931	1981,142	29,763	-5,813	38,142																			
Wind angl	380C1F3	15058	17147	162400	14952	18275	-167659		30,01	35,422	-5,259		-388,03	2657,361	30,01	-5,259	35,422																			
	Comp.cor	4010	5459	48127	3981	5825	-49935		7,991	11,284	-1,808		-80,456	516,6736	7,991	-1,808	11,284																			
1b	GW / opg	2156	889	18354	2151	932	-18464		4,307	1,821	-0,11		-7,535	143,7324	4,307	-0,11	1,821		1b		-90,327	2686,129	114,942	-1,537	38,932											
Wind, -20	380C1F1	16915	5755	140650	16891	6002	-141135		33,806	11,757	-0,485		-28,3725	836,869	33,806	-0,485	11,757		Wind angle:		45	dgr												
Permaner	380C1F2	16934	5549	140269	16913	5781	-140700		33,847	11,33	-0,431		-20,9035	698,7703	33,847	-0,431	11,33																			
Wind angl	380C1F3	16956	5301	139839	16937	5514	-140207		33,893	10,815	-0,368		-27,1525	847,4238	33,893	-0,368	10,815																			
	Comp.cor	4548	1570	37070	4541	1639	-37213		9,089	3,209	-0,143		-6,3635	159,3334	9,089	-0,143	3,209																			
3	GW / opg	10304	3981	60394	10288	4199	-60726		20,592	8,18	-0,332		-22,742	651,1407	20,592	-0,332	8,18		3		-274,723	6607,133	250,539	-4,674	99,095											
Wind+ice,	380C1F1	31285	13110	222560	31218	13802	-224028		62,503	26,912	-1,468		-85,878	1849,99	62,503	-1,468	26,912		Wind angle:		45	dgr												
Permaner	380C1F2	31339	12532	221401	31278	13182	-222710		62,617	25,714	-1,309		-63,4865	1523,27	62,617	-1,309	25,714																			
Wind angl	380C1F3	31401	11837	220085	31348	12435	-221211		62,749	24,272	-1,126		-83,0808	1882,436	62,749	-1,126	24,272																			
	Comp.cor	21050	6833	119975	21028	7184	-120414		42,078	14,017	-0,439		-19,5355	700,2964	42,078	-0,439	14,017																			
4	GW / opg	3030	947	21637	3027	989	-21705		6,057	1,936	-0,068		-4,658	159,3274	6,057	-0,068	1,936		4		-64,9455	2810,95	139,562	-1,103	39,715											
Constructi	380C1F1	20144	5825	144547	20128	6070	-144906		40,272	11,895	-0,359		-21,0015	873,457	40,272	-0,359	11,895		Wind angle:		45	dgr												
Permaner	380C1F2	20157	5621	144267	20142	5851	-144584		40,299	11,472	-0,317		-15,3745	734,1106	40,299	-0,317	11,472																			
Wind angl	380C1F3	20171	5374	143950	20159	5586	-144221		40,33	10,96	-0,271		-19,9955	867,5141	40,33	-0,271	10,96																			
	Comp.cor	6304	1692	43997	6300	1760	-44085		12,604	3,452	-0,088		-3,916	176,5407	12,604	-0,088	3,452																			
1a	GW / opg	1768	6659	43288	1768	6659	-43288		3,536	13,318	0		0	927,8768	3,536	0	13,318		1a		0	15311,35	94,51	0	254,092											
Wind, 10	380C1F1	13836	38914	267994	13836	38914	-267994		27,672	77,828	0		0	4674,972	27,672	0	77,828		Wind angle:		90	dgr												
Permaner	380C1F2	13906	36656	257149	13906	36656	-257149		27,812	73,312	0		0	3678,283	27,812	0	73,312																			
Wind angl	380C1F3	14003	33927	243935	14003	33927	-243935		28,006	67,854	0		0	5047,4	28,006	0	67,854																			
	Comp.cor	3742	10890	75275	3742	10890	-75275		7,484	21,78	0		0	982,8234	7,484	0	21,78																			
1b	GW / opg	2076	1538	20570	2076	1538	-20570		4,152	3,076	0		0	229,0163	4,152	0	3,076		1b		0	4054,821	112,134	0	62,294											
Wind, -20	380C1F1	16457	9467	150707	16457	9467	-150707		32,914	18,934	0		0	1252,79	32,914	0	18,934		Wind angle:		90	dgr												
Permaner	380C1F2	16518	9029	149247	16518	9029	-149247		33,036	18,058	0		0	1021,502	33,036	0	18,058																			
Wind angl	380C1F3	16591	8502	147575	16591	8502	-147575		33,182	17,004	0		0	1303,036	33,182	0	17,004																			
	Comp.cor	4425	2611	40017	4425	2611	-40017		8,85	5,222	0		0	248,4772	8,85	0	5,222																			
3	GW / opg	10036	7236	67039	10036	7236	-67039		20,072	14,472	0		0	1079,85	20,072	0	14,472		3		0	10833,02	243,064	0	171,806											
Wind+ice,	380C1F1	30140	23507	251613	30140	23507	-251613		60,28	47,014	0		0	3016,154	60,28	0	47,014		Wind angle:		90	dgr												
Permaner	380C1F2	30279	22282	247556	30279	22282	-247556		60,558	44,564	0		0	2428,415	60,558	0	44,564																			
Wind angl	380C1F3	30448	20806	242850	30448	20806	-242850		60,896	41,612	0		0	3159,147	60,896	0	41,612																			
	Comp.cor	20629	12072	129053	20629	12072	-129053		41,258	24,144	0		0	1149,456	41,258	0	24,144																			
4	GW / opg	2975	1582	23066	2975	1582	-23066		5,95	3,164	0		0	242,9735	5,95	0	3,164		4		0	4166,218	137,604	0	62,798											
Constructi	380C1F1	19820	9496	152133	19820	9496	-152133		39,64	18,992	0		0	1285,844	39,64	0	18,992		Wind angle:		90	dgr												
Permaner	380C1F2	19865	9064	151012	19865	9064	-151012		39,73	18,128	0		0	1054,417	39,73	0	18,128																			
Wind angl	380C1F3	19918	8543	149737	19918	8543	-149737		39,836	17,086	0		0	1318,794	39,836	0	17,086																			
	Comp.cor	6224	2714	45874	6224	2714	-45874		12,448	5,428	0		0	264,1889	12,448	0	5,428																			
1a	GW / opg	1861	3539	27826	1874	3313	-26675		3,735	6,852	1,151		78,8435	485,8334	3,735	1,151	6,852		1a		1195,587	8134,652	101,072	20,293	132,097											
Wind, 10	380C1F1	14733	20851	179945	14840	19546	-173683		29,573	40,397	6,262		366,327	2493,641	29,573	6,262	40,397		Wind angle:		-45	dgr												
Permaner	380C1F2	14828	19683	174337	14935	18459	-168524		29,763	38,142	5,813		281,9305	1981,142	29,763	5,813	38,142																			
Wind angl	380C1F3	14952	18275	167659	15058	17147	-162400		30,01	35,422	5,259		388,0301	2657,361	30,01	5,259	35,422																			
	Comp.cor	3981	5825	49935	4010	5459	-48127		7,991	11,284	1,808		80,456	516,6736	7,991	1,808	11,284																			
1b	GW / opg	2151	932	18464	2156	889	-18354		4,307	1,821	0,11		7,535	143,7324	4,307	0,11	1,821		1b		90,32701	2686,129	114,942	1,537	38,932											
Wind, -20	380C1F1	16891	6002	141135	16915	5755	-140650		33,806	11,757	0,485		28,3725	836,869	33,806	0,485	11,757		Wind angle:		-45	dgr												
Permaner	380C1F2	16913	5781	140700	16934	5549	-140269		33,847	11,33	0,431		20,9035	698,7703	33,847	0,431	11,33																			
Wind angl	380C1F3	16937	5514	140207	16956	5301	-139839		33,893	10,815	0,368		27,15251	847,4238	33,893	0,368	10,815																			
	Comp.cor	4541	1639	37213	4548	1570	-37070		9,089	3,209	0,143		6,3635	159,3334	9,089	0,143	3,209																			
3	GW / opg	10288	4199	60726	10304	3981	-60394		20,592	8,18	0,332		22,742	651,1407	20,592	0,332	8,18		3		274,7228	6607,133	250,539	4,674	99,095											
Wind+ice,	380C1F1	31218	13802	224028	31285	13110	-222560		62,503	26,912	1,468		85,878	1849,99	62,503	1,468	26,912		Wind angle:		-45	dgr												
Permaner	380C1F2	31278	13182	222710	31339	12532	-221401		62,617	25,714	1,309		63,4865	1523,27	62,617	1,309	25,714																			
Wind angl	380C1F3	31348	12435	221211	31401	11837	-220085		62,749	24,272	1,126		83,08078	1882,436	62,749	1,126	24,272																			
	Comp.cor	21028	7184	120414	21050	6833	-119975		42,078	14,017	0,439		19,5355	700,2964	42,078	0,439	14,017																			
4	GW / opg	3027	989	21705	3030	947	-21637		6,057	1,936	0,068		4,658	159,3274	6,057	0,068	1,936		4		64,94546	2810,95	139,562	1,103	39,715											
Constructi	380C1F1	20128	6070	144906	20144	5825	-144547		40,272	11,895	0,359		21,0015	873,457	40,272	0,359	11,895		Wind angle:		-45	dgr												
Permaner	380C1F2	20142	5851	144584	20157	5621	-144267		40,299	11,472	0,317		15,3745	734,1106	40,299	0,317	11,472																			
Wind angl	380C1F3	20159	5586	144221	20171	5374	-143950		40,33	10,96	0,271		19,99546	867,5141	40,33	0,271	10,96																			
	Comp.cor	6300	1760	44085	6304	1692	-43997		12,604	3,452	0,088		3,916	176,5407	12,604	0,088	3,452																			

W2S400+2 23 - AF2

| | | |

W4S400Z+ 24 - AB

Hoogte mast	Ber & bijlage	67	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		41	m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / H_{mast} -	0,716 m =	66,284	m	1,459 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	8,5 m =	58	m	4,737 m
1e traverse - 150C1F1		58		-3,358 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5 m =	49,5	m	4,737 m
2e traverse - 150C1F2 F3 +		49,5		-3,358 m
3e traverse - 380C1F3		41	m	4,737 m
3e traverse - 150C1F3		41		-3,358 m
Passieve lijn = Comp CF3 -	7,5 m =	33,5	m	1,886 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N	V	M
[kN]	[kN]	[kNm]
592	136	4319

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;max	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
118	352	249	0	13998

W4S400Z+14 TOWER (rev 8.0, date: 23 Appendix AB
Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

-

Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK			Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn						Belasting op mastvoet, belastinggeval					
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]		Vert	Dwars	Langs	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	Attachment point							[kN]	[kN]	[kN]											
1a	GW / opg.	2909	0	19396	2909	0	-19396	5,818	0	0	0	10,97275	5,818	0	0	1a	0	442,6537	184,798	0	0
Wind, 10 d	380C1F1	22255	0	147925	22255	0	-147925	44,51	0	0	0	64,94009	44,51	0	0	Wind angle: 0 dgr					
Permaner	380C1F2	22255	0	147925	22255	0	-147925	44,51	0	0	0	210,8439	44,51	0	0						
Wind angl	380C1F3	22255	0	147925	22255	0	-147925	44,51	0	0	0	210,8439	44,51	0	0						
	Comp. gl	6033	0	40193	6033	0	-40193	12,066	0	0	0	57,15664	12,066	0	0						
	150C1F1	5564	0	36981	5564	0	-36981	11,128	0	0	0	-37,3678	11,128	0	0						
	150C1F2	5564	0	36981	5564	0	-36981	11,128	0	0	0	-37,3678	11,128	0	0						
	150C1F3	5564	0	36981	5564	0	-36981	11,128	0	0	0	-37,3678	11,128	0	0						
1b	GW / opg.	2999	0	21992	2999	0	-21992	5,998	0	0	0	11,31223	5,998	0	0	1b	0	457,3921	191,006	0	0
Wind, -20	380C1F1	23014	0	169938	23014	0	-169938	46,028	0	0	0	67,15485	46,028	0	0	Wind angle: 0 dgr					
Permaner	380C1F2	23014	0	169938	23014	0	-169938	46,028	0	0	0	218,0346	46,028	0	0						
Wind angl	380C1F3	23014	0	169938	23014	0	-169938	46,028	0	0	0	218,0346	46,028	0	0						
	Comp. gl	6203	0	45121	6203	0	-45121	12,406	0	0	0	58,76722	12,406	0	0						
	150C1F1	5753	0	42485	5753	0	-42485	11,506	0	0	0	-38,6371	11,506	0	0						
	150C1F2	5753	0	42485	5753	0	-42485	11,506	0	0	0	-38,6371	11,506	0	0						
	150C1F3	5753	0	42485	5753	0	-42485	11,506	0	0	0	-38,6371	11,506	0	0						
3	GW / opg.	11395	0	60830	11395	0	-60830	22,79	0	0	0	42,98194	22,79	0	0	3	0	897,0884	352,29	0	0
Wind+ice,	380C1F1	37797	0	238900	37797	0	-238900	75,594	0	0	0	110,2916	75,594	0	0	Wind angle: 0 dgr					
Permaner	380C1F2	37797	0	238900	37797	0	-238900	75,594	0	0	0	358,0888	75,594	0	0						
Wind angl	380C1F3	37797	0	238900	37797	0	-238900	75,594	0	0	0	358,0888	75,594	0	0						
	Comp. gl	23012	0	122608	23012	0	-122608	46,024	0	0	0	218,0157	46,024	0	0						
	150C1F1	9449	0	59725	9449	0	-59725	18,898	0	0	0	-63,4595	18,898	0	0						
	150C1F2	9449	0	59725	9449	0	-59725	18,898	0	0	0	-63,4595	18,898	0	0						
	150C1F3	9449	0	59725	9449	0	-59725	18,898	0	0	0	-63,4595	18,898	0	0						
4	GW / opg.	3860	0	25031	3860	0	-25031	7,72	0	0	0	14,55992	7,72	0	0	4	0	529,0479	219,386	0	0
Constructi	380C1F1	26107	0	171855	26107	0	-171855	52,214	0	0	0	76,18023	52,214	0	0	Wind angle: 0 dgr					
Permaner	380C1F2	26107	0	171855	26107	0	-171855	52,214	0	0	0	247,3377	52,214	0	0						
Wind angl	380C1F3	26107	0	171855	26107	0	-171855	52,214	0	0	0	247,3377	52,214	0	0						
	Comp. gl	7931	0	51355	7931	0	-51355	15,862	0	0	0	75,13829	15,862	0	0						
	150C1F1	6527	0	42964	6527	0	-42964	13,054	0	0	0	-43,8353	13,054	0	0						
	150C1F2	6527	0	42964	6527	0	-42964	13,054	0	0	0	-43,8353	13,054	0	0						
	150C1F3	6527	0	42964	6527	0	-42964	13,054	0	0	0	-43,8353	13,054	0	0						
6	GW / opg.	3258	0	21373	3258	0	-21373	6,516	0	0	0	12,28918	6,516	0	0	6	0	495,4096	206,822	0	0
Permaner	380C1F1	24906	0	162593	24906	0	-162593	49,812	0	0	0	72,67571	49,812	0	0	0					
Permaner	380C1F2	24906	0	162593	24906	0	-162593	49,812	0	0	0	235,9594	49,812	0	0						
	380C1F3	24906	0	162593	24906	0	-162593	49,812	0	0	0	235,9594	49,812	0	0						
	Comp. gl	6754	0	44263	6754	0	-44263	13,508	0	0	0	63,9874	13,508	0	0						
	150C1F1	6227	0	40648	6227	0	-40648	12,454	0	0	0	-41,8205	12,454	0	0						
	150C1F2	6227	0	40648	6227	0	-40648	12,454	0	0	0	-41,8205	12,454	0	0						
	150C1F3	6227	0	40648	6227	0	-40648	12,454	0	0	0	-41,8205	12,454	0	0						
1a	GW / opg.	2614	2829	28651	2614	2829	-28651	5,228	5,658	0	0	199,403	5,228	0	5,658	1a	0	7216,815	172,302	0	124,554
Wind, 10 d	380C1F1	20627	15922	189890	20627	15922	-189890	41,254	31,844	0	0	2170,937	41,254	0	31,844	Wind angle: 45 dgr					
Permaner	380C1F2	20764	14850	185271	20764	14850	-185271	41,528	29,7	0	0	1919,318	41,528	0	29,7						
Wind angl	380C1F3	20936	13544	179843	20936	13544	-179843	41,872	27,088	0	0	1539,204	41,872	0	27,088						
	Comp. gl	5628	4053	50697	5628	4053	-50697	11,256	8,106	0	0	385,6657	11,256	0	8,106						
	150C1F1	5157	3981	47472	5157	3981	-47472	10,314	7,962	0	0	427,1616	10,314	0	7,962						
	150C1F2	5191	3712	46318	5191	3712	-46318	10,382	7,424	0	0	332,6252	10,382	0	7,424						
	150C1F3	5234	3386	44961	5234	3386	-44961	10,468	6,772	0	0	242,5005	10,468	0	6,772						
1b	GW / opg.	2969	565	22526	2969	565	-22526	5,938	1,13	0	0	49,05407	5,938	0	1,13	1b	0	1814,809	190,056	0	24,892
Wind, -20	380C1F1	22886	3182	172088	22886	3182	-172088	45,772	6,364	0	0	488,6127	45,772	0	6,364	Wind angle: 45 dgr					
Permaner	380C1F2	22902	2968	171811	22902	2968	-171811	45,804	5,936	0	0	561,2615	45,804	0	5,936						
Wind angl	380C1F3	22921	2707	171498	22921	2707	-171498	45,842	5,414	0	0	485,1466	45,842	0	5,414						
	Comp. gl	6173	810	45649	6173	810	-45649	12,346	1,62	0	0	124,903	12,346	0	1,62						
	150C1F1	5721	795	43022	5721	795	-43022	11,442	1,59	0	0	53,79776	11,442	0	1,59						
	150C1F2	5726	742	42953	5726	742	-42953	11,452	1,484	0	0	35,00218	11,452	0	1,484						
	150C1F3	5730	677	42875	5730	677	-42875	11,46	1,354	0	0	17,03132	11,46	0	1,354						
3	GW / opg.	11271	2909	62956	11271	2909	-62956	22,542	5,818	0	0	237,4172	22,542	0	5,818	3	0	4933,936	348,856	0	76,026
Wind+ice,	380C1F1	37349	8894	246836	37349	8894	-246836	74,698	17,788	0	0	1288,044	74,698	0	17,788	Wind angle: 45 dgr					
Permaner	380C1F2	37404	8296	245829	37404	8296	-245829	74,808	16,592	0	0	1316,701	74,808	0	16,592						
Wind angl	380C1F3	37467	7566	244688	37467	7566	-244688	74,934	15,132	0	0	1103,996	74,934	0	15,132						
	Comp. gl	22882	4158	124784	22882	4158	-124784	45,764	8,316	0	0	557,7401	45,764	0	8,316						
	150C1F1	9337	2224	61709	9337	2224	-61709	18,674	4,448	0	0	195,2767	18,674	0	4,448						
	150C1F2	9351	2074	61457	9351	2074	-61457	18,702	4,148	0	0	142,5247	18,702	0	4,148						
	150C1F3	9367	1892	61172	9367	1892	-61172	18,734	3,784	0	0	92,23523	18,734	0	3,784						
4	GW / opg.	3842	566	25389	3842	566	-25389	7,684	1,132	0	0	52,41402	7,684	0	1,132	4	0	1887,809	218,722	0	24,904
Constructi	380C1F1	26017	3184	173545	26017	3184	-173545	52,034	6,368	0	0	898,0141	52,034	0	6,368	Wind angle: 45 dgr					
Permaner	380C1F2	26028	2969	173326	26028	2969	-173326	52,056	5,938	0	0	590,9933	52,056	0	5,938						
Wind angl	380C1F3	26041	2708	173080	26041	2708	-173080	52,082	5,416	0	0	514,8044	52,082	0	5,416						
	Comp. gl	7912	810	51712	7912	810	-51712	15,824	1,62	0	0	141,3783	15,824	0	1,62						
	150C1F1	6504	796	43386	6504	796	-43386	13,008	1,592	0	0	48,65514	13,008	0	1,592						
	150C1F2	6507	742	43332	6507	742	-43332	13,014	1,484	0	0	29,75699	13,014	0	1,484						
	150C1F3	6510	677	43270	6510	677	-43270	13,02	1,354	0	0	11,79284	13,02	0	1,354						
1a	GW / opg.	2434	5663	43132	2434	5663	-43132	4,868	11,326	0	0	388,602	4,868	0	11,326	1a	0	13997,89	160,206	0	249,236
Wind, 10 d	380C1F1	19159	31862	266386	19159	31862	-266386	38,318	63,724	0	0	4279,788	38,318	0	63,724	Wind angle: 90 dgr					
Permaner	380C1F2	19299	29715	255761	19299	29715	-255761	38,598	59,43	0	0	3629,779	38,598	0	59,43						
Wind angl	380C1F3	19491	27100	242841	19491	27100	-242841	38,982	54,2	0	0	2867,558	38,982	0	54,2						
	Comp. gl	5232	8109	70532	5232	8109	-70532	10,464	16,218	0	0	714,506	10,464	0	16,218						
	150C1F1	4790	7965	66597	4790	7965	-66597	9,58	15,93	0	0	891,7704	9,58	0	15,93						
	150C1F2	4825	7429	63940	4825	7429	-63940	9,65	14,858	0	0	703,0663	9,65	0	14,858						
	150C1F3	4873	6775	60710	4873	6775	-60710	9,746	13,55	0	0	522,8229	9,746	0	13,55						
1b	GW / opg.	2897	1131	24011	2897	1131	-24011	5,794	2,262	0	0	86,70448	5,794	0	2,262	1b	0	3168,641	187,478	0	49,786
Wind, -20	380C1F1	22541	6364	178262	22541	6364	-178262	45,082	12,728	0	0	909,4374	45,082	0	12,728	Wind angle: 90 dgr					
Permaner	380C1F2	22597	5936	177218	22597	5936	-177218	45,194	11,872	0	0	902,66	45,194	0	11,872						
Wind angl	380C1F3	22662	5414	176032	22662	5414	-176032	45,324	10,828	0	0	750,6858	45,324	0	10,828						
	Comp. gl	6093	1620	47172	6093	1620	-47172	12,186	3,24	0	0	190,5651	12,186	0	3,24						
	150C1F1	5635	1591	44565	5635	1591	-44565	11,27	3,182	0	0	146,7113	11,27	0	3,182						
	150C1F2	5649	1484	44305	5649	1484	-44305	11,298	2,968	0	0	108,9773	11,298	0	2,968						
	150C1F3	5665	1353	44008	5665	1353	-44008	11,33	2,706	0	0	72,89986	11,33	0	2,706						
3	GW / opg.	10988	5819	68659	10988	5819	-68659	21,976	11,638	0	0	431,3197	21,976	0	11,638	3	0	7286,762	275,272	0	121,148
Wind+ice,	380C1F1	36307	17792	268286	36307	17792	-268286	72,614	35,584	0	0	2464,594	72,614	0	35,584	0					
Wind angl	380C1F3	36648	15134	260745	36648	15134	-260745	73,296	30,268	0	0	2102,747	73,296	0	30,268						
	Comp. gl	22546	8317	130929	22546	8317	-130929	45,092	16,634	0	0	1036,984	45,092	0	16,634						
	150C1F1	9077	4448	67071	9077	4448	-67071	18,154	8,896	0	0	450,7315	18,154	0	8,896						
	150C1F2	9116	4148	66196	9116	4148	-66196	18,232	8,296	0	0	419,9449	18,232	0	8,296						
	150C1F3	9162	3784	65186	9162	3784	-65186	18,324	7,568	0	0	313,084	18,324	0	7,568						
4	GW / opg.	3792	1132	26416	3792	1132	-26416	7,584	2,264	0	0	67,35693	7,584	0	2,264						
Constructi	380C1F1	25766	6368	178458	25766	6368	-178458	51,532	12,736	0	0	523,8454	51,532	0	12,736	Constructic	0	3120,28	214,516	0	53,21
Permaner	380C1F2	25807	5939	177621	25807	5939	-177621	51,614	11,878	0	0	862,6262	51,614	0	11,878	0					
Wind angl	380C1F3	25855	5417	176674	25855	5417	-176674	51,71	10,834	0	0	873,3223	51,71	0	10,834						
	Comp. gl	7859	1621	52758	7859	1621	-52758	15,718	3,242	0	0	234,9352	15,718	0	3,242						
	150C1F1	6441	1592	44614	6441	1592	-44614	12,882	3,184	0	0	191,566	12,882	0	3,184						
	150C1F2	6452	1485	44405	6452	1485	-44405	12,904	2,97	0	0	128,9284	12,904	0	2,97						

Belastingen uit lijnen

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	0	443	185	0	0
	0 deg	0	457	191	0	0
	3	0	897	352	0	0
	4	0	529	219	0	0
	6	0	495	207	0	0
	45 deg	0	7217	172	0	125
	0 deg	0	1815	190	0	25
	3	0	4934	349	0	76
	4	0	1888	219	0	25
	90 deg	0	13998	160	0	249
	0 deg	0	3169	187	0	50
	3	0	7287	275	0	121
	Constructi	0	3120	215	0	53
	-45 deg	Wind, 10 d	0	6495	173	0	120
		Wind, -20 d	0	1788	207	0	30
		Wind+ice,	0	4400	334	0	71
		Constructi	0	1675	215	0	24
	0 deg	Wind, 10 d	0	284	140	0	0
		Wind, -20 d	0	240	163	0	0
		Wind+ice,	0	678	294	0	0
		Constructi	0	362	173	0	0
		Permanent	0	519	140	0	6
	45 deg	Wind, 10 d	0	6402	127	0	120
		Wind, -20 d	0	1695	161	0	30
		Wind+ice,	0	4311	290	0	71
		Constructi	0	2047	172	0	35
	90 deg	Wind, 10 d	0	12534	118	0	240
		Wind, -20 d	0	3148	158	0	59
		Wind+ice,	0	7935	282	0	143
		Constructi	0	3029	170	0	53
	-45 deg	Wind, 10 d	**0**	**6402**	**127**	**0**	**120**
		Wind, -20 d	**0**	1695	161	**0**	30
		Wind+ice,	**0**	4311	**290**	**0**	71
		Constructi	**0**	**1595**	168	**0**	**24**

Belasting uit mast

N	V	M
592	136	4319
592	26	810
592	38	1215
592	26	810
592	136	4319
592	26	810
592	38	1215
592	26	810
592	136	4319
592	26	810
592	38	1215
592	26	810
592	136	4319
592	26	810
592	38	1215
592	26	810
592	136	4319
592	26	810
592	38	1215
592	26	810
592	136	4319
592	26	810
592	38	1215
592	26	810
592	136	4319
592	26	810
592	38	1215
592	26	810
592	136	4319
592	26	810
592	38	1215
592	26	810

Totaal

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment			
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	4319	443	777	136	0	4341,625	1	x
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	810	457	783	26	0	930,0558	2	
3	Perm load 1,2	0 deg	3	1215	897	944	38	0	1510,069	3	x
4	Perm load 1,2	0 deg	4	810	529	811	26	0	967,3096	4	
5	Perm load 1,2	0 deg	6							5	
6										6	
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	3054	10271	764	96	221	10715,24	7	
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	573	2387	782	18	43	2455,145	8	
9	Perm load 1,2	45 deg	3	859	5793	941	27	103	5856,205	9	
10	Perm load 1,2	45 deg	4	573	2460	811	18	43	2526,189	10	
11										11	
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	0	18317	752	0	385	18316,89	12	x x x
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	0	3978	779	0	75	3978,454	13	
14	Perm load 1,2	90 deg	3	0	8501	867	0	159	8501,481	14	
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	0	3930	807	0	79	3930,092	15	
16										16	
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	3054	9549	765	96	216	10025,76	17	
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	573	2361	799	18	48	2429,119	18	
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	859	5259	926	27	98	5328,983	19	
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	573	2247	807	18	42	2319,174	20	
21										21	
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	4319	284	732	136	0	4328,355	22	x x
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	810	240	755	26	0	844,5751	23	
24	Perm load 0,9	0 deg	3	1215	678	886	38	0	1391,347	24	
25	Perm load 0,9	0 deg	4	810	362	765	26	0	887,1458	25	
26	Perm load 0,9	0 deg	6							26	
27										27	
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	3054	9456	719	96	216	9936,624	28	
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	573	2268	753	18	48	2339,088	29	
30	Perm load 0,9	45 deg	3	859	5170	882	27	98	5241,131	30	
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	573	2620	764	18	53	2681,682	31	
32										32	
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	0	16853	710	0	376	16853,5	33	
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	0	3958	750	0	85	3957,684	34	
35	Perm load 0,9	90 deg	3	0	9150	874	0	181	9149,699	35	
36	Perm load 0,9	90 deg	4	0	3839	762	0	79	3838,727	36	
37										37	
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	3054	9456	719	96	216	9936,624	38	
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	573	2268	753	18	48	2339,088	39	
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	859	5170	882	27	98	5241,131	40	
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	573	2167	760	18	42	2241,859	41	
		Max		4319	18317	944	136	385	18317		

samenvatting

	Mast	Bijlage		Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1	W4S400Z+	24-AB	Perm load	0 deg	1a	4319	443	777	136	0
3	W4S400Z+	24-AB	Perm load	0 deg	3	1215	897	944	38	0
12	W4S400Z+	24-AB	Perm load	90 deg	1a	0	18317	752	0	385
22	W4S400Z+	24-AB	Perm load	0 deg	1a	4319	284	732	136	0

	150C1F3	6464	1354	44168	6464	1354	-44168		12,928	2,708	0		0	90,63378	12,928	0	2,708									
1a	GW / opg	2614	2829	28651	2614	2829	-28651		5,228	5,658	0		0	214,4224	5,228	0	5,658									
Wind, 10	380C1F1	20627	15922	189890	20627	15922	-189890		41,254	31,844	0		0	1144,579	41,254	0	31,844	Wind, 10 d	0	6495,303	173,012	0	120,026			
Permaner	380C1F2	20764	14850	185271	20764	14850	-185271		41,528	29,7	0		0	2029,224	41,528	0	29,7	0								
Wind angl	380C1F3	20936	13544	179843	20936	13544	-179843		41,872	27,088	0		0	1769,452	41,872	0	27,088									
	Comp. gl	5628	4053	50697	5628	4053	-50697		11,256	8,106	0		0	454,5667	11,256	0	8,106									
	150C1F1	5157	3981	47472	5157	3981	-47472		10,314	7,962	0		0	375,2994	10,314	0	7,962									
	150C1F2	5191	3712	46318	5191	3712	-46318		10,382	7,424	0		0	395,7292	10,382	0	7,424									
	150C1F3	5234	3386	44961	5234	3386	-44961		10,468	6,772	0		0	300,0625	10,468	0	6,772									
1b	GW / opg	2969	565	22526	2969	565	-22526		5,938	1,13	0		0	26,3902	5,938	0	1,13									
Wind, -20	380C1F1	22886	3182	172088	22886	3182	-172088		45,772	6,364	0		0	299,52	45,772	0	6,364	Wind, -20 (	0	1788,038	206,66	0	29,58			
Permaner	380C1F2	22902	2968	171811	22902	2968	-171811		45,804	5,936	0		0	460,2899	45,804	0	5,936	0								
Wind angl	380C1F3	22921	2707	171498	22921	2707	-171498		45,842	5,414	0		0	531,1656	45,842	0	5,414									
	Comp. gl	6173	810	45649	6173	810	-45649		12,346	1,62	0		0	138,673	12,346	0	1,62									
	150C1F1	5721	795	43022	5721	795	-43022		11,442	1,59	0		0	119,3908	11,442	0	1,59									
	150C1F2	5726	742	42953	5726	742	-42953		11,452	1,484	0		0	47,61618	11,452	0	1,484									
	150C1F3	5730	677	42875	5730	677	-42875		11,46	1,354	0		0	28,54032	11,46	0	1,354									
3	GW / opg	11271	2909	62956	11271	2909	-62956		22,542	5,818	0		0	162,842	22,542	0	5,818									
Wind+ice,	380C1F1	37349	8894	246836	37349	8894	-246836		74,698	17,788	0		0	736,7784	74,698	0	17,788	Wind+ice, -	0	4400,37	333,998	0	71,34			
Permaner	380C1F2	37404	8296	245829	37404	8296	-245829		74,808	16,592	0		0	1208,929	74,808	0	16,592	0								
Wind angl	380C1F3	37467	7566	244688	37467	7566	-244688		74,934	15,132	0		0	1232,618	74,934	0	15,132									
0	Comp. gl	22882	4158	124784	22882	4158	-124784		45,764	8,316	0		0	628,4261	45,764	0	8,316									
	150C1F1	9337	2224	61709	9337	2224	-61709		18,674	4,448	0		0	270,8267	18,674	0	4,448									
	150C1F2	9351	2074	61457	9351	2074	-61457		18,702	4,148	0		0	177,7827	18,702	0	4,148									
	150C1F3	9367	1892	61172	9367	1892	-61172		18,734	3,784	0		0	124,3992	18,734	0	3,784									
4	GW / opg	3842	566	25389	3842	566	-25389		7,684	1,132	0		0	20,60913	7,684	0	1,132									
Constructi	380C1F1	26017	3184	173545	26017	3184	-173545		52,034	6,368	0		0	311,4641	52,034	0	6,368	Constructi	0	1674,745	215,45	0	23,772			
Permaner	380C1F2	26028	2969	173326	26028	2969	-173326		52,056	5,938	0		0	469,5441	52,056	0	5,938	0								
Wind angl	380C1F3	26041	2708	173080	26041	2708	-173080		52,082	5,416	0		0	560,8404	52,082	0	5,416									
	Comp. gl	7912	810	51712	7912	810	-51712		15,824	1,62	0		0	155,1483	15,824	0	1,62									
	150C1F1	6504	796	43386	6504	796	-43386		13,008	1,592	0		0	126,8909	13,008	0	1,592									
	150C1F2	6507	742	43332	6507	742	-43332		13,014	1,484	0		0	42,37099	13,014	0	1,484									
	150C1F3	6510	677	43270	6510	677	-43270		13,02	1,354	0		0	23,30184	13,02	0	1,354									
1a	GW / opg	2206	0	15241	2206	0	-15241		4,412	0	0		0	-14,8155	4,412	0	0									
Wind, 10	380C1F1	16899	0	116969	16899	0	-116969		33,798	0	0		0	63,74303	33,798	0	0	Wind, 10 d	0	284,4264	140,47	0	0			
Permaner	380C1F2	16899	0	116969	16899	0	-116969		33,798	0	0		0	49,31128	33,798	0	0	0								
Wind angl	380C1F3	16899	0	116969	16899	0	-116969		33,798	0	0		0	160,1011	33,798	0	0									
	Comp. gl	4576	0	31630	4576	0	-31630		9,152	0	0		0	43,35302	9,152	0	0									
	150C1F1	4225	0	29242	4225	0	-29242		8,45	0	0		0	40,02765	8,45	0	0									
	150C1F2	4225	0	29242	4225	0	-29242		8,45	0	0		0	-28,3751	8,45	0	0									
	150C1F3	4225	0	29242	4225	0	-29242		8,45	0	0		0	-28,3751	8,45	0	0									
1b	GW / opg	2287	0	17593	2287	0	-17593		4,574	0	0		0	-15,3595	4,574	0	0									
Wind, -20	380C1F1	17604	0	137380	17604	0	-137380		35,208	0	0		0	66,40229	35,208	0	0	Wind, -20 (	0	239,8141	162,97	0	0			
Permaner	380C1F2	17604	0	137380	17604	0	-137380		35,208	0	0		0	51,36847	35,208	0	0	0								
Wind angl	380C1F3	17604	0	137380	17604	0	-137380		35,208	0	0		0	166,7803	35,208	0	0									
	Comp. gl	4730	0	36108	4730	0	-36108		9,46	0	0		0	44,81202	9,46	0	0									
	150C1F1	4401	0	34345	4401	0	-34345		8,802	0	0		0	41,69507	8,802	0	0									
	150C1F2	4401	0	34345	4401	0	-34345		8,802	0	0		0	-29,5571	8,802	0	0									
	150C1F3	4401	0	34345	4401	0	-34345		8,802	0	0		0	-29,5571	8,802	0	0									
3	GW / opg	10740	0	58130	10740	0	-58130		21,48	0	0		0	-72,1298	21,48	0	0									
Wind+ice,	380C1F1	32592	0	212406	32592	0	-212406		65,184	0	0		0	122,937	65,184	0	0	Wind+ice, -	0	678,4572	294,084	0	0			
Permaner	380C1F2	32592	0	212406	32592	0	-212406		65,184	0	0		0	95,10346	65,184	0	0	0								
Wind angl	380C1F3	32592	0	212406	32592	0	-212406		65,184	0	0		0	308,7766	65,184	0	0									
	Comp. gl	21655	0	117028	21655	0	-117028		43,31	0	0		0	205,1595	43,31	0	0									
	150C1F1	8148	0	53101	8148	0	-53101		16,296	0	0		0	77,19415	16,296	0	0									
	150C1F2	8148	0	53101	8148	0	-53101		16,296	0	0		0	-54,722	16,296	0	0									
	150C1F3	8148	0	53101	8148	0	-53101		16,296	0	0		0	-54,722	16,296	0	0									
4	GW / opg	3167	0	21182	3167	0	-21182		6,334	0	0		0	-21,2696	6,334	0	0									
Constructi	380C1F1	20794	0	142171	20794	0	-142171		41,588	0	0		0	78,43497	41,588	0	0	Constructi	0	362,2587	173,354	0	0			
Permaner	380C1F2	20794	0	142171	20794	0	-142171		41,588	0	0		0	60,67689	41,588	0	0	0								
Wind angl	380C1F3	20794	0	142171	20794	0	-142171		41,588	0	0		0	197,0024	41,588	0	0									
	Comp. gl	6495	0	43419	6495	0	-43419		12,99	0	0		0	61,53363	12,99	0	0									
	150C1F1	5198	0	35543	5198	0	-35543		10,396	0	0		0	49,24585	10,396	0	0									
	150C1F2	5198	0	35543	5198	0	-35543		10,396	0	0		0	-34,9098	10,396	0	0									
	150C1F3	5198	0	35543	5198	0	-35543		10,396	0	0		0	-34,9098	10,396	0	0									
6	GW / opg	2206	0	15241	2206	0	-15241		4,412	0	0		0	-14,8155	4,412	0	0									
Permaner	380C1F1	16899	0	116969	16899	0	-116969		33,798	0	0		0	63,74303	33,798	0	0	Permanent	0	518,9162	139,722	0	5,658			
Permaner	380C1F2	16899	0	116969	16899	0	-116969		33,798	0	0		0	49,31128	33,798	0	0	0								
	380C1F3	16899	0	116969	16899	0	-116969		33,798	0	0		0	160,1011	33,798	0	0									
	Comp. gl	4576	0	31630	4576	0	-31630		9,152	0	0		0	43,35302	9,152	0	0									
	150C1F1	4225	0	29242	4225	0	-29242		8,45	0	0		0	40,02765	8,45	0	0									
	150C1F2	4225	0	29242	4225	0	-29242		8,45	0	0		0	-28,3751	8,45	0	0									
	150C1F3	4225	0	29242	4225	0	-29242		8,45	0	0		0	-28,3751	8,45	0	0									
1a	GW / opg	1913	2829	26629	1913	2829	-26629		3,826	5,658	0		0	219,1303	3,826	0	5,658									
Wind, 10	380C1F1	15149	15920	170919	15149	15920	-170919		30,298	31,84	0		0	1123,782	30,298	0	31,84	Wind, 10 d	0	6401,671	127,368	0	120,008			
Permaner	380C1F2	15268	14848	165403	15268	14848	-165403		30,536	29,696	0		0	2012,922	30,536	0	29,696	0								
Wind angl	380C1F3	15423	13542	158827	15423	13542	-158827		30,846	27,084	0		0	1716,99	30,846	0	27,084									
	Comp. gl	4136	4052	45200	4136	4052	-45200		8,272	8,104	0		0	440,3325	8,272	0	8,104									
	150C1F1	3787	3980	42730	3787	3980	-42730		7,574	7,96	0		0	362,238	7,574	0	7,96									
	150C1F2	3817	3712	41351	3817	3712	-41351		7,634	7,424	0		0	404,957	7,634	0	7,424									
	150C1F3	3856	3385	39707	3856	3385	-39707		7,712	6,77	0		0	309,2181	7,712	0	6,77									
1b	GW / opg	2248	565	18357	2248	565	-18357		4,496	1,13	0		0	31,23243	4,496	0	1,13									
Wind, -20	380C1F1	17425	3181	140493	17425	3181	-140493		34,85	6,362	0		0	278,8541	34,85	0	6,362	Wind, -20 (	0	1695,291	161,46	0	29,572			
Permaner	380C1F2	17448	2967	140095	17448	2967	-140095		34,896	5,934	0		0	444,2425	34,896	0	5,934	0								
Wind angl	380C1F3	17473	2706	139645	17473	2706	-139645		34,946	5,412	0		0	479,4352	34,946	0	5,412									
	Comp. gl	4690	810	36869	4690	810	-36869		9,38	1,62	0		0	124,6231	9,38	0	1,62									
	150C1F1	4356	795	35123	4356	795	-35123		8,712	1,59	0		0	106,4587	8,712	0	1,59									
	150C1F2	4362	742	35024	4362	742	-35024		8,724	1,484	0		0	56,77681	8,724	0	1,484									
	150C1F3	4368	677	34911	4368	677	-34911		8,736	1,354	0		0	37,68751	8,736	0	1,354									
3	GW / opg	10608	2908	60429	10608	2908	-60429		21,216	5,816	0		0	167,2127	21,216	0	5,816									
Wind+ice,	380C1F1	32064	8893	222056	32064	8893	-222056		64,128	17,786	0		0	716,7764	64,128	0	17,786	Wind+ice, -	0	4311,334	290,296	0	71,326			
Permaner	380C1F2	32127	8294	220842	32127	8294	-220842		64,254	16,588	0		0	1193,266	64,254	0	16,588	0								

Wind angl	380C1F3	32200	7565	219463	32200	7565	-219463	64,4	15,13	0	0	1182,603	64,4	0	15,13								
0	Comp. gl	21515	4157	119390	21515	4157	-119390	43,03	8,314	0	0	615,3761	43,03	0	8,314								
	150C1F1	8016	2223	55514	8016	2223	-55514	16,032	4,446	0	0	258,2296	16,032	0	4,446								
	150C1F2	8032	2074	55210	8032	2074	-55210	16,064	4,148	0	0	186,6411	16,064	0	4,148								
	150C1F3	8050	1891	54866	8050	1891	-54866	16,1	3,782	0	0	133,1452	16,1	0	3,782								
4	GW / opgs	3144	566	21644	3144	566	-21644	6,288	1,132	0	0	25,2969	6,288	0	1,132								
Constructi	380C1F1	20676	3183	144456	20676	3183	-144456	41,352	6,366	0	0	291,2509	41,352	0	6,366	Constructic	0	1594,87	168,132	0	23,77		
Permaner	380C1F2	20691	2969	144162	20691	2969	-144162	41,382	5,938	0	0	453,9707	41,382	0	5,938	0							
Wind angl	380C1F3	20708	2708	143831	20708	2708	-143831	41,416	5,416	0	0	510,3156	41,416	0	5,416								
	Comp. gl	6472	810	43883	6472	810	-43883	12,944	1,62	0	0	141,5057	12,944	0	1,62								
	150C1F1	5169	796	36114	5169	796	-36114	10,338	1,592	0	0	114,2431	10,338	0	1,592								
	150C1F2	5173	742	36041	5173	742	-36041	10,346	1,484	0	0	51,33013	10,346	0	1,484								
	150C1F3	5177	677	35958	5177	677	-35958	10,354	1,354	0	0	32,25427	10,354	0	1,354								
								0	0	0	0	0	0	0	0								

W4S400Z+ 24 - AB2

| | | |

Permanen	380C1F2 / 19356	1978	149631	19356	1978	-149631	38,712	3,956	0	0	412,8267	38,712	0	3,956									
Wind angl	380C1F3 / 19366	1804	149454	19366	1804	-149454	38,732	3,608	0	0	362,0695	38,732	0	3,608									
	Comp. gl 5208	540	39498	5208	540	-39498	10,416	1,08	0	0	93,62059	10,416	0	1,08									
	150C1F1 / 4837	530	37447	4837	530	-37447	9,674	1,06	0	0	28,99471	9,674	0	1,06									
	150C1F2 / 4839	495	37408	4839	495	-37408	9,678	0,99	0	0	16,50628	9,678	0	0,99									
	150C1F3 / 4842	451	37363	4842	451	-37363	9,684	0,902	0	0	4,463128	9,684	0	0,902									
3	GW / opgv 8109	1938	48629	8109	1938	-48629	16,218	3,876	0	0	160,4331	16,218	0	3,876	3	0	3371,247	267	0	50,664			
Wind+Ice,	380C1F1 / 29006	5928	200038	29006	5928	-200038	58,012	11,856	0	0	870,5026	58,012	0	11,856	Wind angle: -45 dgr								
Permanen	380C1F2 / 29041	5529	199392	29041	5529	-199392	58,082	11,058	0	0	916,4984	58,082	0	11,058									
Wind angl	380C1F3 / 29080	5042	198662	29080	5042	-198662	58,16	10,084	0	0	774,6619	58,16	0	10,084									
	Comp. gl 16483	2770	96670	16483	2770	-96670	32,966	5,54	0	0	383,2999	32,966	0	5,54									
	150C1F1 / 7251	1482	50010	7251	1482	-50010	14,502	2,964	0	0	123,2143	14,502	0	2,964									
	150C1F2 / 7260	1382	49848	7260	1382	-49848	14,52	2,764	0	0	88,05984	14,52	0	2,764									
	150C1F3 / 7270	1261	49666	7270	1261	-49666	14,54	2,522	0	0	54,57668	14,54	0	2,522									
4	GW / opgv 3075	377	20932	3075	377	-20932	6,15	0,754	0	0	36,8579	6,15	0	0,754	4	0	1336,405	178,38	0	16,6			
Constructi	380C1F1 / 21267	2122	146166	21267	2122	-146166	42,534	4,244	0	0	343,3664	42,534	0	4,244	Wind angle: -45 dgr								
Permanen	380C1F2 / 21273	1979	146038	21273	1979	-146038	42,546	3,958	0	0	431,1044	42,546	0	3,958									
Wind angl	380C1F3 / 21281	1805	145894	21281	1805	-145894	42,562	3,61	0	0	380,3112	42,562	0	3,61									
	Comp. gl 6339	540	42806	6339	540	-42806	12,678	1,08	0	0	104,3357	12,678	0	1,08									
	150C1F1 / 5317	531	36542	5317	531	-36542	10,634	1,062	0	0	25,88703	10,634	0	1,062									
	150C1F2 / 5318	495	36510	5318	495	-36510	10,636	0,99	0	0	13,28931	10,636	0	0,99									
	150C1F3 / 5320	451	36473	5320	451	-36473	10,64	0,902	0	0	1,25288	10,64	0	0,902									

W4H400ZA+5 - AK

Hoogte mast	Ber & bijlage	58	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		32	m
		Hoogte	
Bliksemdraad = GW / tMmast -	0,57 m =	57,43	m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	8,5 m =	49	m
1e traverse - 150C1F1		49	
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5 m =	40,5	m
2e traverse - 150C1F2 F3 +		40,5	
3e traverse - 380C1F3		32	m
3e traverse - 150C1F3		32	
Passieve lijn = Comp CF3 -	7,5 m =	24,5	m

Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast	
	0,76 m
	0 m
	5,5 m
	0 m
	5,5 m
	0 m
	5,5 m
	2,05 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)			Uit lijnen (incl belastingsfactoren)				
N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
857	115	3123	96	254	306	7995	12496
857	115	3123	43,451	156,812	879,681	35215,1	7342,573
857	115	3123	43	254,173	879,681	35215,1	12496,19

W4H400ZA+5 (Aftak m mast 34 en 106) (rev 8.0, date: 23-11-:APPENDIX: AK
Loadcases for tower strength (ultimate limit state)
Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK			Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn					Belasting op mastvoet, belastinggeval					
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	Vert	Dwars	Langs	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	Attachment	point						[kN]	[kN]	[kN]											
1a	Comp. gl	4617	1768	40154	4617	1768	-40154	9,234	3,536	0	0	105,5617	9,234	0	3,536	1a	4488,939	2056,9	128,739	110,838	49,177
Wind, 10	GW / opgv	2226	857	19378	2226	857	-19378	4,452	1,714	0	0	101,8185	4,452	0	1,714	Wind angle:	0 dgr				
Permaner	380C1F1	17045	6512	147783	17045	6512	-147783	34,09	13,024	0	0	638,176	34,09	0	13,024						
Wind angl	380C1F2	17045	6508	147784	17045	6508	-147784	34,09	13,016	0	0	527,148	34,09	0	13,016						
	380C1F3	17045	6503	147784	17045	6503	-147784	34,09	13,006	0	0	416,192	34,09	0	13,006						
	150C1F1	4261	1628	36946	0	0	0	4,261	1,628	36,946	1810,354	103,2075	4,261	36,946	1,628						
	150C1F2	4261	1627	36946	0	0	0	4,261	1,627	36,946	1496,313	89,329	4,261	36,946	1,627						
	150C1F3	4261	1626	36946	0	0	0	4,261	1,626	36,946	1182,272	75,4675	4,261	36,946	1,626						
1b	Comp. gl	4615	1971	45077	4615	1971	-45077	9,23	3,942	0	0	115,5005	9,23	0	3,942	1b	5156,825	2328,863	128,673	127,329	55,97
Wind, -20	GW / opgv	2225	961	21970	2225	961	-21970	4,45	1,922	0	0	113,7625	4,45	0	1,922	Wind angle:	0 dgr				
Permaner	380C1F1	17036	7424	169770	17036	7424	-169770	34,072	14,848	0	0	727,552	34,072	0	14,848						
Wind angl	380C1F2	17036	7423	169770	17036	7423	-169770	34,072	14,846	0	0	601,263	34,072	0	14,846						
	380C1F3	17036	7422	169770	17036	7422	-169770	34,072	14,844	0	0	475,008	34,072	0	14,844						
	150C1F1	4259	1856	42443	0	0	0	4,259	1,856	42,443	2079,707	114,3685	4,259	42,443	1,856						
	150C1F2	4259	1856	42443	0	0	0	4,259	1,856	42,443	1718,942	98,5925	4,259	42,443	1,856						
	150C1F3	4259	1856	42443	0	0	0	4,259	1,856	42,443	1358,176	82,8165	4,259	42,443	1,856						
3	Comp. gl	18676	5364	122499	18676	5364	-122499	37,352	10,728	0	0	339,4076	37,352	0	10,728	3	7249,905	3637,958	254,128	179,01	86,605
Wind+ice,	GW / opgv	9244	2664	60776	9244	2664	-60776	18,488	5,328	0	0	320,0379	18,488	0	5,328	Wind angle:	0 dgr				
Permaner	380C1F1	29376	10454	238678	29376	10454	-238678	58,752	20,908	0	0	1024,492	58,752	0	20,908						
Wind angl	380C1F2	29376	10452	238678	29376	10452	-238678	58,752	20,904	0	0	846,612	58,752	0	20,904						
	380C1F3	29376	10449	238678	29376	10449	-238678	58,752	20,898	0	0	668,736	58,752	0	20,898						
	150C1F1	7344	2614	59670	0	0	0	7,344	2,614	59,67	2923,83	168,478	7,344	59,67	2,614						
	150C1F2	7344	2613	59670	0	0	0	7,344	2,613	59,67	2416,635	146,2185	7,344	59,67	2,613						
	150C1F3	7344	2612	59670	0	0	0	7,344	2,612	59,67	1909,44	123,976	7,344	59,67	2,612						
4	Comp. gl	6122	2243	51307	6122	2243	-51307	12,244	4,486	0	0	135,0072	12,244	0	4,486	4	5215,145	2400,196	153,557	128,769	57,347
Constructi	GW / opgv	2978	1094	25008	2978	1094	-25008	5,956	2,188	0	0	130,1834	5,956	0	2,188	Wind angle:	0 dgr				
Permaner	380C1F1	20053	7508	171694	20053	7508	-171694	40,106	15,016	0	0	735,784	40,106	0	15,016						
Wind angl	380C1F2	20053	7507	171694	20053	7507	-171694	40,106	15,014	0	0	608,067	40,106	0	15,014						
	380C1F3	20053	7506	171694	20053	7506	-171694	40,106	15,012	0	0	480,384	40,106	0	15,012						
	150C1F1	5013	1877	42923	0	0	0	5,013	1,877	42,923	2103,227	119,5445	5,013	42,923	1,877						
	150C1F2	5013	1877	42923	0	0	0	5,013	1,877	42,923	1738,382	103,59	5,013	42,923	1,877						
	150C1F3	5013	1877	42923	0	0	0	5,013	1,877	42,923	1373,536	87,6355	5,013	42,923	1,877						
6	Comp. gl	5195	1931	44221	5195	1931	-44221	10,39	3,862	0	0	115,9185	10,39	0	3,862	6	4934,115	2244,652	144,844	121,83	53,597
Permaner	GW / opgv	2505	932	21353	2505	932	-21353	5,01	1,864	0	0	110,8571	5,01	0	1,864	0					
Permaner	380C1F1	19177	7092	162441	19177	7092	-162441	38,354	14,184	0	0	695,016	38,354	0	14,184						
	380C1F2	19177	7092	162441	19177	7092	-162441	38,354	14,184	0	0	574,452	38,354	0	14,184						
	380C1F3	19177	7092	162441	19177	7092	-162441	38,354	14,184	0	0	453,888	38,354	0	14,184						
	150C1F1	4794	1773	40610	0	0	0	4,794	1,773	40,61	1989,89	113,244	4,794	40,61	1,773						
	150C1F2	4794	1773	40610	0	0	0	4,794	1,773	40,61	1644,705	98,1735	4,794	40,61	1,773						
	150C1F3	4794	1773	40610	0	0	0	4,794	1,773	40,61	1299,52	83,103	4,794	40,61	1,773						
1a	Comp. gl	4618	5672	48388	4618	6478	-51270	9,236	12,15	-2,882	-70,609	316,6088	9,236	-2,882	12,15	1a	3919,665	7013,495	128,772	96,724	170,935
Wind, 10	GW / opgv	2227	3737	27140	2227	4330	-29532	4,454	8,067	-2,392	-137,373	466,6729	4,454	-2,392	8,067	Wind angle:	45 dgr				
Permaner	380C1F1	17049	22291	182248	17051	25542	-193988	34,1	47,833	-11,74	-575,26	2343,817	34,1	-11,74	47,833						
Wind angl	380C1F2	17049	21096	178135	17050	24102	-188700	34,099	45,198	-10,565	-427,883	1830,519	34,099	-10,565	45,198						
	380C1F3	17048	19618	173239	17049	22318	-182342	34,097	41,936	-9,103	-291,296	1341,952	34,097	-9,103	41,936						
	150C1F1	4262	5573	45562	0	0	0	4,262	5,573	45,562	2232,538	296,518	4,262	45,562	5,573						
	150C1F2	4262	5274	44534	0	0	0	4,262	5,274	44,534	1803,627	237,038	4,262	44,534	5,274						
	150C1F3	4262	4904	43310	0	0	0	4,262	4,904	43,31	1385,92	180,369	4,262	43,31	4,904						
1b	Comp. gl	4615	2696	45453	4615	2839	-45615	9,23	5,535	-0,162	-3,969	154,529	9,23	-0,162	5,535	1b	5111,695	3245,403	128,673	126,24	78,502
Wind, -20	GW / opgv	2225	1487	22383	2225	1592	-22556	4,45	3,079	-0,173	-9,93539	180,209	4,45	-0,173	3,079	Wind angle:	45 dgr				
Permaner	380C1F1	17036	10347	171387	17036	10925	-172082	34,072	21,272	-0,695	-34,055	1042,328	34,072	-0,695	21,272						
Wind angl	380C1F2	17036	10135	171160	17036	10669	-171760	34,072	20,804	-0,6	-24,3	842,562	34,072	-0,6	20,804						
	380C1F3	17036	9871	170900	17036	10352	-171392	34,072	20,223	-0,492	-15,744	647,136	34,072	-0,492	20,223						
	150C1F1	4259	2587	42847	0	0	0	4,259	2,587	42,847	2099,503	150,1875	4,259	42,847	2,587						
	150C1F2	4259	2534	42790	0	0	0	4,259	2,534	42,79	1732,995	126,0515	4,259	42,79	2,534						
	150C1F3	4259	2468	42725	0	0	0	4,259	2,468	42,725	1367,2	102,4005	4,259	42,725	2,468						
3	Comp. gl	18677	9067	124021	18677	9793	-124681	37,354	18,86	-0,66	-16,17	538,6457	37,354	-0,66	18,86	3	7084,673	6462,552	254,139	175,011	156,401
Wind+ice,	GW / opgv	9245	5348	62397	9245	5879	-63076	18,49	11,227	-0,679	-38,995	658,819	18,49	-0,679	11,227	Wind angle:	45 dgr				
Permaner	380C1F1	29377	18695	244780	29378	20335	-247325	58,755	39,03	-2,545	-124,705	1912,47	58,755	-2,545	39,03						
Wind angl	380C1F2	29377	18091	243941	29377	19609	-246151	58,754	37,7	-2,21	-89,505	1526,85	58,754	-2,21	37,7						
	380C1F3	29377	17343	242979	29377	18708	-244799	58,754	36,051	-1,82	-58,24	1153,632	58,754	-1,82	36,051						
	150C1F1	7344	4674	61195	0	0	0	7,344	4,674	61,195	2998,555	269,418	7,344	61,195	4,674						
	150C1F2	7344	4523	60985	0	0	0	7,344	4,523	60,985	2469,893	223,5735	7,344	60,985	4,523						
	150C1F3	7344	4336	60745	0	0	0	7,344	4,336	60,745	1943,84	179,144	7,344	60,745	4,336						
4	Comp. gl	6122	2963	51551	6122	3103	-51659	12,244	6,066	-0,108	-2,646	173,7172	12,244	-0,108	6,066	4	5181,074	3311,404	153,557	127,947	79,751
Constructi	GW / opgv	2978	1614	25277	2978	1716	-25392	5,956	3,33	-0,115	-6,60445	195,7685	5,956	-0,115	3,33	Wind angle:	45 dgr				
Permaner	380C1F1	20053	10417	172937	20053	10988	-173480	40,106	21,405	-0,543	-26,607	1048,845	40,106	-0,543	21,405						
Wind angl	380C1F2	20053	10206	172760	20053	10735	-173228	40,106	20,941	-0,468	-18,954	848,1105	40,106	-0,468	20,941						
	380C1F3	20053	9945	172558	20053	10422	-172941	40,106	20,367	-0,383	-12,256	651,744	40,106	-0,383	20,367						
	150C1F1	5013	2604	43234	0	0	0	5,013	2,604	43,234	2118,466	155,1675	5,013	43,234	2,604						
	150C1F2	5013	2552	43190	0	0	0	5,013	2,552	43,19	1749,195	130,9275	5,013	43,19	2,552						
	150C1F3	5013	2486	43140	0	0	0	5,013	2,486	43,14	1380,48	107,1235	5,013	43,14	2,486						
1a	Comp. gl	4620	10775	68449	4620	10775	-68449	9,24	21,55	0	0	546,917	9,24	0	21,55	1a	7657,953	12496,19	128,835	187,805	305,694
Wind, 10	GW / opgv	2228	7438	42434	2228	7438	-42434	4,456	14,876	0	0	857,7152	4,456	0	14,876	Wind angle:	90 dgr				
Permaner	380C1F1	17059	42810	262168	17059	42810	-262168	34,118	85,62	0	0	4195,38	34,118	0	85,62						
Wind angl	380C1F2	17058	40112	251284	17058	40112	-251284	34,116	80,224	0	0	3249,072	34,116	0	80,224						
	380C1F3	17056	36753	237768	17056	36753	-237768	34,112	73,506	0	0	2352,192	34,112	0	73,506						
	150C1F1	4265	10702	65542	0	0	0	4,265	10,702	65,542	3211,558	547,8555	4,265	65,542	10,702						
	150C1F2	4264	10028	62821	0	0	0	4,264	10,028	62,821	2544,251	429,586	4,264	62,821	10,028						
	150C1F3	4264	9188	59442	0	0	0	4,264	9,188	59,442	1902,144	317,468	4,264	59,442	9,188						
1b	Comp. gl	4615	3603	46901	4615	3603	-46901	9,23	7,206	0	0	195,4685	9,23	0	7,206	1b	5364,62	4225,412	128,677	132,342	102,571
Wind, -20	GW / opgv	2225	2158	23884	2225	2158	-23884	4,45	4,316	0	0	251,2499	4,45	0	4,316	Wind angle:	90 dgr				
Permaner	380C1F1	17037	14017	177552	17037	14017	-177552	34,074	28,034	0	0	1373,666	34,074	0	28,034						
Wind angl	380C1F2	17037	13527	176509	17037	13527	-176509	34,074	27,054	0	0	1095,687	34,074	0	27,054						
	380C1F3	17036	12922	175306	17036	12922	-175306	34,072	25,844	0	0	827,008	34,072	0	25,844						
	150C1F1	4259	3504	44388	0	0	0	4,259	3,504	44,388	2175,012	195,1205	4,259	44,388	3,504						
	150C1F2	4259	3382	44127	0	0	0	4,259	3,382	44,127	1787,144	160,3955	4,259	44,127	3,382						
	150C1F3	4259	3231	43827	0	0	0	4,259	3,231	43,827	1402,464	126,8165	4,259	43,827	3,231						
3	Comp. gl	18679	13656	129839	18679	13656	-129839	37,358	27,312	0	0	745,7279	37,358	0	27,312	3	7995,076	9497,817	254,173	197,008	231,314
Wind+ice,	GW / opgv	9247	8715	68145	9247	8715	-68145	18,494	17,43	0	0	1015,06	18,494	0	17,43	Wind angle:	90 dgr				
Permaner	380C1F1	29382	29145	266401	29382	29145	-266401	58,764	58,29	0	0	2856,21	58,764	0	58,29						
Wind angl	380C1F2	29381	27751	262880	29381	27751	-262880	58,762	55,502	0	0	2247,831	58,762	0	55,502						
	380C1F3	29380	26025	258752	29380	26025	-258752	58,76	52,05	0	0	1665,6	58,76	0	52,05						
	150C1F1	7345	7286	66600	0	0	0	7,345	7,286	66,6	3263,4	397,4115	7,345	66,6	7,286						
	150C1F2	7345	6938	65720	0	0	0	7,345	6,938	65,72	2661,66	321,3865	7,345	65,72	6,938						
	150C1F3	7345	6506	64688	0	0	0	7,345	6,506	64,688	2070,016	248,5895	7,345	64,688	6,506						
4	Comp. gl	6122	3850	52532	6122	3850	-52532	12,244	7,7	0	0	213,7502	12,244	0	7,7	4	5378,19	4275,82	153,557	132,701	103,443
Constructi	GW / opgv	2978	2265	26304	2978	2265	-26304	5,956	4,53	0	0	264,6845	5,956	0	4,53	Wind angle:	90 dgr				
Permaner	380C1F1	20053	14031	177807	20053	14031	-177807	40,106	28,062	0	0	1375,038	40,106	0	28,062						
Wind angl	380C1F2	20053	13551	176977	20053	13551	-176977	40,106	27,102	0	0	1097,631	40,106	0	27,102						
	380C1F3	20053	12957	176021	20053	12957	-176021	40,106	25,914	0	0	829,248	40,106	0	25,914						
	150C1F1	5013	3508	44452	0	0	0	5,013	3,508	44,452	2178,148	199,4635	5,013	44,452	3,508						

Belastingen uit lijnen

			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	1a	4489	2057	129	111	49
		1b	5157	2329	129	127	56
		3	7250	3638	254	179	87
		4	5215	2400	154	129	57
		6	4934	2245	145	122	54
	45 deg	1a	3920	7013	129	97	171
		1b	5112	3245	129	126	79
		3	7085	6463	254	175	156
		4	5181	3311	154	128	80
	90 deg	1a	7658	12496	129	188	306
		1b	5365	4225	129	132	103
		3	7995	9498	254	197	231
		4	5378	4276	154	133	103
	-45 deg	1a	7248	7105	129	178	173
		1b	5306	3262	129	131	79
		3	7808	6509	254	192	158
		4	5330	3328	154	132	80
	0 deg	1a	3550	1625	97	88	39
		1b	4169	1876	96	103	45
		3	6446	3273	222	159	78
		4	4314	1987	121	107	48
		6	3550	1608	97	88	39
	45 deg	1a	2978	6727	97	73	164
		1b	4105	2804	96	101	68
		3	6256	6116	222	155	148
		4	4269	2905	121	105	70
	90 deg	1a	7317	12327	97	179	302
		1b	4467	3814	96	110	93
		3	7339	9194	222	181	224
		4	4535	3887	121	112	94
	-45 deg	1a	6971	**6821**	97	171	**167**
		1b	**4387**	**2821**	**96**	**108**	**68**
		3	**7119**	6163	**222**	**175**	149
		4	4471	2921	121	110	71

Belasting uit mast

	N	V	M
Perm load 1,2	857	115	3123
	857	22	586
	857	32	878
	857	22	586
	857	22	586
	857	115	3123
	857	22	586
	857	32	878

| | | |

| | | |

W4H400Z25-AK1

Hoogte mast	Ber & bijlage	58 m		
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		32 m		
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast	
Bliksemdraad = GW / tHmast -	0,57 m =	57,43 m	0,76 m	
1e traverse - 380C1F1 F2 +	8,5 m =	49 m	0 m	
1e traverse - 150C1F1		49	5,5 m	
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5 m =	40,5 m	0 m	
2e traverse - 150C1F2 F3 +		40,5 m	5,5 m	
3e traverse - 380C1F3		32 m	0 m	
3e traverse - 150C1F3		32	5,5 m	
Passieve lijn = Comp CF3 -	7,5 m =	24,5 m	2,05 m	

Uit mast (excl belastingsfactoren)			Uit lijnen (incl belastingsfactoren)					
N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max	
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
857	115	3123						
857	115	3123	43	157	880	35215	7343	

			Belastingen uit lijnen					Belasting uit mast				Totaal								
			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	N	V	M	regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	
Perm load 1,2	0 deg	1a	4489	2049	129	111	49	857	115	3123	1	Perm load 1,2	0 deg 1a	7612	2049	986	226	49	7882,79	1
		1b	5157	2328	129	127	56	857	22	586	2	Perm load 1,2	0 deg 1b	5742	2328	986	149	56	6196,415	2
		3	5383	2536	157	133	61	857	32	878	3	Perm load 1,2	0 deg 3	6262	2536	1014	165	61	6755,765	3
		4	5092	2338	149	126	56	857	22	586	4	Perm load 1,2	0 deg 4	5677	2338	1006	147	56	6139,707	4
		6	4934	2245	145	122	54				5	Perm load 1,2	0 deg 6							5
											6									6
	45 deg	1a	4247	4522	129	105	110	857	115	3123	7	Perm load 1,2	45 deg 1a	6455	6730	986	186	191	9325,192	7
		1b	5127	3057	129	127	74	857	22	586	8	Perm load 1,2	45 deg 1b	5542	3472	986	142	89	6539,147	8
		3	5168	4832	157	128	117	857	32	878	9	Perm load 1,2	45 deg 3	5789	5453	1014	151	140	7952,945	9
		4	5068	3064	149	125	74	857	22	586	10	Perm load 1,2	45 deg 4	5482	3478	1006	140	89	6492,691	10
											11									11
	90 deg	1a	5652	7262	129	139	177	857	115	3123	12	Perm load 1,2	90 deg 1a	5652	10385	986	139	292	11823,43	12
		1b	5290	3831	129	131	93	857	22	586	13	Perm load 1,2	90 deg 1b	5290	4416	986	131	114	6891,391	13
		3	6162	7343	157	152	179	857	32	878	14	Perm load 1,2	90 deg 3	6162	8221	1014	152	212	10274,08	14
		4	5200	3828	149	128	93	857	22	586	15	Perm load 1,2	90 deg 4 Construc	5200	4414	1006	128	114	6820,789	15
											16									16
	-45 deg	1a	5399	4567	129	133	111	857	115	3123	17	Perm load 1,2	-45 deg 1a	7608	6775	986	214	192	10187,24	17
		1b	5252	3070	129	130	74	857	22	586	18	Perm load 1,2	-45 deg 1b	5666	3484	986	145	89	6651,613	18
		3	6021	4870	157	148	118	857	32	878	19	Perm load 1,2	-45 deg 3	6642	5491	1014	171	141	8617,965	19
		4	5167	3077	149	128	74	857	22	586	20	Perm load 1,2	-45 deg 4	5582	3491	1006	143	89	6583,328	20
											21									21
	0 deg	1a	3550	1617	97	88	39	643	115	3123	22	Perm load 0,9	0 deg 1a	6673	1617	739	203	39	6865,65	22
		1b	4169	1876	96	103	45	643	22	586	23	Perm load 0,9	0 deg 1b	4754	1876	739	124	45	5110,804	23
		3	4465	2118	125	110	51	643	32	878	24	Perm load 0,9	0 deg 3	5343	2118	767	143	51	5747,54	24
		4	4182	1920	116	103	46	643	22	586	25	Perm load 0,9	0 deg 4	4767	1920	759	125	46	5139,678	25
		6	3550	1608	97	88	39				26	Perm load 0,9	0 deg 6							26
											27									27
	45 deg	1a	3248	4148	97	80	101	643	115	3123	28	Perm load 0,9	45 deg 1a	5456	6356	739	162	182	8376,628	28
		1b	4127	2612	96	102	63	643	22	586	29	Perm load 0,9	45 deg 1b	4541	3026	739	117	79	5456,078	29
		3	4202	4448	125	104	108	643	32	878	30	Perm load 0,9	45 deg 3	4823	5069	767	127	131	6997,109	30
		4	4151	2651	116	103	64	643	22	586	31	Perm load 0,9	45 deg 4 Construc	4565	3065	759	118	79	5498,511	31
											32									32
	90 deg	1a	5058	6983	97	124	171	643	115	3123	33	Perm load 0,9	90 deg 1a	5058	10106	739	124	286	11301,2	33
		1b	4363	3405	96	108	83	643	22	586	34	Perm load 0,9	90 deg 1b	4363	3991	739	108	104	5912,898	34
		3	5473	7028	125	135	172	643	32	878	35	Perm load 0,9	90 deg 3	5473	7906	767	135	204	9615,32	35
		4	4331	3429	116	107	83	643	22	586	36	Perm load 0,9	90 deg 4	4331	4014	759	107	105	5905,623	36
											37									37
	-45 deg	1a	4782	4195	97	118	102	643	115	3123	38	Perm load 0,9	-45 deg 1a	6990	6403	739	199	183	9479,723	38
		1b	4309	2625	96	106	64	643	22	586	39	Perm load 0,9	-45 deg 1b	4723	3039	739	122	79	5616,376	39
		3	5300	**4487**	**125**	130	**109**	643	32	878	40	Perm load 0,9	-45 deg 3	5922	5108	767	153	132	7820,205	40
		4	**4287**	2664	116	**106**	64	643	22	586	41	Perm load 0,9	-45 deg 4	4701	3078	759	121	80	5619,391	41
											42									42
	0 deg	1a	24541	**1158**	71	614	**27**	857	115	3123	43	Perm load 1,2	0 deg 1a	27664	1158	928	729	27	27688,59	43
		1b	28150	1312	**71**	704	31	857	22	586	44	Perm load 1,2	0 deg 1b	28736	1312	928	725	31	28765,5	44
		3	30273	1427	86	760	33	857	32	878	45	Perm load 1,2	0 deg 3	31151	1427	943	792	33	31183,8	45
		4	28044	1320	82	702	31	857	22	586	46	Perm load 1,2	0 deg 4	28629	1320	939	723	31	28659,6	46
		6	26980	1270	80	675	29				47	Perm load 1,2	0 deg 6							47
											48									48
	45 deg	1a	26140	2402	71	652	57	857	115	3123	49	Perm load 1,2	45 deg 1a	28348	4610	928	734	139	28720,56	49
		1b	28306	1680	**71**	707	40	857	22	586	50	Perm load 1,2	45 deg 1b	28720	2094	928	723	55	28796,08	50
		3	31414	2573	86	787	62	857	32	878	51	Perm load 1,2	45 deg 3	32035	3194	943	810	84	32194,11	51
		4	28165	1687	82	705	40	857	22	586	52	Perm load 1,2	45 deg 4	28580	2101	939	720	55	28656,63	52
											53									53
	90 deg	1a	31152	4021	71	774	97	857	115	3123	54	Perm load 1,2	90 deg 1a	31152	7144	928	774	212	31960,65	54
		1b	28919	2137	**71**	722	51	857	22	586	55	Perm load 1,2	90 deg 1b	28919	2723	928	722	73	29046,5	55
		3	**35215**	4045	86	**880**	98	857	32	878	56	Perm load 1,2	90 deg 3	35215	4924	943	880	130	35557,66	56
		4	28657	2139	82	717	51	857	22	586	57	Perm load 1,2	90 deg 4 Construc	28657	2725	939	717	72	28786,57	57
											58									58
	-45 deg	1a	26772	2655	71	668	64	857	115	3123	59	Perm load 1,2	-45 deg 1a	28980	4863	928	749	145	29385,02	59
		1b	28374	1752	71	709	42	857	22	586	60	Perm load 1,2	-45 deg 1b	28788	2166	928	724	57	28869,31	60
		3	31877	2803	86	798	67	857	32	878	61	Perm load 1,2	-45 deg 3	32498	3424	943	821	90	32677,83	61
		4	28220	1759	82	706	41	857	22	586	62	Perm load 1,2	-45 deg 4	28634	2173	939	721	57	28716,12	62
											63									63
	0 deg	1a	19396	913	53	485	21	643	115	3123	64	Perm load 0,9	0 deg 1a	22519	913	696	600	21	22537,6	64
		1b	22736	1055	53	568	25	643	22	586	65	Perm load 0,9	0 deg 1b	23322	1055	696	590	25	23345,84	65
		3	25290	1189	68	635	28	643	32	878	66	Perm load 0,9	0 deg 3	26169	1189	711	667	28	26195,74	66
		4	23073	1083	64	578	25	643	22	586	67	Perm load 0,9	0 deg 4	23659	1083	707	599	25	23683,64	67
		6	19396	908	53	485	21				68	Perm load 0,9	0 deg 6							68
											69									69
	45 deg	1a	21632	2185	53	539	53	643	115	3123	70	Perm load 0,9	45 deg 1a	23840	4393	696	620	134	24241,34	70
		1b	22970	1426	53	574	34	643	22	586	71	Perm load 0,9	45 deg 1b	23384	1841	696	589	49	23456,35	71
		3	26804	2351	68	672	57	643	32	878	72	Perm load 0,9	45 deg 3	27425	2972	711	695	79	27585,86	72
		4	23245	1452	64	582	34	643	22	586	73	Perm load 0,9	45 deg 4 Construc	23659	1866	707	597	50	23732,85	73
											74									74
	90 deg	1a	27933	3860	53	693	94	643	115	3123	75	Perm load 0,9	90 deg 1a	27933	6983	696	693	209	28792,91	75
		1b	23852	1895	53	595	45	643	22	586	76	Perm load 0,9	90 deg 1b	23852	2481	696	595	67	23980,27	76
		3	31535	3864	68	787	94	643	32	878	77	Perm load 0,9	90 deg 3	31535	4742	711	787	126	31889,61	77
		4	23915	1911	64	598	46	643	22	586	78	Perm load 0,9	90 deg 4	23915	2497	707	598	67	24045,3	78
											79									79
	-45 deg	1a	22473	2447	53	560	59	643	115	3123	80	Perm load 0,9	-45 deg 1a	24681	4655	696	641	140	25116,5	80
		1b	23070	1500	53	576	36	643	22	586	81	Perm load 0,9	-45 deg 1b	23484	1914	696	592	51	23561,72	81
		3	27401	2587	68	686	62	643	32	878	82	Perm load 0,9	-45 deg 3	28022	3208	711	709	85	28205,22	82
		4	23320	1524	64	584	36	643	22	586	83	Perm load 0,9	-45 deg 4	23734	1938	707	599	51	23813,26	83
											84									84
	0 deg	1a	-20052	891	58	-503	22	857	115	3123	85	Perm load 1,2	0 deg 1a	-16929	891	915	-388	22	16952,85	85
		1b	-22993	1016	58	-576	25	857	22	586	86	Perm load 1,2	0 deg 1b	-22408	1016	915	-555	25	22430,65	86
		3	-24889	1109	71	-627	27	857	32	878	87	Perm load 1,2	0 deg 3	-24011	1109	928	-594	27	24036,76	87
		4	-22952	1017	67	-576	25	857	22	586	88	Perm load 1,2	0 deg 4	-22366	1017	924	-555	25	22389,47	88
		6	-22046	975	65	-553	24				89	Perm load 1,2	0 deg 6							89
											90									90
	45 deg	1a	-21893	2120	58	-547	52	857	115	3123	91	Perm load 1,2	45 deg 1a	24101	4328	915	629	134	24486,8	91
		1b	-23178	1378	58	-581	34	857	22	586	92	Perm load 1,2	45 deg 1b	23592	1792	915	596	49	23660,27	92
		3	-26246	2259	71	-659	56	857	32	878	93	Perm load 1,2	45 deg 3	26867	2880	928	682	79	27021,12	93
		4	-23097	1377	67	-580	34	857	22	586	94	Perm load 1,2	45 deg 4	23511	1791	924	595	49	23579,19	94
											95									95
	90 deg	1a	-25500	3241	58	-635	80	857	115	3123	96	Perm load 1,2	90 deg 1a	-25500	6364	915	-635	195	26282,26	96
		1b	-23628	1694	58	-592	42	857	22	586	97	Perm load 1,2	90 deg 1b	-23628	2279	915	-592	63	23737,88	97
		3	-29053	3297	71	-728	82	857	32	878	98	Perm load 1,2	90 deg 3	-29053	4175	928	-728	114	29351,37	98
		4	-23457	1689	67	-588	42	857	22	586	99	Perm load 1,2	90 deg 4 Construc	-23457	2275	924	-588	63	23567,32	99
											100									100
	-45 deg	1a	-21372	1912	58	-535	47	857	115	3123	101	Perm load 1,2	-45 deg 1a	23580	4120	915	616	128	23937,65	101
		1b	-23122	1318	58	-579	33	857	22	586	102	Perm load 1,2	-45 deg 1b	23536	1732	915	595	48	23599,75	102
		3	-25856	2067	71	-650	51	857	32	878	103	Perm load 1,2	-45 deg 3	26477	2688	928	673	74	26612,76	103
		4	-23052	1318	67	-579	33	857	22	586	104	Perm load 1,2	-45 deg 4	23466	1732	924	594	48	23530,19	104
											105									105
	0 deg	1a	-15847	704	43	-397	17	643	115	3123	106	Perm load 0,9	0 deg 1a	-12724	704	686	-282	17	12743,08	106
		1b	-18568	820	43	-465	20	643	22	586	107	Perm load 0,9	0 deg 1b	-17982	820	686	-444	20	18000,89	107
		3	-20826	929	56	-525	23	643	32	878	108	Perm load 0,9	0 deg 3	-19947	929	699	-493	23	19968,93	108
		4	-18891	837	52	-474	21	643	22	586	109	Perm load 0,9	0 deg 4	-18306	837	695	-453	21	18324,98	109
		6	-15847	700	43	-397	17				110	Perm load 0,9	0 deg 6							110
											111									111
	45 deg	1a	-18384	1963	43	-459	48	643	115	3123	112	Perm load 0,9	45 deg 1a	20592	4172	686	540	130	21010,78	112
		1b	-18843	1185	43	-472	29	643	22	586	113	Perm load 0,9	45 deg 1b	19257	1599	686	487	45	19323,58	113
		3	-22602	2097	56	-568	52	643	32	878	114	Perm load 0,9	45 deg 3	23223	2718	699	591	75	23381,55	114
		4	-19094	1199	52	-479	30	643	22	586	115	Perm load 0,9	45 deg 4 Construc	19509	1614	695	494	45	19575,15	115
											116									116
	90 deg	1a	-22876	3124	43	-569	77	643	115	3123	117	Perm load 0,9	90 deg 1a	-22876	6247	686	-569	192	23713,04	117
		1b	-19489	1510	43	-488	37	643	22	586	118	Perm load 0,9	90 deg 1b	-19489	2095	686	-488	59	19600,88	118
		3	-26062	3163	56	-652	78	643	32	878	119	Perm load 0,9	90 deg 3	-26062	4042	699	-652	111	26373,74	119
		4	-19584	1517	52	-491	37	643	22	586	120	Perm load 0,9	90 deg 4	-19584	2103	695	-491	59	19696,44	120
											121									121
	-45 deg	1a	-17691	1748	43	-442	43	643	115	3123	122	Perm load 0,9	-45 deg 1a	19899	3957	686	523	124	20288,85	122
		1b	-18761	1125	43	-470	28	643	22	586	123	Perm load 0,9	-45 deg 1b	19175	1539	686	485	43	19236,48	123
		3	-22101	1900	56	-556	47	643	32	878	124	Perm load 0,9	-45 deg 3	22722	2521	699	579	70	22861,07	124
		4	-19033	1140	52	-478	28	643	22	586	125	Perm load 0,9	-45 deg 4	19447	1554	695	493	43	19508,94	125
											126									126
	0 deg	1a	-6345	1539	101	-133	38	857	115	3123	127	Perm load 1,2	0 deg 1a	-3222	1539	958	-18	38	3570,959	127
		1b	-7247	1751	101	-152	44	857	22	586	128	Perm load 1,2	0 deg 1b	-6661	1751	958	-130	44	6887,79	128
		3	-8452	1884	120	-184	47	857	32	878	129	Perm load 1,2	0 deg 3	-7573	1884	977	-151	47	7804,006	129
		4	-7404	1751	116	-157	44	857	22	586	130	Perm load 1,2	0 deg 4	-6819	1751	973	-136	44	7040,037	130
		6	-6980	1686	113	-147	42				131	Perm load 1,2	0 deg 6							131
											132									132
	45 deg	1a	-7394	3422	101	-157	86	857	115	3123	133	Perm load 1,2	45 deg 1a	9603	5630	958	238	167	11131,38	133
		1b	-7356	2307	101	-154	58	857	22	586	134	Perm load 1,2	45 deg 1b	7770	2721	958	170	73	8232,505	134
		3	-9311	3588	120	-203	90	857	32	878	135	Perm load 1,2	45 deg 3	9932	4209	977	226	113	10787,27	135
		4	-7489	2304	116	-159	58	857	22	586	136	Perm load 1,2	45 deg 4	7903	2718	973	174	73	8357,296	136
											137									137
	90 deg	1a	-8459	5393	101	-177	136	857	115	3123	138	Perm load 1,2	90 deg 1a	-8459	8516	958	-177	251	12003,69	138
		1b	-7503	2863	101	-157	72	857	22	586	139	Perm load 1,2	90 deg 1b	-7503	3449	958	-157	94	8257,932	139
		3	-10392	5336	120	-226	135	857	32	878	140	Perm load 1,2	90 deg 3	-10392	6214	977	-226	167	12107,94	140
		4	-7603	2854	116	-161	72	857	22	586	141	Perm load 1,2	90 deg 4 Construc	-7603	3439	973	-161	93	8344,671	141
											142									142
	-45 deg	1a	-6557	3347	101	-136	84	857	115	3123	143	Perm load 1,2	-45 deg 1a	8765	5555	958	217	166	10377,59	143
		1b	-7266	2285	101	-152	57	857	22	586	144	Perm load 1,2	-45 deg 1b	7680	2699	958	167	73	8140,786	144
		3	-8716	3506	120	-188	88	857	32	878	145	Perm load 1,2	-45 deg 3	9337	4127	977	211	111	10208,22	145
		4	-7417	2283	116	-157	57	857	22	586	146	Perm load 1,2	-45 deg 4	7831	2697	973	172	72	8282,474	146
											147									147
	0 deg	1a	-5008	1215	75	-105	30	643	115	3123	148	Perm load 0,9	0 deg 1a	-1885	1215	718	10	30	2242,922	148
		1b	-5839	1412	75	-122	35	643	22	586	149	Perm load 0,9	0 deg 1b	-5253	1412	718	-101	35	5439,631	149

| | | | | | | | | | | |

| | | |

| | | |

Wind, 10 ı	GW / opç	1670	2446	19823	1669	2140	-18636	3,339	4,586	1,187	68,16941	265,9116	3,339	1,187	4,586	Wind angle:	-45 dgr										
Permaner	380C1F1	12783	14850	136867	12782	13189	-131415	25,565	28,039	5,452	267,148	1373,911	25,565	5,452	28,039												
Wind ang	380C1F2	12782	14113	134385	12782	12580	-129558	25,564	26,693	4,827	195,4935	1081,067	25,564	4,827	26,693												
	380C1F3	12782	13202	131458	12782	11828	-127384	25,564	25,03	4,074	130,368	800,96	25,564	4,074	25,03												
	150C1F1	3196	3712	34217	0	0	0	3,196	3,712	34,217	1676,633	199,466	3,196	34,217	3,712												
	150C1F2	3196	3528	33596	0	0	0	3,196	3,528	33,596	1360,638	160,462	3,196	33,596	3,528												
	150C1F3	3196	3301	32864	0	0	0	3,196	3,301	32,864	1051,648	123,21	3,196	32,864	3,301												
1b	Comp. gl	3461	2275	36576	3461	2159	-36425	6,922	4,434	0,151	3,6995	122,8231	6,922	0,151	4,434	1b	4309,019	2625,064	96,483	106,314	63,62						
Wind, -20	GW / opç	1668	1277	18122	1668	1192	-17961	3,336	2,469	0,161	9,24623	144,33	3,336	0,161	2,469	Wind angle:	-45 dgr										
Permaner	380C1F1	12774	8816	139418	12774	8350	-138766	25,548	17,166	0,652	31,948	841,134	25,548	0,652	17,166												
Wind ang	380C1F2	12774	8609	139116	12774	8178	-138553	25,548	16,787	0,563	22,8015	679,8735	25,548	0,563	16,787												
	380C1F3	12774	8354	138771	12774	7966	-138310	25,548	16,32	0,461	14,752	522,24	25,548	0,461	16,32												
	150C1F1	3194	2204	34854	0	0	0	3,194	2,204	34,854	1707,846	125,563	3,194	34,854	2,204												
	150C1F2	3194	2152	34779	0	0	0	3,194	2,152	34,779	1408,55	104,723	3,194	34,779	2,152												
	150C1F3	3193	2088	34693	0	0	0	3,193	2,088	34,693	1110,176	84,3775	3,193	34,693	2,088												
3	Comp. gl	6607	6166	61652	6606	5542	-60127	13,213	11,708	1,525	37,3625	313,9327	13,213	1,525	11,708	3	5300,494	4486,808	124,582	130,497	109,344						
Wind+ice,	GW / opç	3239	3937	32993	3239	3474	-31567	6,478	7,411	1,426	81,89518	430,537	6,478	1,426	7,411	Wind angle:	-45 dgr										
Permaner	380C1F1	15540	14587	159465	15539	13210	-155921	31,079	27,797	3,544	173,656	1362,053	31,079	3,544	27,797												
Wind ang	380C1F2	15540	13976	157840	15539	12705	-154736	31,079	26,681	3,104	125,712	1080,581	31,079	3,104	26,681												
0	380C1F3	15539	13221	155949	15539	12080	-153364	31,078	25,301	2,585	82,72	809,632	31,078	2,585	25,301												
	150C1F1	3885	3647	39866	0	0	0	3,885	3,647	39,866	1953,434	200,0705	3,885	39,866	3,647												
	150C1F2	3885	3494	39460	0	0	0	3,885	3,494	39,46	1598,13	162,8745	3,885	39,46	3,494												
	150C1F3	3885	3305	38987	0	0	0	3,885	3,305	38,987	1247,584	127,1275	3,885	38,987	3,305												
4	Comp. gl	4665	2492	41555	4665	2379	-41456	9,33	4,871	0,099	2,4255	138,466	9,33	0,099	4,871	4	4287,308	2664,051	116,379	105,798	64,282						
Constructi	GW / opç	2271	1378	20433	2271	1296	-20328	4,542	2,674	0,105	6,03015	157,0197	4,542	0,105	2,674	Wind angle:	-45 dgr										
Permaner	380C1F1	15186	8813	139326	15186	8354	-138827	30,372	17,167	0,499	24,451	841,183	30,372	0,499	17,167												
Wind ang	380C1F2	15186	8610	139095	15186	8184	-138665	30,372	16,794	0,43	17,415	680,157	30,372	0,43	16,794												
	380C1F3	15186	8358	138831	15186	7974	-138479	30,372	16,332	0,352	11,264	522,624	30,372	0,352	16,332												
	150C1F1	3797	2203	34831	0	0	0	3,797	2,203	34,831	1706,719	128,8305	3,797	34,831	2,203												
	150C1F2	3797	2152	34774	0	0	0	3,797	2,152	34,774	1408,347	108,0395	3,797	34,774	2,152												
	150C1F3	3797	2089	34708	0	0	0	3,797	2,089	34,708	1110,656	87,7315	3,797	34,708	2,089												
1a	Comp. gl	4617	1761	40155	0	0	0	4,617	1,761	40,155	983,7975	52,60935	4,617	40,155	1,761	1a	24541,37	1157,892	70,761	613,723	26,917						
Wind, 10	GW / opç	2226	852	19378	0	0	0	2,226	0,852	19,378	1112,879	50,62212	2,226	19,378	0,852	Wind angle:	0 dgr										
Permaner	380C1F1	17045	6483	147784	0	0	0	17,045	6,483	147,784	7241,416	317,667	17,045	147,784	6,483												
Wind ang	380C1F2	17045	6481	147784	0	0	0	17,045	6,481	147,784	5985,252	262,4805	17,045	147,784	6,481												
	380C1F3	17045	6479	147784	0	0	0	17,045	6,479	147,784	4729,088	207,328	17,045	147,784	6,479												
	150C1F1	4261	1621	36946	0	0	0	4,261	1,621	36,946	1810,354	102,8645	4,261	36,946	1,621												
	150C1F2	4261	1620	36946	0	0	0	4,261	1,62	36,946	1496,313	89,0455	4,261	36,946	1,62												
	150C1F3	4261	1620	36946	0	0	0	4,261	1,62	36,946	1182,272	75,2755	4,261	36,946	1,62												
1b	Comp. gl	4615	1970	45077	0	0	0	4,615	1,97	45,077	1104,387	57,72575	4,615	45,077	1,97	1b	28150	1311,931	70,725	703,686	30,759						
Wind, -20	GW / opç	2225	961	21970	0	0	0	2,225	0,961	21,97	1261,737	56,88123	2,225	21,97	0,961	Wind angle:	0 dgr										
Permaner	380C1F1	17036	7422	169770	0	0	0	17,036	7,422	169,77	8318,73	363,678	17,036	169,77	7,422												
Wind ang	380C1F2	17036	7421	169770	0	0	0	17,036	7,421	169,77	6875,685	300,5505	17,036	169,77	7,421												
	380C1F3	17036	7420	169770	0	0	0	17,036	7,42	169,77	5432,64	237,44	17,036	169,77	7,42												
	150C1F1	4259	1855	42443	0	0	0	4,259	1,855	42,443	2079,707	114,3195	4,259	42,443	1,855												
	150C1F2	4259	1855	42443	0	0	0	4,259	1,855	42,443	1718,942	98,552	4,259	42,443	1,855												
	150C1F3	4259	1855	42443	0	0	0	4,259	1,855	42,443	1358,176	82,7845	4,259	42,443	1,855												
3	Comp. gl	7762	2793	63692	0	0	0	7,762	2,793	63,692	1560,454	84,3406	7,762	63,692	2,793	3	30272,79	1426,832	85,817	759,567	33,277						
Wind+ice	GW / opç	3796	1374	31270	0	0	0	3,796	1,374	31,27	1795,836	81,79378	3,796	31,27	1,374	Wind angle:	0 dgr										
Permaner	380C1F1	19802	7765	177228	0	0	0	19,802	7,765	177,228	8684,172	380,485	19,802	177,228	7,765												
Wind ang	380C1F2	19802	7763	177228	0	0	0	19,802	7,763	177,228	7177,734	314,4015	19,802	177,228	7,763												
	380C1F3	19802	7760	177228	0	0	0	19,802	7,76	177,228	5671,296	248,32	19,802	177,228	7,76												
	150C1F1	4951	1941	44307	0	0	0	4,951	1,941	44,307	2171,043	122,3395	4,951	44,307	1,941												
	150C1F2	4951	1941	44307	0	0	0	4,951	1,941	44,307	1794,434	105,841	4,951	44,307	1,941												
	150C1F3	4951	1940	44307	0	0	0	4,951	1,94	44,307	1417,824	89,3105	4,951	44,307	1,94												
4	Comp. gl	5821	2154	49285	0	0	0	5,821	2,154	49,285	1207,483	64,70605	5,821	49,285	2,154	4	28043,61	1320,247	81,591	701,877	30,682						
Construc	GW / opç	2828	1049	23990	0	0	0	2,828	1,049	23,99	1377,746	62,39335	2,828	23,99	1,049	Wind angle:	0 dgr										
Permaner	380C1F1	19451	7328	167627	0	0	0	19,451	7,328	167,627	8213,723	359,072	19,451	167,627	7,328												
Wind ang	380C1F2	19451	7328	167627	0	0	0	19,451	7,328	167,627	6788,894	296,784	19,451	167,627	7,328												
	380C1F3	19451	7327	167627	0	0	0	19,451	7,327	167,627	5364,064	234,464	19,451	167,627	7,327												
	150C1F1	4863	1832	41907	0	0	0	4,863	1,832	41,907	2053,443	116,5145	4,863	41,907	1,832												
	150C1F2	4863	1832	41907	0	0	0	4,863	1,832	41,907	1697,234	100,9425	4,863	41,907	1,832												
	150C1F3	4863	1832	41907	0	0	0	4,863	1,832	41,907	1341,024	85,3705	4,863	41,907	1,832												
6	Comp. gl	5195	1931	44221	0	0	0	5,195	1,931	44,221	1083,415	57,95925	5,195	44,221	1,931	6	26980,41	1269,586	79,613	674,727	29,458						
Permane	GW / opç	2505	932	21353	0	0	0	2,505	0,932	21,353	1226,303	55,42856	2,505	21,353	0,932	0											
Permane	380C1F1	19177	7092	162441	0	0	0	19,177	7,092	162,441	7959,609	347,508	19,177	162,441	7,092												
	380C1F2	19177	7092	162441	0	0	0	19,177	7,092	162,441	6578,861	287,226	19,177	162,441	7,092												
	380C1F3	19177	7092	162441	0	0	0	19,177	7,092	162,441	5198,112	226,944	19,177	162,441	7,092												
	150C1F1	4794	1773	40610	0	0	0	4,794	1,773	40,61	1989,89	113,244	4,794	40,61	1,773												
	150C1F2	4794	1773	40610	0	0	0	4,794	1,773	40,61	1644,705	98,1735	4,794	40,61	1,773												
	150C1F3	4794	1773	40610	0	0	0	4,794	1,773	40,61	1299,52	83,103	4,794	40,61	1,773												
1a	Comp. gl	4618	3710	42599	0	0	0	4,618	3,71	42,599	1043,676	100,3619	4,618	42,599	3,71	1a	26139,82	2402,028	70,766	652,324	57,464						
Wind, 10	GW / opç	2226	2283	21897	0	0	0	2,226	2,283	21,897	1257,545	132,8045	2,226	21,897	2,283	Wind angle:	45 dgr										
Permaner	380C1F1	17046	14360	158203	0	0	0	17,046	14,36	158,203	7751,947	703,64	17,046	158,203	14,36												
Wind ang	380C1F2	17046	13772	156827	0	0	0	17,046	13,772	156,827	6351,494	557,766	17,046	156,827	13,772												
	380C1F3	17046	13045	155232	0	0	0	17,046	13,045	155,232	4967,424	417,44	17,046	155,232	13,045												
	150C1F1	4262	3590	39551	0	0	0	4,262	3,59	39,551	1937,999	199,351	4,262	39,551	3,59												
	150C1F2	4261	3443	39207	0	0	0	4,261	3,443	39,207	1587,884	162,877	4,261	39,207	3,443												
	150C1F3	4261	3261	38808	0	0	0	4,261	3,261	38,808	1241,856	127,7975	4,261	38,808	3,261												
1b	Comp. gl	4615	2548	45313	0	0	0	4,615	2,548	45,313	1110,169	71,88675	4,615	45,313	2,548	1b	28305,79	1679,948	70,725	707,435	39,801						
Wind, -20	GW / opç	2225	1379	22232	0	0	0	2,225	1,379	22,232	1276,784	80,88697	2,225	22,232	1,379	Wind angle:	45 dgr										
Permaner	380C1F1	17036	9748	170789	0	0	0	17,036	9,748	170,789	8368,661	477,652	17,036	170,789	9,748												
Wind ang	380C1F2	17036	9580	170644	0	0	0	17,036	9,58	170,644	6911,082	387,99	17,036	170,644	9,58												
	380C1F3	17036	9371	170479	0	0	0	17,036	9,371	170,479	5455,328	299,872	17,036	170,479	9,371												
	150C1F1	4259	2437	42697	0	0	0	4,259	2,437	42,697	2092,153	142,8375	4,259	42,697	2,437												
	150C1F2	4259	2395	42661	0	0	0	4,259	2,395	42,661	1727,771	120,422	4,259	42,661	2,395												
	150C1F3	4259	2343	42620	0	0	0	4,259	2,343	42,62	1363,84	98,4005	4,259	42,62	2,343												
3	Comp. gl	7762	5837	66862	0	0	0	7,762	5,837	66,862	1638,119	158,9186	7,762	66,862	5,837	3	31414,21	2572,754	85,82	787,138	61,554						
Wind+ice	GW / opç	3796	3604	34528	0	0	0	3,796	3,604	34,528	1982,943	209,8627	3,796	34,528	3,604	Wind angle:	45 dgr										
Permaner	380C1F1	19803	14428	183802	0	0	0	19,803	14,428	183,802	9006,298	706,972	19,803	183,802	14,428												
Wind ang	380C1F2	19803	13936	182911	0	0	0	19,803	13,936	182,911	7407,896	564,408	19,803	182,911	13,936												
	380C1F3	19803	13326	181886	0	0	0	19,803	13,326	181,886	5820,352	426,432	19,803	181,886	13,326												
	150C1F1	4951	3607	45950	0	0	0	4,951	3,607	45,95	2251,55	203,9735	4,951	45,95	3,607												
	150C1F2	4951	3484	45728	0	0	0	4,951	3,484	45,728	1851,984	168,3325	4,951	45,728	3,484												
	150C1F3	4951	3332	45471	0	0	0	4,951	3,332	45,471	1455,072	133,8545	4,951	45,471	3,332												
4	Comp. gl	5821	2728	49448	0	0	0	5,821	2,728	49,448	1211,476	78,76905	5,821	49,448	2,728	4	28165,45	1686,931	81,591	704,808	39,691						
Construc	GW / opç	2828	1464	24172	0	0	0	2,828	1,464	24,172	1388,198	86,2268	2,828	24,172	1,464	Wind angle:	45 dgr										
Permaner	380C1F1	19451	9647	168439	0	0	0	19,451	9,647	168,439	8253,511	472,703	19,451	168,439	9,647												
Wind ang	380C1F2	19451	9480	168322	0	0	0	19,451	9,48	168,322	6817,041	383,94	19,451	168,322	9,48												
	380C1F3	19451	9272	168189	0	0	0	19,451	9,272	168,189	5382,048	296,704	19,451	168,189	9,272												
	150C1F1	4863	2412	42110	0	0	0	4,863	2,412	42,11	2063,39	144,9345	4,863	42,11	2,412												
	150C1F2	4863	2370	42081	0	0	0	4,863	2,37	42,081	1704,281	122,7315	4,863	42,081	2,37												
	150C1F3	4863	2318	42047	0	0	0	4,863	2,318	42,047	1345,504	100,9225	4,863	42,047	2,318												
1a	Comp. gl	4618	6249	50434	0	0	0	4,618	6,249	50,434	1235,633	162,5674	4,618	50,434	6,249	1a	31152	4020,938	70,781	774,19	97,194						
Wind, 10	GW / opç	2227	4162	28849	0	0	0	2,227	4,162	28,849	1656,798	240,7162	2,227	28,849	4,162	Wind angle:	90 dgr										
Permaner	380C1F1	17050	24622	190595	0	0	0	17,05	24,622	190,595	9339,155	1206,478	17,05	190,595	24,622												
Wind ang	380C1F2	17050	23251	185638	0	0	0	17,05	23,251	185,638	7518,339	941,6655	17,05	185,638	23,251												
	380C1F3	17049	21553	179693	0	0	0	17,049	21,553	179,693	5750,176	689,696	17,049	179,693	21,553												
	150C1F1	4263	6156	47649	0	0	0	4,263	6,156	47,649	2334,801	325,0905	4,263	47,649	6,156												
	150C1F2	4262	5813	46409	0	0	0	4,262	5,813	46,409	1879,565	258,8675	4,262	46,409	5,813												
	150C1F3	4262	5388	44923	0	0	0	4,262	5,388	44,923	1437,536	195,857	4,262	44,923	5,388												
1b	Comp. gl	4615	3264	46248	0	0	0	4,615	3,264	46,248	1133,076	89,42875	4,615	46,248	3,264	1b	28918,61	2137,096	70,725	722,219	51,024						
Wind, -20	GW / opç	2225	1906	23220	0	0	0	2,225	1,906	23,22	1333,525	111,1526	2,225	23,22	1,906	Wind angle:	90 dgr										
Permaner	380C1F1	17036	12643	174784	0	0	0	17,036	12,643	174,784	8564,416	619,507	17,036	174,784	12,643												
Wind ang	380C1F2	17036	12258	174101	0	0	0	17,036	12,258	174,101	7051,091	496,449	17,036	174,101	12,258												
	380C1F3	17036	11782	173316	0	0	0	17,036	11,782	173,316	5546,112	377,024	17,036	173,316	11,782												
	150C1F1	4259	3161	43696	0	0	0	4,259	3,161	43,696	2141,104	178,3135	4,259	43,696	3,161												
	150C1F2	4259	3065	43525	0	0	0	4,259	3,065	43,525	1762,763	147,557	4,259	43,525	3,065												
	150C1F3	4259	2945	43329	0	0	0	4,259	2,945	43,329	1386,528	117,6645	4,259	43,329	2,945												
3	Comp. gl	7764	9752	77198	0	0	0	7,764	9,752	77,198	1891,351	254,8402	7,764	77,198	9,752	3	35215,1	4045,424	85,833	879,681	97,869						
Wind+ice	GW / opç	3798	6497	43749	0	0	0	3,798	6,497	43,749	2512,505	376,0092	3,798	43,749	6,497	Wind angle:	90 dgr										
Permaner	380C1F1	19806	23003	206105	0	0	0	19,806	23,003	206,105	10099,15	1127,147	19,806	206,105	23,003												
Wind ang	380C1F2	19806	21856	202544	0	0	0	19,806	21,856	202,544	8203,032	885,168	19,806	202,544	21,856												
	380C1F3	19805	20437	198338	0	0	0	19,805	20,437	198,338	6346,816	653,984	19,805	198,338	20,437												
	150C1F1	4952	5751	51526	0	0	0	4,952	5,751	51,526	2524,774	309,035	4,952	51,526	5,751												
	150C1F2	4951	5464	50636	0	0	0	4,951	5,464	50,636	2050,758	248,5225	4,951	50,636	5,464												
	150C1F3	4951	5109	49585	0	0	0	4,951	5,109	49,585	1586,72	190,7185	4,951	49,585	5,109												
4	Comp. gl	5821	3433	50119	0	0	0	5,821	3,433	50,119	1227,916	96,04155	5,821	50,119	3,433	4	28657,35	2138,969	81,591	716,672	50,791						
Construc	GW / opç	2828	1979	24882	0	0	0	2,828	1,979	24,882	1428,973	115,8033	2,828	24,882	1,979	Wind angle:	90 dgr										
Permaner	380C1F1	19451	12511	171700	0	0	0	19,451	12,511	171,7	8413,3	613,039	19,451	171,7	12,511												
Wind ang	380C1F2	19451	12131	171140	0	0	0	19,451	12,131	171,14	6931,17	491,3055	19,451	171,14	12,131												
	380C1F3	19451	11661	170497	0	0	0	19,451	11,661	170,497	5455,904	373,152	19,451	170,497	11,661												
	150C1F1	4863	3128	42925	0	0	0	4,863	3,128	42,925	2103,325	180,0185	4,863	42,925	3,128												
	150C1F2	4863	3033	42785	0	0	0	4,863	3,033	42,785	1732,793	149,583	4,863	42,785	3,033												
	150C1F3	4863	2915	42624	0	0	0	4,863	2,915	42,624	1363,968	120,0265	4,863	42,624	2,915												
1a	Comp. gl	4618	4106	43575	0	0	0	4,618	4,106	43,575	1067,588	110,0639	4,618	43,575	4,106	1a	26771,52	2654,817	70,769	667,625	63,667						
Wind, 10	GW / opç	2226	2577	22837	0	0	0	2,226	2,577	22,837	1311,529	149,6889	2,226	22,837	2,577	Wind angle:	-45 dgr										
Permaner	380C1F1	17047	15962	162308	0	0	0	17,047	15,962	162,308	7953,092	782,138	17,047	162,308	15,962												
Wind ang	380C1F2	17046	15252	160427	0	0	0	17,046	15,252	160,427	6497,294	617,706	17,046	160,427	15,252												
	380C1F3	17046	14373	158235	0	0	0	17,046	14,373	158,235	5063,52	459,936	17,046	158,235	14,373												
	150C1F1	4262	3991	40577	0	0	0	4,262	3,991	40,577	1988,273	219	4,262	40,577	3,991												
	150C1F2	4262	3813	40107	0	0	0	4,262	3,813	40,107	1624,334	177,8675	4,262	40,107	3,813												
	150C1F3	4262	3593	39559	0	0	0	4,262	3,593	39,559	1265,888	138,417	4,262	39,559	3,593												
1b	Comp. gl	4615	2661	45417	0	0	0	4,615	2,661	45,417	1112,717	74,65525	4,615	45,417	2,661	1b	28373,87	1752,118	70,725	709,076	41,573						
Wind, -20	GW / opç	2225	1462	22344	0	0	0	2,225	1,462	22,344	1283,216	85,65366	2,225	22,344	1,462	Wind angle:	-45 dgr										
Permaner	380C1F1	17036	10205	171233	0	0	0	17,036	10,205	171,233	8390,417	500,045	17,036	171,233	10,205												
Wind ang	380C1F2	17036	10003	171027	0	0	0	17,036	10,003	171,027	6926,594	405,1215	17,036	171,027	10,003												
	380C1F3	17036	9752	170792	0	0	0	17,036	9,752	170,792	5465,344	312,064	17,036	170,792	9,752												
	150C1F1	4259	2551	42808	0	0	0	4,259	2,551	42,808	2097,592	148,4235	4,259	42,808	2,551												

| | | |

	380C1F315186	8358	138831	0	0	0	15,186	8,358	138,831	4442,592	267,456	15,186	138,831	8,358									
	150C1F13797	2203	34831	0	0	0	3,797	2,203	34,831	1706,719	128,8305	3,797	34,831	2,203									
	150C1F23797	2152	34774	0	0	0	3,797	2,152	34,774	1408,347	108,0395	3,797	34,774	2,152									
	150C1F33797	2089	34708	0	0	0	3,797	2,089	34,708	1110,656	87,7315	3,797	34,708	2,089									
1a	Comp. gl	4617	1761	-40155	0	0	0	4,617	1,761	-40,155	-983,798	52,60935	4,617	-40,155	1,761	1a	-20052,4	890,707	57,978	-502,885	22,056		
Wind, 10	GW / opgv	2226	852	-19378	0	0	0	2,226	0,852	-19,378	-1112,88	50,62212	2,226	-19,378	0,852	Wind angle:	0	dgr					
Permaner	380C1F1	17045	6483	-147784	0	0	0	17,045	6,483	-147,784	-7241,42	317,667	17,045	-147,784	6,483								
Wind ang	380C1F2	17045	6481	-147784	0	0	0	17,045	6,481	-147,784	-5985,25	262,4805	17,045	-147,784	6,481								
	380C1F3	17045	6479	-147784	0	0	0	17,045	6,479	-147,784	-4729,09	207,328	17,045	-147,784	6,479								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1b	Comp. gl	4615	1970	-45077	0	0	0	4,615	1,97	-45,077	-1104,39	57,72575	4,615	-45,077	1,97	1b	-22993,2	1016,275	57,948	-576,357	25,194		
Wind, -20	GW / opgv	2225	961	-21970	0	0	0	2,225	0,961	-21,97	-1261,74	56,88123	2,225	-21,97	0,961	Wind angle:	0	dgr					
Permaner	380C1F1	17036	7422	-169770	0	0	0	17,036	7,422	-169,77	-8318,73	363,678	17,036	-169,77	7,422								
Wind ang	380C1F2	17036	7421	-169770	0	0	0	17,036	7,421	-169,77	-6875,69	300,5505	17,036	-169,77	7,421								
	380C1F3	17036	7420	-169770	0	0	0	17,036	7,42	-169,77	-5432,64	237,44	17,036	-169,77	7,42								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
3	Comp. gl	7762	2793	-63692	0	0	0	7,762	2,793	-63,692	-1560,45	84,3406	7,762	-63,692	2,793	3	-24889,5	1109,341	70,964	-626,646	27,455		
Wind+ice,	GW / opgv	3796	1374	-31270	0	0	0	3,796	1,374	-31,27	-1795,84	81,79378	3,796	-31,27	1,374	Wind angle:	0	dgr					
Permaner	380C1F1	19802	7765	-177228	0	0	0	19,802	7,765	-177,228	-8684,17	380,485	19,802	-177,228	7,765								
Wind ang	380C1F2	19802	7763	-177228	0	0	0	19,802	7,763	-177,228	-7177,73	314,4015	19,802	-177,228	7,763								
	380C1F3	19802	7760	-177228	0	0	0	19,802	7,76	-177,228	-5671,3	248,32	19,802	-177,228	7,76								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
4	Comp. gl	5821	2154	-49285	0	0	0	5,821	2,154	-49,285	-1207,48	64,70605	5,821	-49,285	2,154	4	-22951,9	1017,419	67,002	-576,156	25,186		
Construct	GW / opgv	2828	1049	-23990	0	0	0	2,828	1,049	-23,99	-1377,75	62,39335	2,828	-23,99	1,049	Wind angle:	0	dgr					
Permaner	380C1F1	19451	7328	-167627	0	0	0	19,451	7,328	-167,627	-8213,72	359,072	19,451	-167,627	7,328								
Wind ang	380C1F2	19451	7328	-167627	0	0	0	19,451	7,328	-167,627	-6788,89	296,784	19,451	-167,627	7,328								
	380C1F3	19451	7327	-167627	0	0	0	19,451	7,327	-167,627	-5364,06	234,464	19,451	-167,627	7,327								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
6	Comp. gl	5195	1931	-44221	0	0	0	5,195	1,931	-44,221	-1083,41	57,95925	5,195	-44,221	1,931	6	-22046,3	975,0658	65,231	-552,897	24,139		
Permaner	GW / opgv	2505	932	-21353	0	0	0	2,505	0,932	-21,353	-1226,3	55,42856	2,505	-21,353	0,932	0							
Permaner	380C1F1	19177	7092	-162441	0	0	0	19,177	7,092	-162,441	-7959,61	347,508	19,177	-162,441	7,092								
	380C1F2	19177	7092	-162441	0	0	0	19,177	7,092	-162,441	-6578,86	287,226	19,177	-162,441	7,092								
	380C1F3	19177	7092	-162441	0	0	0	19,177	7,092	-162,441	-5198,11	226,944	19,177	-162,441	7,092								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1a	Comp. gl	4618	4106	-43575	0	0	0	4,618	4,106	-43,575	-1067,59	110,0639	4,618	-43,575	4,106	1a	-21893	2119,533	57,983	-547,382	52,27		
Wind, 10	GW / opgv	2226	2577	-22837	0	0	0	2,226	2,577	-22,837	-1311,53	149,6889	2,226	-22,837	2,577	Wind angle:	45	dgr					
Permaner	380C1F1	17047	15962	-162308	0	0	0	17,047	15,962	-162,308	-7953,09	782,138	17,047	-162,308	15,962								
Wind ang	380C1F2	17046	15252	-160427	0	0	0	17,046	15,252	-160,427	-6497,29	617,706	17,046	-160,427	15,252								
	380C1F3	17046	14373	-158235	0	0	0	17,046	14,373	-158,235	-5063,52	459,936	17,046	-158,235	14,373								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1b	Comp. gl	4615	2661	-45417	0	0	0	4,615	2,661	-45,417	-1112,72	74,65525	4,615	-45,417	2,661	1b	-23178,3	1377,539	57,948	-580,813	34,083		
Wind, -20	GW / opgv	2225	1462	-22344	0	0	0	2,225	1,462	-22,344	-1283,22	85,65366	2,225	-22,344	1,462	Wind angle:	45	dgr					
Permaner	380C1F1	17036	10205	-171233	0	0	0	17,036	10,205	-171,233	-8390,42	500,045	17,036	-171,233	10,205								
Wind ang	380C1F2	17036	10003	-171027	0	0	0	17,036	10,003	-171,027	-6926,59	405,1215	17,036	-171,027	10,003								
	380C1F3	17036	9752	-170792	0	0	0	17,036	9,752	-170,792	-5465,34	312,064	17,036	-170,792	9,752								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
3	Comp. gl	7762	6450	-68138	0	0	0	7,762	6,45	-68,138	-1669,38	173,9371	7,762	-68,138	6,45	3	-26246,1	2259,1	70,968	-659,462	55,889		
Wind+ice,	GW / opgv	3796	4058	-35760	0	0	0	3,796	4,058	-35,76	-2053,7	235,9359	3,796	-35,76	4,058	Wind angle:	45	dgr					
Permaner	380C1F1	19804	15768	-186490	0	0	0	19,804	15,768	-186,49	-9138,01	772,632	19,804	-186,49	15,768								
Wind ang	380C1F2	19803	15174	-185252	0	0	0	19,803	15,174	-185,252	-7502,71	614,547	19,803	-185,252	15,174								
	380C1F3	19803	14439	-183822	0	0	0	19,803	14,439	-183,822	-5882,3	462,048	19,803	-183,822	14,439								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
4	Comp. gl	5821	2840	-49522	0	0	0	5,821	2,84	-49,522	-1213,29	81,51305	5,821	-49,522	2,84	4	-23097	1377,123	67,002	-579,648	34,037		
Construct	GW / opgv	2828	1545	-24251	0	0	0	2,828	1,545	-24,251	-1392,73	90,87863	2,828	-24,251	1,545	Wind angle:	45	dgr					
Permaner	380C1F1	19451	10101	-168800	0	0	0	19,451	10,101	-168,8	-8271,2	494,949	19,451	-168,8	10,101								
Wind ang	380C1F2	19451	9900	-168633	0	0	0	19,451	9,9	-168,633	-6829,64	400,95	19,451	-168,633	9,9								
	380C1F3	19451	9651	-168442	0	0	0	19,451	9,651	-168,442	-5390,14	308,832	19,451	-168,442	9,651								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1a	Comp. gl	4618	6249	-50434	0	0	0	4,618	6,249	-50,434	-1235,63	162,5674	4,618	-50,434	6,249	1a	-25500,1	3241,123	57,994	-635,209	79,837		
Wind, 10	GW / opgv	2227	4162	-28849	0	0	0	2,227	4,162	-28,849	-1656,8	240,7162	2,227	-28,849	4,162	Wind angle:	90	dgr					
Permaner	380C1F1	17050	24622	-190595	0	0	0	17,05	24,622	-190,595	-9339,16	1206,478	17,05	-190,595	24,622								
Wind ang	380C1F2	17050	23251	-185638	0	0	0	17,05	23,251	-185,638	-7518,34	941,6655	17,05	-185,638	23,251								
	380C1F3	17049	21553	-179693	0	0	0	17,049	21,553	-179,693	-5750,18	689,696	17,049	-179,693	21,553								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1b	Comp. gl	4615	3264	-46248	0	0	0	4,615	3,264	-46,248	-1133,08	89,42875	4,615	-46,248	3,264	1b	-23628,2	1693,561	57,948	-591,669	41,853		
Wind, -20	GW / opgv	2225	1906	-23220	0	0	0	2,225	1,906	-23,22	-1333,52	111,1526	2,225	-23,22	1,906	Wind angle:	90	dgr					
Permaner	380C1F1	17036	12643	-174784	0	0	0	17,036	12,643	-174,784	-8564,42	619,507	17,036	-174,784	12,643								
Wind ang	380C1F2	17036	12258	-174101	0	0	0	17,036	12,258	-174,101	-7051,09	496,449	17,036	-174,101	12,258								
	380C1F3	17036	11782	-173316	0	0	0	17,036	11,782	-173,316	-5546,11	377,024	17,036	-173,316	11,782								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
3	Comp. gl	7764	9752	-77198	0	0	0	7,764	9,752	-77,198	-1891,35	254,8402	7,764	-77,198	9,752	3	-29052,8	3297,148	70,979	-727,934	81,545		
Wind+ice,	GW / opgv	3798	6497	-43749	0	0	0	3,798	6,497	-43,749	-2512,51	376,0092	3,798	-43,749	6,497	Wind angle:	90	dgr					
Permaner	380C1F1	19806	23003	-206105	0	0	0	19,806	23,003	-206,105	-10099,1	1127,147	19,806	-206,105	23,003								
Wind ang	380C1F2	19806	21856	-202544	0	0	0	19,806	21,856	-202,544	-8203,03	885,168	19,806	-202,544	21,856								
	380C1F3	19805	20437	-198338	0	0	0	19,805	20,437	-198,338	-6346,82	653,984	19,805	-198,338	20,437								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
4	Comp. gl	5821	3433	-50119	0	0	0	5,821	3,433	-50,119	-1227,92	96,04155	5,821	-50,119	3,433	4	-23457,3	1689,341	67,002	-588,338	41,715		
Construct	GW / opgv	2828	1979	-24882	0	0	0	2,828	1,979	-24,882	-1428,97	115,8033	2,828	-24,882	1,979	Wind angle:	90	dgr					
Permaner	380C1F1	19451	12511	-171700	0	0	0	19,451	12,511	-171,7	-8413,3	613,039	19,451	-171,7	12,511								
Wind ang	380C1F2	19451	12131	-171140	0	0	0	19,451	12,131	-171,14	-6931,17	491,3055	19,451	-171,14	12,131								
	380C1F3	19451	11661	-170497	0	0	0	19,451	11,661	-170,497	-5455,9	373,152	19,451	-170,497	11,661								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1a	Comp. gl	4618	3710	-42599	0	0	0	4,618	3,71	-42,599	-1043,68	100,3619	4,618	-42,599	3,71	1a	-21372,1	1912,012	57,982	-534,758	47,17		
Wind, 10	GW / opgv	2226	2283	-21897	0	0	0	2,226	2,283	-21,897	-1257,54	132,8045	2,226	-21,897	2,283	Wind angle:	45	dgr					
Permaner	380C1F1	17046	14360	-158203	0	0	0	17,046	14,36	-158,203	-7751,95	703,64	17,046	-158,203	14,36								
Wind ang	380C1F2	17046	13772	-156827	0	0	0	17,046	13,772	-156,827	-6351,49	557,766	17,046	-156,827	13,772								
	380C1F3	17046	13045	-155232	0	0	0	17,046	13,045	-155,232	-4967,42	417,44	17,046	-155,232	13,045								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1b	Comp. gl	4615	2548	-45313	0	0	0	4,615	2,548	-45,313	-1110,17	71,88675	4,615	-45,313	2,548	1b	-23122	1318,288	57,948	-579,457	32,626		
Wind, -20	GW / opgv	2225	1379	-22232	0	0	0	2,225	1,379	-22,232	-1276,78	80,88697	2,225	-22,232	1,379	Wind angle:	45	dgr					
Permaner	380C1F1	17036	9748	-170789	0	0	0	17,036	9,748	-170,789	-8368,66	477,652	17,036	-170,789	9,748								
Wind ang	380C1F2	17036	9580	-170644	0	0	0	17,036	9,58	-170,644	-6911,08	387,99	17,036	-170,644	9,58								
	380C1F3	17036	9371	-170479	0	0	0	17,036	9,371	-170,479	-5455,33	299,872	17,036	-170,479	9,371								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
3	Comp. gl	7762	5837	-66862	0	0	0	7,762	5,837	-66,862	-1638,12	158,9186	7,762	-66,862	5,837	3	-25855,6	2066,593	70,967	-649,989	51,131		
Wind+ice,	GW / opgv	3796	3604	-34528	0	0	0	3,796	3,604	-34,528	-1982,94	209,8627	3,796	-34,528	3,604	Wind angle:	45	dgr					
Permaner	380C1F1	19803	14428	-183802	0	0	0	19,803	14,428	-183,802	-9006,3	706,972	19,803	-183,802	14,428								
Wind ang	380C1F2	19803	13936	-182911	0	0	0	19,803	13,936	-182,911	-7407,9	564,408	19,803	-182,911	13,936								
0	380C1F3	19803	13326	-181886	0	0	0	19,803	13,326	-181,886	-5820,35	426,432	19,803	-181,886	13,326								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
4	Comp. gl	5821	2728	-49448	0	0	0	5,821	2,728	-49,448	-1211,48	78,76905	5,821	-49,448	2,728	4	-23052,3	1318,343	67,002	-578,57	32,591		
Construct	GW / opgv	2828	1464	-24172	0	0	0	2,828	1,464	-24,172	-1388,2	86,2268	2,828	-24,172	1,464	Wind angle:	45	dgr					
Permaner	380C1F1	19451	9647	-168439	0	0	0	19,451	9,647	-168,439	-8253,51	472,703	19,451	-168,439	9,647								
Wind ang	380C1F2	19451	9480	-168322	0	0	0	19,451	9,48	-168,322	-6817,04	383,94	19,451	-168,322	9,48								
	380C1F3	19451	9272	-168189	0	0	0	19,451	9,272	-168,189	-5382,05	296,704	19,451	-168,189	9,272								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1a	Comp. gl	3462	1387	-31599	0	0	0	3,462	1,387	-31,599	-774,176	41,0786	3,462	-31,599	1,387	1a	-15846,6	704,2436	43,474	-397,393	17,449		
Wind, 10	GW / opgv	1669	670	-15226	0	0	0	1,669	0,67	-15,226	-874,429	39,74654	1,669	-15,226	0,67	Wind angle:	0	dgr					
Permaner	380C1F1	12781	5133	-116856	0	0	0	12,781	5,133	-116,856	-5725,94	251,517	12,781	-116,856	5,133								
Wind ang	380C1F2	12781	5131	-116856	0	0	0	12,781	5,131	-116,856	-4732,67	207,8055	12,781	-116,856	5,131								
	380C1F3	12781	5128	-116856	0	0	0	12,781	5,128	-116,856	-3739,39	164,096	12,781	-116,856	5,128								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1b	Comp. gl	3461	1577	-36072	0	0	0	3,461	1,577	-36,072	-883,764	45,73155	3,461	-36,072	1,577	1b	-18567,8	820,3014	43,451	-465,367	20,349		
Wind, -20	GW / opgv	1668	769	-17575	0	0	0	1,668	0,769	-17,575	-1009,33	45,43135	1,668	-17,575	0,769	Wind angle:	0	dgr					
Permaner	380C1F1	12774	6002	-137240	0	0	0	12,774	6,002	-137,24	-6724,76	294,098	12,774	-137,24	6,002								
Wind ang	380C1F2	12774	6001	-137240	0	0	0	12,774	6,001	-137,24	-5558,22	243,0405	12,774	-137,24	6,001								
	380C1F3	12774	6000	-137240	0	0	0	12,774	6	-137,24	-4391,68	192	12,774	-137,24	6								
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								

| | | |

| | | |

3	Comp. gl	6607	6166	-61652	0	0	0	6,607	6,166	-61,652	-1510,47	164,6114	6,607	-61,652	6,166	3	-8290,55	3299,323	95,313	-182,478	82,994					
Wind+ice, GW / opgv		3239	3937	-32993	0	0	0	3,239	3,937	-32,993	-1894,79	228,5636	3,239	-32,993	3,937	Wind angle:	45 dgr									
Permaner	380C1F1	15540	14587	-159465	0	0	0	15,54	14,587	-159,465	-7813,79	714,763	15,54	-159,465	14,587											
Wind ang	380C1F2	15540	13976	-157840	15539	12705	154736	31,079	26,681	-3,104	-125,712	1080,581	31,079	-3,104	26,681											
	380C1F3	15539	13221	-155949	15539	12080	153364	31,078	25,301	-2,585	-82,72	809,632	31,078	-2,585	25,301											
	150C1F1	0	0	0	3885	3302	38980	3,885	3,302	38,98	1910,02	183,1655	3,885	38,98	3,302											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3885	3020	38341	3,885	3,02	38,341	1226,912	118,0075	3,885	38,341	3,02											
4	Comp. gl	4665	2492	-41555	0	0	0	4,665	2,492	-41,555	-1018,1	70,61725	4,665	-41,555	2,492	4	-6238,73	1993,987	90,46	-132,769	49,891					
Constructi	GW / opgv	2271	1378	-20433	0	0	0	2,271	1,378	-20,433	-1173,47	80,8645	2,271	-20,433	1,378	Wind angle:	45 dgr									
Permaner	380C1F1	15186	8813	-139326	0	0	0	15,186	8,813	-139,326	-6826,97	431,837	15,186	-139,326	8,813											
Wind ang	380C1F2	15186	8610	-139095	15186	8184	138665	30,372	16,794	-0,43	-17,415	680,157	30,372	-0,43	16,794											
	380C1F3	15186	8358	-138831	15186	7974	138479	30,372	16,332	-0,352	-11,264	522,624	30,372	-0,352	16,332											
	150C1F1	0	0	0	3797	2088	34707	3,797	2,088	34,707	1700,643	123,1955	3,797	34,707	2,088											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3797	1994	34620	3,797	1,994	34,62	1107,84	84,6915	3,797	34,62	1,994											
1a	Comp. gl	3463	6009	-44934	0	0	0	3,463	6,009	-44,934	-1100,88	154,3197	3,463	-44,934	6,009	1a	-7692,08	5182,787	75,451	-161,049	131,067					
Wind, 10 r	GW / opgv	1670	4076	-26872	0	0	0	1,67	4,076	-26,872	-1543,26	235,3539	1,67	-26,872	4,076	Wind angle:	90 dgr									
Permaner	380C1F1	12786	23805	-171934	0	0	0	12,786	23,805	-171,934	-8424,77	1166,445	12,786	-171,934	23,805											
Wind ang	380C1F2	12785	22393	-166026	12785	22393	166026	25,57	44,786	0	0	1813,833	25,57	0	44,786											
	380C1F3	12785	20640	-158830	12785	20640	158830	25,57	41,28	0	0	1320,96	25,57	0	41,28											
	150C1F1	0	0	0	3196	5951	42983	3,196	5,951	42,983	2106,167	309,177	3,196	42,983	5,951											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3196	5160	39708	3,196	5,16	39,708	1270,656	182,698	3,196	39,708	5,16											
1b	Comp. gl	3461	2893	-37768	0	0	0	3,461	2,893	-37,768	-925,316	77,97355	3,461	-37,768	2,893	1b	-6207,72	2543,349	75,389	-129,891	64,098					
Wind, -20	GW / opgv	1669	1737	-19345	0	0	0	1,669	1,737	-19,345	-1110,98	101,0244	1,669	-19,345	1,737	Wind angle:	90 dgr									
Permaner	380C1F1	12775	11320	-144512	0	0	0	12,775	11,32	-144,512	-7081,09	554,68	12,775	-144,512	11,32											
Wind ang	380C1F2	12774	10923	-143544	12774	10923	143544	25,548	21,846	0	0	884,763	25,548	0	21,846											
	380C1F3	12774	10432	-142426	12774	10432	142426	25,548	20,864	0	0	667,648	25,548	0	20,864											
	150C1F1	0	0	0	3194	2830	36128	3,194	2,83	36,128	1770,272	156,237	3,194	36,128	2,83											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3194	2608	35606	3,194	2,608	35,606	1139,392	101,023	3,194	35,606	2,608											
3	Comp. gl	6608	9529	-72110	0	0	0	6,608	9,529	-72,11	-1766,7	247,0069	6,608	-72,11	9,529	3	-9541,5	5097,045	95,329	-208,435	128,863					
Wind+ice, GW / opgv		3241	6414	-41862	0	0	0	3,241	6,414	-41,862	-2404,13	370,8192	3,241	-41,862	6,414	Wind angle:	90 dgr									
Permaner	380C1F1	15543	22042	-184145	0	0	0	15,543	22,042	-184,145	-9023,11	1080,058	15,543	-184,145	22,042											
Wind ang	380C1F2	15542	20861	-179791	15542	20861	179791	31,084	41,722	0	0	1689,741	31,084	0	41,722											
	380C1F3	15541	19398	-174585	15541	19398	174585	31,082	38,796	0	0	1241,472	31,082	0	38,796											
	150C1F1	0	0	0	3886	5511	46036	3,886	5,511	46,036	2255,764	291,412	3,886	46,036	5,511											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3885	4849	43646	3,885	4,849	43,646	1396,672	176,5355	3,885	43,646	4,849											
4	Comp. gl	4665	3094	-42346	0	0	0	4,665	3,094	-42,346	-1037,48	85,36625	4,665	-42,346	3,094	4	-6390,48	2553,878	90,465	-135,648	64,165					
Constructi	GW / opgv	2271	1821	-21255	0	0	0	2,271	1,821	-21,255	-1220,67	106,306	2,271	-21,255	1,821	Wind angle:	90 dgr									
Permaner	380C1F1	15187	11269	-143280	0	0	0	15,187	11,269	-143,28	-7020,72	552,181	15,187	-143,28	11,269											
Wind ang	380C1F2	15187	10881	-142523	15187	10881	142523	30,374	21,762	0	0	881,361	30,374	0	21,762											
	380C1F3	15187	10401	-141650	15187	10401	141650	30,374	20,802	0	0	665,664	30,374	0	20,802											
	150C1F1	0	0	0	3797	2817	35820	3,797	2,817	35,82	1755,18	158,9165	3,797	35,82	2,817											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3797	2600	35413	3,797	2,6	35,413	1133,216	104,0835	3,797	35,413	2,6											
1a	Comp. gl	3463	3379	-35022	0	0	0	3,463	3,379	-35,022	-858,039	89,84665	3,463	-35,022	3,379	1a	-5313,5	3065,017	75,434	-109,091	77,444					
Wind, 10 r	GW / opgv	1669	2140	-18636	0	0	0	1,669	2,14	-18,636	-1070,27	124,1686	1,669	-18,636	2,14	Wind angle:	-45 dgr									
Permaner	380C1F1	12782	13189	-131415	0	0	0	12,782	13,189	-131,415	-6439,34	646,261	12,782	-131,415	13,189											
Wind ang	380C1F2	12782	12580	-129558	12782	14113	134385	25,564	26,693	4,827	195,4935	1081,067	25,564	4,827	26,693											
	380C1F3	12782	11828	-127384	12782	13202	131458	25,564	25,03	4,074	130,368	800,96	25,564	4,074	25,03											
	150C1F1	0	0	0	3196	3712	34217	3,196	3,712	34,217	1676,633	199,466	3,196	34,217	3,712											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3196	3301	32864	3,196	3,301	32,864	1051,648	123,21	3,196	32,864	3,301											
1b	Comp. gl	3461	2159	-36425	0	0	0	3,461	2,159	-36,425	-892,413	59,99055	3,461	-36,425	2,159	1b	-5867,87	1950,919	75,386	-122,581	49,1					
Wind, -20	GW / opgv	1668	1192	-17961	0	0	0	1,668	1,192	-17,961	-1031,5	69,72424	1,668	-17,961	1,192	Wind angle:	-45 dgr									
Permaner	380C1F1	12774	8350	-138766	0	0	0	12,774	8,35	-138,766	-6799,53	409,15	12,774	-138,766	8,35											
Wind ang	380C1F2	12774	8178	-138553	12774	8609	139116	25,548	16,787	0,563	22,8015	679,8735	25,548	0,563	16,787											
	380C1F3	12774	7966	-138310	12774	8354	138771	25,548	16,32	0,461	14,752	522,24	25,548	0,461	16,32											
	150C1F1	0	0	0	3194	2204	34854	3,194	2,204	34,854	1707,846	125,563	3,194	34,854	2,204											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3193	2088	34693	3,193	2,088	34,693	1110,176	84,3775	3,193	34,693	2,088											
3	Comp. gl	6606	5542	-60127	0	0	0	6,606	5,542	-60,127	-1473,11	149,3213	6,606	-60,127	5,542	3	-7516,68	3215,995	95,311	-163,073	81,16					
Wind+ice, GW / opgv		3239	3474	-31567	0	0	0	3,239	3,474	-31,567	-1812,89	201,9735	3,239	-31,567	3,474	Wind angle:	-45 dgr									
Permaner	380C1F1	15539	13210	-155921	0	0	0	15,539	13,21	-155,921	-7640,13	647,29	15,539	-155,921	13,21											
Wind ang	380C1F2	15539	12705	-154736	15540	13976	157840	31,079	26,681	3,104	125,712	1080,581	31,079	3,104	26,681											
0	380C1F3	15539	12080	-153364	15539	13221	155949	31,078	25,301	2,585	82,72	809,632	31,078	2,585	25,301											
	150C1F1	0	0	0	3885	3647	39866	3,885	3,647	39,866	1953,434	200,0705	3,885	39,866	3,647											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3885	3305	38987	3,885	3,305	38,987	1247,584	127,1275	3,885	38,987	3,305											
4	Comp. gl	4665	2379	-41456	0	0	0	4,665	2,379	-41,456	-1015,67	67,84875	4,665	-41,456	2,379	4	-6139,58	1972,693	90,46	-130,29	49,447					
Constructi	GW / opgv	2271	1296	-20328	0	0	0	2,271	1,296	-20,328	-1167,44	76,15524	2,271	-20,328	1,296	Wind angle:	-45 dgr									
Permaner	380C1F1	15186	8354	-138827	0	0	0	15,186	8,354	-138,827	-6802,52	409,346	15,186	-138,827	8,354											
Wind ang	380C1F2	15186	8184	-138665	15186	8610	139095	30,372	16,794	0,43	17,415	680,157	30,372	0,43	16,794											
	380C1F3	15186	7974	-138479	15186	8358	138831	30,372	16,332	0,352	11,264	522,624	30,372	0,352	16,332											
	150C1F1	0	0	0	3797	2203	34831	3,797	2,203	34,831	1706,719	128,8305	3,797	34,831	2,203											
	150C1F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F3	0	0	0	3797	2089	34708	3,797	2,089	34,708	1110,656	87,7315	3,797	34,708	2,089											
1a	Comp. gl	4617	1761	-40155	4617	1761	40155	9,234	3,522	0	0	105,2187	9,234	0	3,522	1a	-9218,03	1400,651	86,127	-258,622	32,772					
Wind, 10 r	GW / opgv	2226	852	-19378	2226	852	19378	4,452	1,704	0	0	101,2442	4,452	0	1,704	Wind angle:	0 dgr									
Permaner	380C1F1	17045	6483	-147784	17045	6483	147784	34,09	12,966	0	0	635,334	34,09	0	12,966											
Wind ang	380C1F2	17045	6481	-147784	0	0	0	17,045	6,481	-147,784	-5985,25	262,4805	17,045	-147,784	6,481											
	380C1F3	17045	6479	-147784	0	0	0	17,045	6,479	-147,784	-4729,09	207,328	17,045	-147,784	6,479											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4261	1620	36946	4,261	1,62	36,946	1496,313	89,0455	4,261	36,946	1,62											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
1b	Comp. gl	4615	1970	-45077	4615	1970	45077	9,23	3,94	0	0	115,4515	9,23	0	3,94	1b	-10589,4	1593,112	86,083	-297,097	37,402					
Wind, -20	GW / opgv	2225	961	-21970	2225	961	21970	4,45	1,922	0	0	113,7625	4,45	0	1,922	Wind angle:	0 dgr									
Permaner	380C1F1	17036	7422	-169770	17036	7422	169770	34,072	14,844	0	0	727,356	34,072	0	14,844											
Wind ang	380C1F2	17036	7421	-169770	0	0	0	17,036	7,421	-169,77	-6875,69	300,5505	17,036	-169,77	7,421											
	380C1F3	17036	7420	-169770	0	0	0	17,036	7,42	-169,77	-5432,64	237,44	17,036	-169,77	7,42											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4259	1855	42443	4,259	1,855	42,443	1718,942	98,552	4,259	42,443	1,855											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
3	Comp. gl	7762	2793	-63692	7762	2793	63692	15,524	5,586	0	0	168,6812	15,524	0	5,586	3	-11054,6	1761,801	107,275	-310,149	41,328					
Wind+ice, GW / opgv		3796	1374	-31270	3796	1374	31270	7,592	2,748	0	0	163,5876	7,592	0	2,748	Wind angle:	0 dgr									
Permaner	380C1F1	19802	7765	-177228	19802	7765	177228	39,604	15,53	0	0	760,97	39,604	0	15,53											
Wind ang	380C1F2	19802	7763	-177228	0	0	0	19,802	7,763	-177,228	-7177,73	314,4015	19,802	-177,228	7,763											
	380C1F3	19802	7760	-177228	0	0	0	19,802	7,76	-177,228	-5671,3	248,32	19,802	-177,228	7,76											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4951	1941	44307	4,951	1,941	44,307	1794,434	105,841	4,951	44,307	1,941											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
4	Comp. gl	5821	2154	-49285	5821	2154	49285	11,642	4,308	0	0	129,4121	11,642	0	4,308	4	-10455,7	1604,533	99,965	-293,347	37,549					
Constructi	GW / opgv	2828	1049	-23990	2828	1049	23990	5,656	2,098	0	0	124,7867	5,656	0	2,098	Wind angle:	0 dgr									
Permaner	380C1F1	19451	7328	-167627	19451	7328	167627	38,902	14,656	0	0	718,144	38,902	0	14,656											
Wind ang	380C1F2	19451	7328	-167627	0	0	0	19,451	7,328	-167,627	-6788,89	296,784	19,451	-167,627	7,328											
	380C1F3	19451	7327	-167627	0	0	0	19,451	7,327	-167,627	-5364,06	234,464	19,451	-167,627	7,327											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4863	1832	41907	4,863	1,832	41,907	1697,234	100,9425	4,863	41,907	1,832											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
6	Comp. gl	5195	1931	-44221	5195	1931	44221	10,39	3,862	0	0	115,9185	10,39	0	3,862	6	-10132,3	1534,135	96,902	-284,272	35,867					
Permaner	GW / opgv	2505	932	-21353	2505	932	21353	5,01	1,864	0	0	110,8571	5,01	0	1,864	0										
Permaner	380C1F1	19177	7092	-162441	19177	7092	162441	38,354	14,184	0	0	695,016	38,354	0	14,184											
	380C1F2	19177	7092	-162441	0	0	0	19,177	7,092	-162,441	-6578,86	287,226	19,177	-162,441	7,092											
	380C1F3	19177	7092	-162441	0	0	0	19,177	7,092	-162,441	-5198,11	226,944	19,177	-162,441	7,092											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4794	1773	40610	4,794	1,773	40,61	1644,705	98,1735	4,794	40,61	1,773											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
1a	Comp. gl	4618	4106	-43575	4618	3710	42599	9,236	7,816	-0,976	-23,912	210,4258	9,236	-0,976	7,816	1a	-10252	3219,216	86,134	-285,476	76,066					
Wind, 10 r	GW / opgv	2226	2577	-22837	2226	2283	21897	4,452	4,86	-0,94	-53,9842	282,4933	4,452	-0,94	4,86	Wind angle:	45 dgr									
Permaner	380C1F1	17047	15962	-162308	17046	14360	158203	34,093	30,322	-4,105	-201,145	1485,778	34,093	-4,105	30,322											
Wind ang	380C1F2	17046	15252	-160427	0	0	0	17,046	15,252	-160,427	-6497,29	617,706	17,046	-160,427	15,252											
	380C1F3	17046	14373	-158235	0	0	0	17,046	14,373	-158,235	-5063,52	459,936	17,046	-158,235	14,373											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4261	3443	39207	4,261	3,443	39,207	1587,884	162,877	4,261	39,207	3,443											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
1b	Comp. gl	4615	2661	-45417	4615	2548	45313	9,23	5,209	-0,104	-2,548	146,542	9,23	-0,104	5,209	1b	-10694,9	2128,387	86,083	-299,818	50,153					
Wind, -20	GW / opgv	2225	1462	-22344	2225	1379	22232	4,45	2,841	-0,112	-6,43216	166,5406	4,45	-0,112	2,841	Wind angle:	45 dgr									
Permaner	380C1F1	17036	10205	-171233	17036	9748	170789	34,072	19,953	-0,444	-21,756	977,697	34,072	-0,444	19,953											
Wind ang	380C1F2	17036	10003	-171027	0	0	0	17,036	10,003	-171,027	-6926,59	405,1215	17,036	-171,027	10,003											
	380C1F3	17036	9752	-170792	0	0	0	17,036	9,752	-170,792	-5465,34	312,064	17,036	-170,792	9,752											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4259	2395	42661	4,259	2,395	42,661	1727,771	120,422	4,259	42,661	2,395											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
3	Comp. gl	7762	6450	-68138	7762	5837	66862	15,524	12,287	-1,276	-31,262	332,8557	15,524	-1,276	12,287	3	-11766,8	3503,186	107,28	-328,542	83,242					
Wind+ice, GW / opgv		3796	4058	-35760	3796	3604	34528	7,592	7,662	-1,232	-70,7538	445,7986	7,592	-1,232	7,662	Wind angle:	45 dgr									
Permaner	380C1F1	19804	15768	-186490	19803	14428	183802	39,607	30,196	-2,688	-131,712	1479,604	39,607	-2,688	30,196											
Wind ang	380C1F2	19803	15174	-185252	0	0	0	19,803	15,174	-185,252	-7502,71	614,547	19,803	-185,252	15,174											
	380C1F3	19803	14439	-183822	0	0	0	19,803	14,439	-183,822	-5882,3	462,048	19,803	-183,822	14,439											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4951	3484	45728	4,951	3,484	45,728	1851,984	168,3325	4,951	45,728	3,484											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
4	Comp. gl	5821	2840	-49522	5821	2728	49448	11,642	5,568	-0,074	-1,813	160,2821	11,642	-0,074	5,568	4	-10539,5	2137,553	99,965	-295,508	50,246					
Constructi	GW / opgv	2828	1545	-24251	2828	1464	24172	5,656	3,009	-0,079	-4,51697	177,1054	5,656	-0,079	3,009	Wind angle:	45 dgr									
Permaner	380C1F1	19451	10101	-168800	19451	9647	168439	38,902	19,748	-0,361	-17,689	967,652	38,902	-0,361	19,748											
Wind ang	380C1F2	19451	9900	-168633	0	0	0	19,451	9,9	-168,633	-6829,64	400,95	19,451	-168,633	9,9											
	380C1F3	19451	9651	-168442	0	0	0	19,451	9,651	-168,442	-5390,14	308,832	19,451	-168,442	9,651											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4863	2370	42081	4,863	2,37	42,081	1704,281	122,7315	4,863	42,081	2,37											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
1a	Comp. gl	4618	6249	-50434	4618	6249	50434	9,236	12,498	0	0	325,1348	9,236	0	12,498	1a	-11389	5109,752	86,151	-318,922	120,683					
Wind, 10 r	GW / opgv	2227	4162	-28849	2227	4162	28849	4,454	8,324	0	0	481,4324	4,454	0	8,324	Wind angle:	90 dgr									
Permaner	380C1F1	17050	24622	-190595	17050	24622	190595	34,1	49,244	0	0	2412,956	34,1	0	49,244											
Wind ang	380C1F2	17050	23251	-185638	0	0	0	17,05	23,251	-185,638	-7518,34	941,6655	17,05	-185,638	23,251											

Pagina

	380C1F3	17049	21553	-179693	0	0	0	17,049	21,553	-179,693		-5750,18	689,696	17,049	-179,693	21,553											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4262	5813	46409	4,262	5,813	46,409		1879,565	258,8675	4,262	46,409	5,813											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
1b	Comp. gl	4615	3264	-46248	4615	3264	46248	9,23	6,528	0		0	178,8575	9,23	0	6,528	1b	-10834,4	2661,207	86,083	-303,892	62,731					
Wind, -20	GW / opg	2225	1906	-23220	2225	1906	23220	4,45	3,812	0		0	222,3052	4,45	0	3,812	Wind angle:	90	dgr								
Permaner	380C1F1	17036	12643	-174784	17036	12643	174784	34,072	25,286	0		0	1239,014	34,072	0	25,286											
Wind ang	380C1F2	17036	12258	-174101	0	0	0	17,036	12,258	-174,101		-7051,09	496,449	17,036	-174,101	12,258											
	380C1F3	17036	11782	-173316	0	0	0	17,036	11,782	-173,316		-5546,11	377,024	17,036	-173,316	11,782											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4259	3065	43525	4,259	3,065	43,525		1762,763	147,557	4,259	43,525	3,065											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
3	Comp. gl	7764	9752	-77198	7764	9752	77198	15,528	19,504	0		0	509,6804	15,528	0	19,504	3	-12499,1	5303,667	107,298	-350,246	126,261					
Wind+ice,	GW / opg	3798	6497	-43749	3798	6497	43749	7,596	12,994	0		0	752,0184	7,596	0	12,994	Wind angle:	90	dgr								
Permaner	380C1F1	19806	23003	-206105	19806	23003	206105	39,612	46,006	0		0	2254,294	39,612	0	46,006											
Wind ang	380C1F2	19806	21856	-202544	0	0	0	19,806	21,856	-202,544		-8203,03	885,168	19,806	-202,544	21,856											
	380C1F3	19805	20437	-198338	0	0	0	19,805	20,437	-198,338		-6346,82	653,984	19,805	-198,338	20,437											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4951	5464	50636	4,951	5,464	50,636		2050,758	248,5225	4,951	50,636	5,464											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
4	Comp. gl	5821	3433	-50119	5821	3433	50119	11,642	6,866	0		0	192,0831	11,642	0	6,866	4	-10654,3	2663,808	99,965	-298,852	62,671					
Construct	GW / opg	2828	1979	-24882	2828	1979	24882	5,656	3,958	0		0	231,6065	5,656	0	3,958	Wind angle:	90	dgr								
Permaner	380C1F1	19451	12511	-171700	19451	12511	171700	38,902	25,022	0		0	1226,078	38,902	0	25,022											
Wind ang	380C1F2	19451	12131	-171140	0	0	0	19,451	12,131	-171,14		-6931,17	491,3055	19,451	-171,14	12,131											
	380C1F3	19451	11661	-170497	0	0	0	19,451	11,661	-170,497		-5455,9	373,152	19,451	-170,497	11,661											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4863	3033	42785	4,863	3,033	42,785		1732,793	149,583	4,863	42,785	3,033											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
1a	Comp. gl	4618	3710	-42599	4618	4106	43575	9,236	7,816	0,976		23,912	210,4258	9,236	0,976	7,816	1a	-9415,54	3131,771	86,135	-265,931	73,628					
Wind, 10	GW / opg	2226	2283	-21897	2226	2577	22837	4,452	4,86	0,94		53,9842	282,4933	4,452	0,94	4,86	Wind angle:	-45	dgr								
Permaner	380C1F1	17046	14360	-158203	17047	15962	162308	34,093	30,322	4,105		201,145	1485,778	34,093	4,105	30,322											
Wind ang	380C1F2	17046	13772	-156827	0	0	0	17,046	13,772	-156,827		-6351,49	557,766	17,046	-156,827	13,772											
	380C1F3	17046	13045	-155232	0	0	0	17,046	13,045	-155,232		-4967,42	417,44	17,046	-155,232	13,045											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4262	3813	40107	4,262	3,813	40,107		1624,334	177,8675	4,262	40,107	3,813											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
1b	Comp. gl	4615	2548	-45313	4615	2661	45417	9,23	5,209	0,104		2,548	146,542	9,23	0,104	5,209	1b	-10604	2103,357	86,083	-297,706	49,455					
Wind, -20	GW / opg	2225	1379	-22232	2225	1462	22344	4,45	2,841	0,112		6,43216	166,5406	4,45	0,112	2,841	Wind angle:	-45	dgr								
Permaner	380C1F1	17036	9748	-170789	17036	10205	171233	34,072	19,953	0,444		21,756	977,697	34,072	0,444	19,953											
Wind ang	380C1F2	17036	9580	-170644	0	0	0	17,036	9,58	-170,644		-6911,08	387,99	17,036	-170,644	9,58											
	380C1F3	17036	9371	-170479	0	0	0	17,036	9,371	-170,479		-5455,33	299,872	17,036	-170,479	9,371											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4259	2501	42757	4,259	2,501	42,757		1731,659	124,715	4,259	42,757	2,501											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
3	Comp. gl	7762	5837	-66862	7762	6450	68138	15,524	12,287	1,276		31,262	332,8557	15,524	1,276	12,287	3	-11118,8	3429,986	107,28	-313,288	81,201					
Wind+ice,	GW / opg	3796	3604	-34528	3796	4058	35760	7,592	7,662	1,232		70,75376	445,7986	7,592	1,232	7,662	Wind angle:	-45	dgr								
Permaner	380C1F1	19803	14428	-183802	19804	15768	186490	39,607	30,196	2,688		131,712	1479,604	39,607	2,688	30,196											
Wind ang	380C1F2	19803	13936	-182911	0	0	0	19,803	13,936	-182,911		-7407,9	564,408	19,803	-182,911	13,936											
0	380C1F3	19803	13326	-181886	0	0	0	19,803	13,326	-181,886		-5820,35	426,432	19,803	-181,886	13,326											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4951	3794	46313	4,951	3,794	46,313		1875,677	180,8875	4,951	46,313	3,794											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
4	Comp. gl	5821	2728	-49448	5821	2840	49522	11,642	5,568	0,074		1,813	160,2821	11,642	0,074	5,568	4	-10467,7	2112,668	99,965	-293,839	49,552					
Construct	GW / opg	2828	1464	-24172	2828	1545	24251	5,656	3,009	0,079		4,53697	177,1054	5,656	0,079	3,009	Wind angle:	-45	dgr								
Permaner	380C1F1	19451	9647	-168439	19451	10101	168800	38,902	19,748	0,361		17,689	967,652	38,902	0,361	19,748											
Wind ang	380C1F2	19451	9480	-168322	0	0	0	19,451	9,48	-168,322		-6817,04	383,94	19,451	-168,322	9,48											
	380C1F3	19451	9272	-168189	0	0	0	19,451	9,272	-168,189		-5382,05	296,704	19,451	-168,189	9,272											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	4863	2475	42158	4,863	2,475	42,158		1707,399	126,984	4,863	42,158	2,475											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
1a	Comp. gl	3462	1387	-31599	3462	1387	31599	6,924	2,774	0		0	82,1572	6,924	0	2,774	1a	-7288,89	1106,12	64,581	-204,498	25,922					
Wind, 10	GW / opg	1669	670	-15226	1669	670	15226	3,338	1,34	0		0	79,49308	3,338	0	1,34	Wind angle:	0	dgr								
Permaner	380C1F1	12781	5133	-116856	12781	5133	116856	25,562	10,266	0		0	503,034	25,562	0	10,266											
Wind ang	380C1F2	12781	5131	-116856	0	0	0	12,781	5,131	-116,856		-4732,67	207,8055	12,781	-116,856	5,131											
	380C1F3	12781	5128	-116856	0	0	0	12,781	5,128	-116,856		-3739,39	164,096	12,781	-116,856	5,128											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3195	1283	29214	3,195	1,283	29,214		1183,167	69,534	3,195	29,214	1,283											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
1b	Comp. gl	3461	1577	-36072	3461	1577	36072	6,922	3,154	0		0	91,4631	6,922	0	3,154	1b	-8560,35	1283,874	64,547	-240,17	30,197					
Wind, -20	GW / opg	1668	769	-17575	1668	769	17575	3,336	1,538	0		0	90,8627	3,336	0	1,538	Wind angle:	0	dgr								
Permaner	380C1F1	12774	6002	-137240	12774	6002	137240	25,548	12,004	0		0	588,196	25,548	0	12,004											
Wind ang	380C1F2	12774	6001	-137240	0	0	0	12,774	6,001	-137,24		-5558,22	243,0405	12,774	-137,24	6,001											
	380C1F3	12774	6000	-137240	0	0	0	12,774	6	-137,24		-4391,68	192	12,774	-137,24	6											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3193	1500	34310	3,193	1,5	34,31		1389,555	78,3115	3,193	34,31	1,5											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
3	Comp. gl	6606	2468	-56251	6606	2468	56251	13,212	4,936	0		0	148,0166	13,212	0	4,936	3	-9168,38	1477,714	85,725	-257,229	34,749					
Wind+ice,	GW / opg	3238	1216	-27659	3238	1216	27659	6,476	2,432	0		0	144,5915	6,476	0	2,432	Wind angle:	0	dgr								
Permaner	380C1F1	15538	6444	-146988	15538	6444	146988	31,076	12,888	0		0	631,512	31,076	0	12,888											
Wind ang	380C1F2	15538	6442	-146988	0	0	0	15,538	6,442	-146,988		-5953,01	260,901	15,538	-146,988	6,442											
	380C1F3	15538	6440	-146988	0	0	0	15,538	6,44	-146,988		-4703,62	206,08	15,538	-146,988	6,44											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3885	1611	36747	3,885	1,611	36,747		1488,254	86,613	3,885	36,747	1,611											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
4	Comp. gl	4665	1803	-41233	4665	1803	41233	9,33	3,606	0		0	107,4735	9,33	0	3,606	4	-8587,69	1320,199	78,413	-240,937	30,95					
Construct	GW / opg	2271	879	-20083	2271	879	20083	4,542	1,758	0		0	104,4139	4,542	0	1,758	Wind angle:	0	dgr								
Permaner	380C1F1	15186	6021	-137677	15186	6021	137677	30,372	12,042	0		0	590,058	30,372	0	12,042											
Wind ang	380C1F2	15186	6020	-137678	0	0	0	15,186	6,02	-137,678		-5575,96	243,81	15,186	-137,678	6,02											
	380C1F3	15186	6019	-137678	0	0	0	15,186	6,019	-137,678		-4405,7	192,608	15,186	-137,678	6,019											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3797	1505	34419	3,797	1,505	34,419		1393,97	81,836	3,797	34,419	1,505											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
6	Comp. gl	3462	1380	-31600	3462	1380	31600	6,924	2,76	0		0	81,8142	6,924	0	2,76	6	-7288,97	1099,874	64,581	-204,5	25,774					
Permaner	GW / opg	1669	665	-15226	1669	665	15226	3,338	1,33	0		0	78,91878	3,338	0	1,33	0										
Permaner	380C1F1	12781	5102	-116857	12781	5102	116857	25,562	10,204	0		0	499,996	25,562	0	10,204											
	380C1F2	12781	5102	-116857	0	0	0	12,781	5,102	-116,857		-4732,71	206,631	12,781	-116,857	5,102											
	380C1F3	12781	5102	-116857	0	0	0	12,781	5,102	-116,857		-3739,42	163,264	12,781	-116,857	5,102											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3195	1276	29214	3,195	1,276	29,214		1183,167	69,2505	3,195	29,214	1,276											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
1a	Comp. gl	3463	3790	-36327	3463	3379	35022	6,926	7,169	-1,305		-31,9725	189,8388	6,926	-1,305	7,169	1a	-8704,78	2968,647	64,589	-241,398	70,254					
Wind, 10	GW / opg	1670	2446	-19823	1669	2140	18636	3,339	4,586	-1,187		-68,1694	265,9116	3,339	-1,187	4,586	Wind angle:	45	dgr								
Permaner	380C1F1	12783	14850	-136867	12782	13189	131415	25,565	28,039	-5,452		-267,148	1373,911	25,565	-5,452	28,039											
Wind ang	380C1F2	12782	14113	-134385	0	0	0	12,782	14,113	-134,385		-5442,59	571,5765	12,782	-134,385	14,113											
	380C1F3	12782	13202	-131458	0	0	0	12,782	13,202	-131,458		-4206,66	422,464	12,782	-131,458	13,202											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3195	3145	32389	3,195	3,145	32,389		1311,755	144,945	3,195	32,389	3,145											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
1b	Comp. gl	3461	2275	-36576	3461	2159	36425	6,922	4,434	-0,151		-3,6995	122,8231	6,922	-0,151	4,434	1b	-8716,92	1824,664	64,547	-244,213	43,077					
Wind, -20	GW / opg	1668	1277	-18122	1668	1192	17961	3,336	2,469	-0,161		-9,24623	144,33	3,336	-0,161	2,469	Wind angle:	45	dgr								
Permaner	380C1F1	12774	8816	-139418	12774	8350	138766	25,548	17,166	-0,652		-31,948	841,134	25,548	-0,652	17,166											
Wind ang	380C1F2	12774	8609	-139116	0	0	0	12,774	8,609	-139,116		-5634,2	348,6645	12,774	-139,116	8,609											
	380C1F3	12774	8354	-138771	0	0	0	12,774	8,354	-138,771		-4440,67	267,328	12,774	-138,771	8,354											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3193	2045	34638	3,193	2,045	34,638		1402,839	100,384	3,193	34,638	2,045											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
3	Comp. gl	6607	6166	-61652	6606	5542	60127	13,213	11,708	-1,525		-37,3625	313,9327	13,213	-1,525	11,708	3	-10109,1	3245,618	85,734	-281,6	77,289					
Wind+ice,	GW / opg	3239	3937	-32993	3239	3474	31567	6,478	7,411	-1,426		-81,8952	430,537	6,478	-1,426	7,411	Wind angle:	45	dgr								
Permaner	380C1F1	15540	14587	-159465	15539	13210	155921	31,079	27,797	-3,544		-173,656	1362,053	31,079	-3,544	27,797											
Wind ang	380C1F2	15540	13976	-157840	0	0	0	15,54	13,976	-157,84		-6392,52	566,028	15,54	-157,84	13,976											
	380C1F3	15539	13221	-155949	0	0	0	15,539	13,221	-155,949		-4990,37	423,072	15,539	-155,949	13,221											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3885	3176	38684	3,885	3,176	38,684		1566,702	149,9955	3,885	38,684	3,176											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
4	Comp. gl	4665	2492	-41555	4665	2379	41456	9,33	4,871	-0,099		-2,4255	138,466	9,33	-0,099	4,871	4	-8704,87	1856,576	78,413	-243,963	43,726					
Construct	GW / opg	2271	1378	-20433	2271	1296	20328	4,542	2,674	-0,105		-6,03015	157,0197	4,542	-0,105	2,674	Wind angle:	45	dgr								
Permaner	380C1F1	15186	8813	-139326	15186	8354	138827	30,372	17,167	-0,499		-24,451	841,183	30,372	-0,499	17,167											
Wind ang	380C1F2	15186	8610	-139095	0	0	0	15,186	8,61	-139,095		-5633,35	348,705	15,186	-139,095	8,61											
	380C1F3	15186	8358	-138831	0	0	0	15,186	8,358	-138,831		-4442,59	267,456	15,186	-138,831	8,358											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3797	2046	34666	3,797	2,046	34,666		1403,973	103,7465	3,797	34,666	2,046											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
1a	Comp. gl	3463	6009	-44934	3463	6009	44934	6,926	12,018	0		0	308,6393	6,926	0	12,018	1a	-10125,6	4923,931	64,604	-283,349	116,411					
Wind, 10	GW / opg	1670	4076	-26872	1670	4076	26872	3,34	8,152	0		0	470,7078	3,34	0	8,152	Wind angle:	90	dgr								
Permaner	380C1F1	12786	23805	-171934	12786	23805	171934	25,572	47,61	0		0	2232,89	25,572	0	47,61											
Wind ang	380C1F2	12785	22393	-166026	0	0	0	12,785	22,393	-166,026		-6724,05	906,9165	12,785	-166,026	22,393											
	380C1F3	12785	20640	-158830	0	0	0	12,785	20,64	-158,83		-5082,56	660,48	12,785	-158,83	20,64											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3196	5598	41507	3,196	5,598	41,507		1681,034	244,297	3,196	41,507	5,598											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
1b	Comp. gl	3461	2893	-37768	3461	2893	37768	6,922	5,786	0		0	155,9471	6,922	0	5,786	1b	-8917,78	2371,734	64,552	-250,084	55,986					
Wind, -20	GW / opg	1669	1737	-19345	1669	1737	19345	3,338	3,474	0		0	202,0487	3,338	0	3,474	Wind angle:	90	dgr								
Permaner	380C1F1	12775	11320	-144512	12775	11320	144512	25,55	22,64	0		0	1109,36	25,55	0	22,64											
Wind ang	380C1F2	12774	10923	-143544	0	0	0	12,774	10,923	-143,544		-5813,53	442,3815	12,774	-143,544	10,923											
	380C1F3	12774	10432	-142426	0	0	0	12,774	10,432	-142,426		-4557,63	333,824	12,774	-142,426	10,432											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3194	2731	35886	3,194	2,731	35,886		1453,383	128,1725	3,194	35,886	2,731											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
3	Comp. gl	6608	9529	-72110	6608	9529	72110	13,216	19,058	0		0	494,0138	13,216	0	19,058	3	-11047,9	5093,955	85,753	-309,428	121,444					
Wind+ice,	GW / opg	3241	6414	-41862	3241	6414	41862	6,482	12,828	0		0	741,6384	6,482	0	12,828	Wind angle:	90	dgr								
Permaner	380C1F1	15543	22042	-184145	15543	22042	184145	31,086	44,084	0		0	2160,116	31,086	0	44,084											
Wind ang	380C1F2	15542	20861	-179791	0	0	0	15,542	20,861	-179,791		-7281,54	844,8705	15,542	-179,791	20,861											
	380C1F3	15541	19398	-174585	0	0	0	15,541	19,398	-174,585		-5586,72	620,736	15,541	-174,585	19,398											
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											
	150C1F2	0	0	0	3886	5215	44948	3,886	5,215	44,948		1820,394	232,5805	3,886	44,948	5,215											
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0											

4	Comp. gl	4665	3094	-42346	4665	3094	42346	9,33	6,188	0	0	170,7325	9,33	0	6,188	4	-8861,93	2392,262	78,417	-248,542	56,37			
Constructi	GW / opg	2271	1821	-21255	2271	1821	21255	4,542	3,642	0	0	212,612	4,542	0	3,642	Wind angle:	90 dgr							
Permaner	380C1F1	15187	11269	-143280	15187	11269	143280	30,374	22,538	0	0	1104,362	30,374	0	22,538									
Wind angl	380C1F2	15187	10881	-142523	0	0	0	15,187	10,881	-142,523	-5772,18	440,6805	15,187	-142,523	10,881									
	380C1F3	15187	10401	-141650	0	0	0	15,187	10,401	-141,65	-4532,8	332,832	15,187	-141,65	10,401									
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	150C1F2	0	0	0	3797	2720	35631	3,797	2,72	35,631	1443,056	131,0435	3,797	35,631	2,72									
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
1a	Comp. gl	3463	3379	-35022	3463	3790	36327	6,926	7,169	1,305	31,9725	189,8388	6,926	1,305	7,169	1a	-7595,46	2878,109	64,59	-215,402	67,73			
Wind, 10 r	GW / opg	1669	2140	-18636	1670	2446	19823	3,339	4,586	1,187	68,16941	265,9116	3,339	1,187	4,586	Wind angle:	-45 dgr							
Permaner	380C1F1	12782	13189	-131415	12783	14850	136867	25,565	28,039	5,452	267,148	1373,911	25,565	5,452	28,039									
Wind angl	380C1F2	12782	12580	-129558	0	0	0	12,782	12,58	-129,558	-5247,1	509,49	12,782	-129,558	12,58									
	380C1F3	12782	11828	-127384	0	0	0	12,782	11,828	-127,384	-4076,29	378,496	12,782	-127,384	11,828									
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	150C1F2	0	0	0	3196	3528	33596	3,196	3,528	33,596	1360,638	160,462	3,196	33,596	3,528									
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
1b	Comp. gl	3461	2159	-36425	3461	2275	36576	6,922	4,434	0,151	3,6995	122,8231	6,922	0,151	4,434	1b	-8583,87	1799,131	64,548	-241,12	42,365			
Wind, -20	GW / opg	1668	1192	-17961	1668	1277	18122	3,336	2,469	0,161	9,24623	144,33	3,336	0,161	2,469	Wind angle:	-45 dgr							
Permaner	380C1F1	12774	8350	-138766	12774	8816	139418	25,548	17,166	0,652	31,948	841,134	25,548	0,652	17,166									
Wind angl	380C1F2	12774	8178	-138553	0	0	0	12,774	8,178	-138,553	-5611,4	331,209	12,774	-138,553	8,178									
	380C1F3	12774	7966	-138310	0	0	0	12,774	7,966	-138,31	-4425,92	254,912	12,774	-138,31	7,966									
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	150C1F2	0	0	0	3194	2152	34779	3,194	2,152	34,779	1408,55	104,723	3,194	34,779	2,152									
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
3	Comp. gl	6606	5542	-60127	6607	6166	61652	13,213	11,708	1,525	37,3625	313,9327	13,213	1,525	11,708	3	-9283,41	3170,51	85,733	-262,145	75,195			
Wind+ice,	GW / opg	3239	3474	-31567	3239	3937	32993	6,478	7,411	1,426	81,89518	430,537	6,478	1,426	7,411	Wind angle:	-45 dgr							
Permaner	380C1F1	15539	13210	-155921	15540	14587	159465	31,079	27,797	3,544	173,656	1362,053	31,079	3,544	27,797									
Wind angl	380C1F2	15539	12705	-154736	0	0	0	15,539	12,705	-154,736	-6266,81	514,5525	15,539	-154,736	12,705									
0	380C1F3	15539	12080	-153364	0	0	0	15,539	12,08	-153,364	-4907,65	386,56	15,539	-153,364	12,08									
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	150C1F2	0	0	0	3885	3494	39460	3,885	3,494	39,46	1598,13	162,8745	3,885	39,46	3,494									
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
4	Comp. gl	4665	2379	-41456	4665	2492	41555	9,33	4,871	0,099	2,4255	138,466	9,33	0,099	4,871	4	-8606,01	1831,328	78,413	-241,667	43,022			
Constructi	GW / opg	2271	1296	-20328	2271	1378	20433	4,542	2,674	0,105	6,03015	157,0197	4,542	0,105	2,674	Wind angle:	-45 dgr							
Permaner	380C1F1	15186	8354	-138827	15186	8813	139326	30,372	17,167	0,499	24,451	841,183	30,372	0,499	17,167									
Wind angl	380C1F2	15186	8184	-138665	0	0	0	15,186	8,184	-138,665	-5615,93	331,452	15,186	-138,665	8,184									
	380C1F3	15186	7974	-138479	0	0	0	15,186	7,974	-138,479	-4431,33	255,168	15,186	-138,479	7,974									
	150C1F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	150C1F2	0	0	0	3797	2152	34774	3,797	2,152	34,774	1408,347	108,0395	3,797	34,774	2,152									
	150C1F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									

Hoogte mast	Ber & bijlage	58	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		32	m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / $C_{H_{mast}}$ =	0,57 =	57,43	m	0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	8,5 =	49	m	0 m
1e traverse - 150C1F1		49		5,5 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5 =	40,5	m	0 m
2e traverse - 150C1F2 F3 +		40,5	m	5,5 m
3e traverse - 380C1F3		32	m	0 m
3e traverse - 150C1F3		32		5,5 m
Passieve lijn = Comp C. F3 -	7,5 =	24,5	m	2,05 m

Uit mast			Uit lijnen					
ULS (incl bel factoren)			SLS					
N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max	
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
857	115	3123						
857	115	3123	107	191	212	6398	8686	

W4H400ZA+5(Aftak m ast 34 en 106) (rev 8.0, date: 23-11-20 APPENDIX: AK2
Loadcases for tower strength (serviceability limit state)
Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK			Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn						Belasting op mastvoet, belastinggeval					
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	Vert	Dwars	Langs	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	
	Attachment point							[kN]	[kN]	[kN]												
1a	Comp. gl	3847	1517	34520	3847	1517	-34520	7,694	3,034	0	0	90,1057	7,694	0	3,034	1a	3870,747	1767,006	107,266	95,574	42,306	
Wind, 10 c	GW / opgv	1855	734	16643	1855	734	-16643	3,71	1,468	0	0	87,12684	3,71	0	1,468	Wind angle:	0	dgr				
Permanen	380C1F1 / 14202	5604	127432	14202	5604	-127432		28,404	11,208	0	0	549,192	28,404	0	11,208							
Wind angl	380C1F2 / 14202	5601	127432	14202	5601	-127432		28,404	11,202	0	0	453,681	28,404	0	11,202							
	380C1F3 / 14202	5597	127433	14202	5597	-127433		28,404	11,194	0	0	358,208	28,404	0	11,194							
	150C1F1 / 3550	1401	31858	0	0	0		3,55	1,401	31,858	1561,042	88,174	3,55	31,858	1,401							
	150C1F2 / 3550	1400	31858	0	0	0		3,55	1,4	31,858	1290,249	76,225	3,55	31,858	1,4							
	150C1F3 / 3550	1399	31858	0	0	0		3,55	1,399	31,858	1019,456	64,293	3,55	31,858	1,399							
1b	Comp. gl	3845	1712	39161	3845	1712	-39161	7,69	3,424	0	0	99,6525	7,69	0	3,424	1b	4508,258	2030,53	107,209	111,315	48,886	
Wind, -20	GW / opgv	1854	835	19082	1854	835	-19082	3,708	1,67	0	0	98,72618	3,708	0	1,67	Wind angle:	0	dgr				
Permanen	380C1F1 / 14194	6488	148419	14194	6488	-148419		28,388	12,976	0	0	635,824	28,388	0	12,976							
Wind angl	380C1F2 / 14194	6488	148419	14194	6488	-148419		28,388	12,976	0	0	525,528	28,388	0	12,976							
	380C1F3 / 14194	6487	148419	14194	6487	-148419		28,388	12,974	0	0	415,168	28,388	0	12,974							
	150C1F1 / 3549	1622	37105	0	0	0		3,549	1,622	37,105	1818,145	98,9975	3,549	37,105	1,622							
	150C1F2 / 3549	1622	37105	0	0	0		3,549	1,622	37,105	1502,753	85,2105	3,549	37,105	1,622							
	150C1F3 / 3549	1622	37105	0	0	0		3,549	1,622	37,105	1187,36	71,4235	3,549	37,105	1,622							
3	Comp. gl	13213	4160	95056	13213	4160	-95056	26,426	8,32	0	0	258,0133	26,426	0	8,32	3	5916,929	2928,131	190,815	146,097	69,994	
Wind+ice,	GW / opgv	6530	2063	47087	6530	2063	-47087	13,06	4,126	0	0	246,8818	13,06	0	4,126	Wind angle:	0	dgr				
Permanen	380C1F1 / 22419	8527	194794	22419	8527	-194794		44,838	17,054	0	0	835,646	44,838	0	17,054							
Wind angl	380C1F2 / 22419	8526	194794	22419	8526	-194794		44,838	17,052	0	0	690,606	44,838	0	17,052							
	380C1F3 / 22419	8524	194794	22419	8524	-194794		44,838	17,048	0	0	545,536	44,838	0	17,048							
	150C1F1 / 5605	2132	48699	0	0	0		5,605	2,132	48,699	2386,251	135,2955	5,605	48,699	2,132							
	150C1F2 / 5605	2131	48699	0	0	0		5,605	2,131	48,699	1972,31	117,133	5,605	48,699	2,131							
	150C1F3 / 5605	2131	48699	0	0	0		5,605	2,131	48,699	1558,368	99,0195	5,605	48,699	2,131							
4	Comp. gl	4850	1860	42552	4850	1860	-42552	9,7	3,72	0	0	111,025	9,7	0	3,72	4	4405,59	2018,546	123,804	108,78	48,323	
Constructi	GW / opgv	2356	905	20697	2356	905	-20697	4,712	1,81	0	0	107,5294	4,712	0	1,81	Wind angle:	0	dgr				
Permanen	380C1F1 / 16206	6340	145038	16206	6340	-145038		32,412	12,68	0	0	621,32	32,412	0	12,68							
Wind angl	380C1F2 / 16206	6340	145038	16206	6340	-145038		32,412	12,68	0	0	513,54	32,412	0	12,68							
	380C1F3 / 16206	6339	145038	16206	6339	-145038		32,412	12,678	0	0	405,696	32,412	0	12,678							
	150C1F1 / 4052	1585	36260	0	0	0		4,052	1,585	36,26	1776,74	99,951	4,052	36,26	1,585							
	150C1F2 / 4052	1585	36260	0	0	0		4,052	1,585	36,26	1468,53	86,4785	4,052	36,26	1,585							
	150C1F3 / 4052	1585	36260	0	0	0		4,052	1,585	36,26	1160,32	73,006	4,052	36,26	1,585							
1a	Comp. gl	3848	4090	39347	3848	4621	-41134	7,696	8,711	-1,787	-43,7815	229,1963	7,696	-1,787	8,711	1a	3478,059	5035,986	107,284	85,915	122,605	
Wind, 10 c	GW / opgv	1855	2634	21359	1855	3027	-22930	3,71	5,661	-1,571	-90,2225	327,9308	3,71	-1,571	5,661	Wind angle:	45	dgr				
Permanen	380C1F1 / 14204	16009	147845	14204	18157	-155243		28,409	34,166	-7,398	-362,502	1674,134	28,409	-7,398	34,166							
Wind angl	380C1F2 / 14204	15221	145299	14204	17204	-151888		28,408	32,425	-6,589	-266,855	1313,213	28,408	-6,589	32,425							
	380C1F3 / 14204	14247	142302	14204	16026	-147903		28,408	30,273	-5,601	-179,232	968,736	28,408	-5,601	30,273							
	150C1F1 / 3551	4002	36961	0	0	0		3,551	4,002	36,961	1811,089	215,6285	3,551	36,961	4,002							
	150C1F2 / 3551	3805	36325	0	0	0		3,551	3,805	36,325	1471,163	173,633	3,551	36,325	3,805							
	150C1F3 / 3551	3562	35575	0	0	0		3,551	3,562	35,575	1138,4	133,5145	3,551	35,575	3,562							
1b	Comp. gl	3845	2193	39370	3845	2288	-39461	7,69	4,481	-0,091	-2,2295	125,549	7,69	-0,091	4,481	1b	4482,366	2638,688	107,209	110,691	63,838	
Wind, -20	GW / opgv	1854	1183	19314	1854	1252	-19413	3,708	2,435	-0,099	-5,68557	142,6601	3,708	-0,099	2,435	Wind angle:	45	dgr				
Permanen	380C1F1 / 14194	8429	149324	14194	8811	-149718		28,388	17,24	-0,394	-19,306	844,76	28,388	-0,394	17,24							
Wind angl	380C1F2 / 14194	8288	149196	14194	8642	-149535		28,388	16,93	-0,339	-13,7295	685,665	28,388	-0,339	16,93							
	380C1F3 / 14194	8113	149049	14194	8432	-149327		28,388	16,545	-0,278	-8,896	529,44	28,388	-0,278	16,545							
	150C1F1 / 3549	2107	37331	0	0	0		3,549	2,107	37,331	1829,219	122,7625	3,549	37,331	2,107							
	150C1F2 / 3549	2072	37299	0	0	0		3,549	2,072	37,299	1510,61	103,4355	3,549	37,299	2,072							
	150C1F3 / 3549	2028	37262	0	0	0		3,549	2,028	37,262	1192,384	84,4155	3,549	37,262	2,028							
3	Comp. gl	13213	6630	96129	13214	7115	-96595	26,427	13,745	-0,466	-11,417	390,9279	26,427	-0,466	13,745	3	5806,519	4808,624	190,817	143,426	116,462	
Wind+ice,	GW / opgv	6530	3854	48234	6531	4209	-48715	13,061	8,063	-0,481	-27,6238	472,9845	13,061	-0,481	8,063	Wind angle:	45	dgr				
Permanen	380C1F1 / 22419	14011	198669	22419	15101	-200300		44,838	29,112	-1,631	-79,919	1426,488	44,838	-1,631	29,112							
Wind angl	380C1F2 / 22419	13609	198133	22419	14618	-199547		44,838	28,227	-1,414	-57,267	1143,194	44,838	-1,414	28,227							
	380C1F3 / 22419	13112	197519	22419	14020	-198681		44,838	27,132	-1,162	-37,184	868,224	44,838	-1,162	27,132							
	150C1F1 / 5605	3503	49667	0	0	0		5,605	3,503	49,667	2433,683	202,4745	5,605	49,667	3,503							
	150C1F2 / 5605	3402	49533	0	0	0		5,605	3,402	49,533	2006,087	168,6085	5,605	49,533	3,402							
	150C1F3 / 5605	3278	49380	0	0	0		5,605	3,278	49,38	1580,16	135,7235	5,605	49,38	3,278							
4	Comp. gl	4850	2339	42696	4850	2432	-42761	9,7	4,771	-0,065	-1,5925	136,7745	9,7	-0,065	4,771	4	4385,219	2624,396	123,804	108,289	63,219	
Constructi	GW / opgv	2356	1251	20857	2356	1319	-20927	4,712	2,57	-0,07	-4,0201	151,1762	4,712	-0,07	2,57	Wind angle:	45	dgr				
Permanen	380C1F1 / 16206	8274	145756	16206	8653	-146073		32,412	16,927	-0,317	-15,533	829,423	32,412	-0,317	16,927							
Wind angl	380C1F2 / 16206	8135	145653	16206	8485	-145926		32,412	16,62	-0,273	-11,0565	673,11	32,412	-0,273	16,62							
	380C1F3 / 16206	7961	145536	16206	8277	-145758		32,412	16,238	-0,222	-7,104	519,616	32,412	-0,222	16,238							
	150C1F1 / 4052	2069	36439	0	0	0		4,052	2,069	36,439	1785,511	123,667	4,052	36,439	2,069							
	150C1F2 / 4052	2034	36413	0	0	0		4,052	2,034	36,413	1474,727	104,663	4,052	36,413	2,034							
	150C1F3 / 4052	1990	36384	0	0	0		4,052	1,99	36,384	1164,288	85,966	4,052	36,384	1,99							
1a	Comp. gl	3849	7480	52478	3849	7480	-52478	7,698	14,96	0	0	382,3009	7,698	0	14,96	1a	5894,074	8686,46	107,32	144,651	212,291	
Wind, 10 c	GW / opgv	1856	5115	31900	1856	5115	-31900	3,712	10,23	0	0	590,33	3,712	0	10,23	Wind angle:	90	dgr				
Permanen	380C1F1 / 14210	29675	200983	14210	29675	-200983		28,42	59,35	0	0	2908,15	28,42	0	59,35							
Wind angl	380C1F2 / 14209	27865	193442	14209	27865	-193442		28,418	55,73	0	0	2257,065	28,418	0	55,73							
	380C1F3 / 14208	25616	184181	14208	25616	-184181		28,416	51,232	0	0	1639,424	28,416	0	51,232							
	150C1F1 / 3552	7419	50246	0	0	0		3,552	7,419	50,246	2462,054	383,067	3,552	50,246	7,419							
	150C1F2 / 3552	6966	48360	0	0	0		3,552	6,966	48,36	1958,58	301,659	3,552	48,36	6,966							
	150C1F3 / 3552	6404	46045	0	0	0		3,552	6,404	46,045	1473,44	224,464	3,552	46,045	6,404							
1b	Comp. gl	3846	2792	40194	3846	2792	-40194	7,692	5,584	0	0	152,5766	7,692	0	5,584	1b	4626,558	3285,352	107,217	114,168	79,722	
Wind, -20	GW / opgv	1854	1625	20184	1854	1625	-20184	3,708	3,25	0	0	189,4656	3,708	0	3,25	Wind angle:	90	dgr				
Permanen	380C1F1 / 14195	10850	152858	14195	10850	-152858		28,39	21,7	0	0	1063,1	28,39	0	21,7							
Wind angl	380C1F2 / 14195	10527	152254	14195	10527	-152254		28,39	21,054	0	0	852,687	28,39	0	21,054							
	380C1F3 / 14195	10129	151560	14195	10129	-151560		28,39	20,258	0	0	648,256	28,39	0	20,258							
	150C1F1 / 3549	2712	38214	0	0	0		3,549	2,712	38,214	1872,486	152,4075	3,549	38,214	2,712							
	150C1F2 / 3549	2632	38064	0	0	0		3,549	2,632	38,064	1541,592	126,1155	3,549	38,064	2,632							
	150C1F3 / 3549	2532	37890	0	0	0		3,549	2,532	37,89	1212,48	100,5435	3,549	37,89	2,532							
3	Comp. gl	13215	9698	100246	13215	9698	-100246	26,43	19,396	0	0	529,3835	26,43	0	19,396	3	6398,142	6829,166	190,835	157,715	166,331	
Wind+ice,	GW / opgv	6532	6108	52333	6532	6108	-52333	13,064	12,216	0	0	711,4935	13,064	0	12,216	Wind angle:	90	dgr				
Permanen	380C1F1 / 22421	20959	212738	22421	20959	-212738		44,842	41,918	0	0	2053,982	44,842	0	41,918							
Wind angl	380C1F2 / 22421	20032	210416	22421	20032	-210416		44,842	40,064	0	0	1622,592	44,842	0	40,064							
	380C1F3 / 22421	18884	207708	22421	18884	-207708		44,842	37,768	0	0	1208,576	44,842	0	37,768							
	150C1F1 / 5605	5240	53184	0	0	0		5,605	5,24	53,184	2606,016	287,5875	5,605	53,184	5,24							
	150C1F2 / 5605	5008	52604	0	0	0		5,605	5,008	52,604	2130,462	233,6515	5,605	52,604	5,008							
	150C1F3 / 5605	4721	51927	0	0	0		5,605	4,721	51,927	1661,664	181,8995	5,605	51,927	4,721							
4	Comp. gl	4850	2927	43285	4850	2927	-43285	9,7	5,854	0	0	163,308	9,7	0	5,854	4	4500,993	3262,946	123,81	111,08	78,907	
Constructi	GW / opgv	2356	1682	21480	2356	1682	-21480	4,712	3,364	0	0	196,7756	4,712	0	3,364	Wind angle:	90	dgr				
Permanen	380C1F1 / 16207	10667	148624	16207	10667	-148624		32,414	21,334	0	0	1045,366	32,414	0	21,334							
Wind angl	380C1F2 / 16207	10350	148131	16207	10350	-148131		32,414	20,7	0	0	838,35	32,414	0	20,7							
	380C1F3 / 16207	9956	147566	16207	9956	-147566		32,414	19,912	0	0	637,184	32,414	0	19,912							
	150C1F1 / 4052	2667	37156	0	0	0		4,052	2,667	37,156	1820,644	152,969	4,052	37,156	2,667							
	150C1F2 / 4052	2587	37033	0	0	0		4,052	2,587	37,033	1499,837	127,0595	4,052	37,033	2,587							
	150C1F3 / 4052	2489	36891	0	0	0		4,052	2,489	36,891	1180,512	101,934	4,052	36,891	2,489							
1a	Comp. gl	3848	4621	41134	3848	4090	-39347	7,696	8,711	1,787	43,7815	229,1963	7,696	1,787	8,711	1a	5565,43	5096,627	107,284	136,705	124,083	
Wind, 10 c	GW / opgv	1855	3027	22930	1855	2634	-21359	3,71	5,661	1,571	90,22253	327,9308	3,71	1,571	5,661	Wind angle:	-45	dgr				
Permanen	380C1F1 / 14205	18157	155243	14204	16009	-147845		28,409	34,166	7,398	362,502	1674,134	28,409	7,398	34,166							
Wind angl	380C1F2 / 14204	17204	151888	14204	15221	-145299		28,408	32,425	6,589	266,8545	1313,213	28,408	6,589	32,425							
	380C1F3 / 14204	16026	147903	14204	14247	-142302		28,408	30,273	5,601	179,232	968,736	28,408	5,601	30,273							
	150C1F1 / 3551	4539	38811	0	0	0		3,551	4,539	38,811	1901,739	241,9415	3,551	38,811	4,539							
	150C1F2 / 3551	4301	37972	0	0	0		3,551	4,301	37,972	1537,866	193,721	3,551	37,972	4,301							
	150C1F3 / 3551	4007	36976	0	0	0		3,551	4,007	36,976	1183,232	147,7545	3,551	36,976	4,007							
1b	Comp. gl	3845	2288	39461	3845	2193	-39370	7,69	4,481	0,091	2,2295	125,549	7,69	0,091	4,481	1b	4592,544	2649,516	107,209	113,346	64,102	
Wind, -20	GW / opgv	1854	1252	19413	1854	1183	-19314	3,708	2,435	0,099	5,68557	142,6601	3,708	0,099	2,435	Wind angle:	-45	dgr				

Belastingen uit lijnen

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
SLS	0 deg	1a	3871	1767	107	96	42
		1b	4508	2031	107	111	49
		3	5917	2928	191	146	70
		4	4406	2019	124	109	48
	45 deg	1a	3478	5036	107	86	123
		1b	4482	2639	107	111	64
		3	5807	4809	191	143	116
		4	4385	2624	124	108	63
	90 deg	1a	5894	8686	107	145	212
		1b	4627	3285	107	114	80
		3	6398	6829	191	158	166
		4	4501	3263	124	111	79
	-45 deg	1a	5565	5097	107	137	124
		1b	4593	2650	107	113	64
		3	6277	4839	191	155	117
		4	4472	2635	124	110	63

Belasting uit mast

N	V	M	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	
714	77	2082	

Totaal

regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	5953	3849	821	172	119	7088,726
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	6590	4113	821	188	126	7768,166
3	Perm load 1,2	0 deg	3	7999	5010	905	223	147	9438,446
4	Perm load 1,2	0 deg	4	6488	4101	838	185	125	7674,849
5									
6	Perm load 1,2	45 deg	1a	5560	7118	821	163	199	9032,163
7	Perm load 1,2	45 deg	1b	6564	4721	821	187	141	8085,53
8	Perm load 1,2	45 deg	3	7889	6891	905	220	193	10474,23
9	Perm load 1,2	45 deg	4	6467	4706	838	185	140	7998,443
10									
11	Perm load 1,2	90 deg	1a	7976	10768	821	221	289	13400,65
12	Perm load 1,2	90 deg	1b	6709	5367	821	191	156	8591,462
13	Perm load 1,2	90 deg	3	8480	8911	905	234	243	12301,29
14	Perm load 1,2	90 deg	4	Construct	6583	5345	838	188	156	8479,637
15									
16	Perm load 1,2	-45 deg	1a	7038	7179	821	213	201	10052,9
17	Perm load 1,2	-45 deg	1b	6065	4732	821	190	141	7692,094
18	Perm load 1,2	-45 deg	3	7749	6921	905	231	194	10390,18
19	Perm load 1,2	-45 deg	4	5944	4717	838	187	140	7588,643
				8480	10768	905	234	289	13401
						821			

	M langs max	M dwars ma	N max	V langs max	V dwars ma	M tot max	N min
1							
2							x
3							
4							
5							
6							
7							x
8							
9							
10							
11	x			x	x		
12							
13	x		x	x			
14							
15							
16							
17							
18							x
19							

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
2	W4H400ZA 25-AK2	Perm load :0 deg		1b	6590	4113	821	188	126
7	W4H400ZA 25-AK2	Perm load :45 deg		1b	6564	4721	821	187	141
11	W4H400ZA 25-AK2	Perm load :90 deg		1a	7976	10768	821	221	289
13	W4H400ZA 25-AK2	Perm load :90 deg		3	8480	8911	905	234	243
17	W4H400ZA 25-AK2	Perm load :-45 deg		1b	6065	4732	821	190	141
	W4H400ZA 25-AK2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B

Permanen	380C1F1 / 14194	8811	149718	14194	8429	-149324	28,388	17,24	0,394	19,306	844,76	28,388	0,394	17,24									
Wind angl	380C1F2 / 14194	8642	149535	14194	8288	-149196	28,388	16,93	0,339	13,7295	685,665	28,388	0,339	16,93									
	380C1F3 / 14194	8432	149327	14194	8113	-149049	28,388	16,545	0,278	8,896	529,44	28,388	0,278	16,545									
	150C1F1 / 3549	2203	37429	0	0	0	3,549	2,203	37,429	1834,021	127,4665	3,549	37,429	2,203									
	150C1F2 / 3549	2160	37384	0	0	0	3,549	2,16	37,384	1514,052	106,9995	3,549	37,384	2,16									
	150C1F3 / 3549	2108	37332	0	0	0	3,549	2,108	37,332	1194,624	86,9755	3,549	37,332	2,108									
3	Comp. gl	13214	7115	96595	13213	6630	-96129	26,427	13,745	0,466	11,417	390,9279	26,427	0,466	13,745	3	6276,949	4839,463	190,817	154,786	117,214		
Wind+Ice,	GW / opgv	6531	4209	48715	6530	3854	-48234	13,061	8,063	0,481	27,62383	472,9845	13,061	0,481	8,063	Wind angle: -45 dgr							
Permanen	380C1F1 / 22419	15101	200300	22419	14011	-198669	44,838	29,112	1,631	79,919	1426,488	44,838	1,631	29,112									
Wind angl	380C1F2 / 22419	14618	199547	22419	13609	-198133	44,838	28,227	1,414	57,267	1143,194	44,838	1,414	28,227									
0	380C1F3 / 22419	14020	198681	22419	13112	-197519	44,838	27,132	1,162	37,184	868,224	44,838	1,162	27,132									
	150C1F1 / 5605	3775	50075	0	0	0	5,605	3,775	50,075	2453,675	215,8025	5,605	50,075	3,775									
	150C1F2 / 5605	3655	49887	0	0	0	5,605	3,655	49,887	2020,424	178,855	5,605	49,887	3,655									
	150C1F3 / 5605	3505	49670	0	0	0	5,605	3,505	49,67	1589,44	142,3875	5,605	49,67	3,505									
4	Comp. gl	4850	2432	42761	4850	2339	-42696	9,7	4,771	0,065	1,5925	136,7745	9,7	0,065	4,771	4	4472,289	2635,053	123,804	110,387	63,479		
Constructi	GW / opgv	2356	1319	20927	2356	1251	-20857	4,712	2,57	0,07	4,0201	151,1762	4,712	0,07	2,57	Wind angle: -45 dgr							
Permanen	380C1F1 / 16206	8653	146073	16206	8274	-145756	32,412	16,927	0,317	15,533	829,423	32,412	0,317	16,927									
Wind angl	380C1F2 / 16206	8485	145926	16206	8135	-145653	32,412	16,62	0,273	11,0565	673,11	32,412	0,273	16,62									
	380C1F3 / 16206	8277	145758	16206	7961	-145536	32,412	16,238	0,222	7,104	519,616	32,412	0,222	16,238									
	150C1F1 / 4052	2163	36518	0	0	0	4,052	2,163	36,518	1789,382	128,273	4,052	36,518	2,163									
	150C1F2 / 4052	2121	36482	0	0	0	4,052	2,121	36,482	1477,521	108,1865	4,052	36,482	2,121									
	150C1F3 / 4052	2069	36440	0	0	0	4,052	2,069	36,44	1166,08	88,494	4,052	36,44	2,069									

W4H40026-AL

Hoogte mast	Ber & bijlage	63	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		37	m
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / tH_{mast} -	0,57 m =	62,43 m	0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	8,5 m =	54 m	0 m
1e traverse - 150C1F1		54	5,5 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5 m =	45,5 m	0 m
2e traverse - 150C1F2 F3 +		45,5 m	5,5 m
3e traverse - 380C1F3		37 m	0 m
3e traverse - 150C1F3		37	5,5 m
Passieve lijn = Comp CF3 -	7,5 m =	29,5 m	2,119 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)			Uit lijnen (incl belastingsfactoren)				
N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
967	131	3839	80	223	951	43362	20007
857	115	3123	55,092	137,638	865,251	27695,69	9474,267
967	131	3839	55	223,161	950,756	43361,66	20006,5

Perm load 1,2			Belastingen uit lijnen					Belasting uit mast		
			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	N	V	M
	0 deg	1a	4953	5872	110	109	129	967	131	3839
		1b	5990	6802	108	132	149	967	25	720
		3	7829	10052	219	172	221	967	37	1080
		4	1487	6329	118	31	139	967	25	720
		6	5404	6285	124	119	138			
	45 deg	1a	444	12253	116	9	269	967	131	3839
		1b	5705	7849	109	125	172	967	25	720
		3	6781	13324	222	149	293	967	37	1080
		4	1322	7362	119	27	161	967	25	720
	90 deg	1a	6367	20007	117	137	439	967	131	3839
		1b	6009	9075	110	132	199	967	25	720
		3	43362	17177	223	951	378	967	37	1080
		4	25938	8566	119	568	188	967	25	720
	-45 deg	1a	33564	12518	112	735	274	967	131	3839
		1b	29976	7895	108	659	173	967	25	720
		3	41288	13451	220	907	296	967	37	1080
		4	25301	7415	118	554	163	967	25	720
	0 deg	1a	5874	4719	82	135	103	967	131	3839
		1b	7251	5612	80	166	123	967	25	720
		3	13786	9103	191	322	200	967	37	1080
		4	2868	5199	90	69	114	967	25	720
		6	5875	4587	82	135	100			
	45 deg	1a	8821	11527	88	234	253	967	131	3839
		1b	10005	6696	81	247	147	967	25	720
		3	13920	12434	193	347	274	967	37	1080
		4	5430	6258	91	145	137	967	25	720
	90 deg	1a	14592	19611	88	361	431	967	131	3839
		1b	10673	8010	82	263	176	967	25	720
		3	7209	16413	195	157	361	967	37	1080
		4	741	7534	91	14	165	967	25	720
	-45 deg	1a	**10344**	11811	84	**226**	259	967	131	3839
		1b	5441	6742	**80**	119	148	967	25	720
		3	7322	**12563**	**191**	182	**277**	967	37	1080
		4	**722**	**6317**	90	**14**	**139**	967	25	720

regel			Totaal						
		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	8792	5872	1077	240	129	10572,6
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	6710	6802	1075	156	149	9554,412
3	Perm load 1,2	0 deg	3	8908	10052	1186	209	221	13431,48
4	Perm load 1,2	0 deg	4	2207	6329	1085	55	139	6702,643
5	Perm load 1,2	0 deg	6						
6									
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	3159	14967	1083	102	361	15296,99
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	6214	8358	1076	143	190	10415,4
9	Perm load 1,2	45 deg	3	7544	14087	1189	175	319	15980,24
10	Perm load 1,2	45 deg	4	1831	7871	1086	45	179	8081,547
11									
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	6367	23846	1084	137	570	24680,83
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	6009	9795	1077	132	224	11490,91
14	Perm load 1,2	90 deg	3	43362	18257	1190	951	415	47048,34
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	25938	9286	1086	568	212	27550,24
16									
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	36278	15232	1079	827	367	39346,32
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	30485	8404	1075	676	191	31622,42
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	42051	14214	1187	933	322	44388,86
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	25810	7924	1085	571	180	26999,05
21									
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	9713	4719	1049	266	103	10798,72
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	7971	5612	1047	190	123	9748,33
24	Perm load 0,9	0 deg	3	14866	9103	1158	358	200	17431,59
25	Perm load 0,9	0 deg	4	3588	5199	1057	93	114	6317,011
26	Perm load 0,9	0 deg	6						
27									
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	11536	14241	1055	326	346	18327,42
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	10514	7205	1048	265	164	12745,91
30	Perm load 0,9	45 deg	3	14683	13198	1160	373	300	19742,54
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	5939	6767	1058	162	155	9003,119
32									
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	14592	23450	1055	361	562	27619,41
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	10673	8730	1049	263	200	13788,32
35	Perm load 0,9	90 deg	3	7209	17493	1162	157	398	18919,95
36	Perm load 0,9	90 deg	4	741	8254	1058	14	190	8286,832
37									
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	13059	14525	1051	318	352	19532,44
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	5950	7251	1047	137	165	9380,077
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	9086	13326	1158	208	303	16128,79
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	1231	6826	1057	31	156	6936,131
		Max		43362	23846	1190	951	570	47048

samenvatting									
	Mast	Bijlage		Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
12	W4H400ZF	26-AL	Perm load	90 deg	1a	6367	23846	1084	137	570
14	W4H400ZF	26-AL	Perm load	90 deg	3	43362	18257	1190	951	415

W4H400ZA+10 (Aft (rev 8.0, date: 23-11-2012)
Loadcases for tower strength (ultimate APPENDIAL
Loadcase according to 50341-3-15

			AHEAD		BACK	
	Attachmer	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	Comp. gl	4995	4622	39634	2472	4634	-39673
Wind, 10	GW / opgv	2408	2252	19132	1416	2252	-19150
Permaner	380C1F1	18431	17024	145797	9349	17036	-145944
Wind angl	380C1F2	18431	16997	145796	9963	17014	-145943
	380C1F3	18432	16965	145795	10576	16987	-145941
	150C1F1	4608	4256	36449	0	0	0
	150C1F2	4608	4249	36449	0	0	0
	150C1F3	4608	4241	36449	0	0	0
1b	Comp. gl	5072	5240	45788	2218	5228	-45669
Wind, -20	GW / opgv	2449	2566	22385	1319	2558	-22318
Permaner	380C1F1	18776	19821	173170	8257	19759	-172638
Wind angl	380C1F2	18776	19815	173170	8983	19755	-172638
	380C1F3	18776	19809	173171	9709	19749	-172638
	150C1F1	4694	4955	43292	0	0	0
	150C1F2	4694	4954	43293	0	0	0
	150C1F3	4694	4952	43293	0	0	0
3	Comp. gl	19637	13339	116079	11823	13422	-116740
Wind+ice,	GW / opgv	9721	6639	57599	6529	6674	-57926
Permaner	380C1F1	31529	26759	232761	16847	26818	-233306
Wind angl	380C1F2	31529	26744	232762	17828	26806	-233307
	380C1F3	31529	26726	232763	18810	26791	-233308
	150C1F1	7882	6690	58190	0	0	0
	150C1F2	7882	6686	58190	0	0	0
	150C1F3	7882	6681	58191	0	0	0
4	Comp. gl	5006	4641	40529	3479	5885	-51428
Construct	GW / opgv	2414	2248	19597	1987	2874	-25091
Permaner	380C1F1	18481	17145	149695	11318	19613	-171356
Wind angl	380C1F2	18481	17139	149695	12039	19608	-171356
	380C1F3	18481	17133	149696	12760	19603	-171356
	150C1F1	4620	4286	37424	0	0	0
	150C1F2	4620	4285	37424	0	0	0
	150C1F3	4620	4283	37424	0	0	0
6	Comp. gl	5605	4953	43449	2827	4960	-43513
Permaner	GW / opgv	2703	2392	20985	1609	2396	-21016
Permaner	380C1F1	20680	18180	159484	10698	18208	-159734
	380C1F2	20680	18180	159484	11369	18208	-159734
	380C1F3	20680	18180	159484	12041	18208	-159734
	150C1F1	5170	4545	39871	0	0	0
	150C1F2	5170	4545	39871	0	0	0
	150C1F3	5170	4545	39871	0	0	0
1a	Comp. gl	4885	8375	45886	3223	11851	-57141
Wind, 10	GW / opgv	2324	4989	24775	1739	6906	-31480
Permaner	380C1F1	17990	31639	170349	11970	42532	-205556
Wind angl	380C1F2	18032	30502	167490	12183	40900	-200512
	380C1F3	18082	29156	164217	12398	38979	-194635
	150C1F1	4498	7910	42587	0	0	0
	150C1F2	4508	7625	41872	0	0	0
	150C1F3	4521	7289	41054	0	0	0
1b	Comp. gl	5065	5875	46029	2295	6377	-46589
Wind, -20	GW / opgv	2442	3014	22644	1363	3293	-23076
Permaner	380C1F1	18744	22291	174125	8532	23844	-175697
Wind angl	380C1F2	18748	22113	173987	9204	23594	-175353
	380C1F3	18752	21901	173836	9879	23301	-174971
	150C1F1	4686	5573	43531	0	0	0
	150C1F2	4687	5528	43497	0	0	0
	150C1F3	4688	5475	43459	0	0	0
3	Comp. gl	19608	16563	116987	12135	19191	-120323
Wind+ice,	GW / opgv	9694	8902	58561	6698	10339	-60784
Permaner	380C1F1	31424	33793	236564	17728	38577	-244827
Wind angl	380C1F2	31436	33281	236041	18542	37845	-243586
	380C1F3	31451	32671	235461	19365	36988	-242198
	150C1F1	7856	8448	59141	0	0	0
	150C1F2	7859	8320	59010	0	0	0
	150C1F3	7863	8168	58865	0	0	0
4	Comp. gl	5000	5275	40763	3525	6994	-51991
Construct	GW / opgv	2408	2695	19847	2013	3577	-25568
Permaner	380C1F1	18455	19614	150629	11501	23613	-173647
Wind angl	380C1F2	18458	19436	150494	12185	23372	-173383
	380C1F3	18462	19225	150346	12872	23088	-173090
	150C1F1	4614	4903	37657	0	0	0
	150C1F2	4615	4859	37624	0	0	0
	150C1F3	4615	4806	37586	0	0	0
1a	Comp. gl	4697	15699	67388	3547	17025	-73854
Wind, 10	GW / opgv	2234	10132	40451	1840	10130	-41937
Permaner	380C1F1	17290	59893	252074	13136	60808	-263276
Wind angl	380C1F2	17340	56751	242669	13243	58139	-254819
	380C1F3	17406	52982	231992	13346	54978	-244789
	150C1F1	4323	14973	63018	0	0	0
	150C1F2	4335	14188	60667	0	0	0
	150C1F3	4352	13246	57848	0	0	0
1b	Comp. gl	5028	7022	47556	2404	7201	-48089
Wind, -20	GW / opgv	2409	3853	24128	1420	3833	-24253
Permaner	380C1F1	18588	26754	180122	8920	26752	-180727
Wind angl	380C1F2	18609	26239	179224	9520	26313	-179862
	380C1F3	18635	25629	178220	10126	25800	-178894
	150C1F1	4647	6689	45031	0	0	0
	150C1F2	4652	6560	44806	0	0	0
	150C1F3	4659	6407	44555	0	0	0
3	Comp. gl	19470	22237	122931	12544	23202	-126118
Wind+ice,	GW / opgv	9579	12979	64084	6899	12921	-65131
Permaner	380C1F1	30978	46789	257842	18785	47078	0
Wind angl	380C1F2	31034	45288	254801	19422	45798	0
	380C1F3	31101	43509	251349	20070	44299	0
	150C1F1	7745	11697	64461	0	0	0
	150C1F2	7759	11322	63700	0	0	0
	150C1F3	7775	10877	62837	0	0	0
4	Comp. gl	4969	6418	42250	3594	7759	-52976
Construct	GW / opgv	2381	3530	21290	2050	4071	-26338
Permaner	380C1F1	18328	24067	156522	11768	26396	0
Wind angl	380C1F2	18346	23554	155639	12402	25978	0
	380C1F3	18366	22945	154652	13041	25488	0
	150C1F1	4582	6017	39130	0	0	0

	Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn					Belasting op mastvoet, belastinggeval					
	Vert	Dwars	Langs	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	[kN]	[kN]	[kN]											
	7,467	9,256	-0,039	-1,1505	288,8746	7,467	-0,039	9,256	1a	4952,986	5872,033	110,297	108,85	128,529
	3,824	4,504	-0,018	-1,12374	284,091	3,824	-0,018	4,504	Wind angle:	0	dgr			
	27,78	34,06	-0,147	-7,938	1839,24	27,78	-0,147	34,06						
	28,394	34,011	-0,147	-6,6885	1547,501	28,394	-0,147	34,011						
	29,008	33,952	-0,146	-5,402	1256,224	29,008	-0,146	33,952						
	4,608	4,256	36,449	1968,246	255,168	4,608	36,449	4,256						
	4,608	4,249	36,449	1658,43	218,6735	4,608	36,449	4,249						
	4,608	4,241	36,449	1348,613	182,261	4,608	36,449	4,241						
	7,29	10,468	0,119	3,5105	324,2535	7,29	0,119	10,468	1b	5989,789	6802,062	108,417	131,661	149,161
	3,768	5,124	0,067	4,18281	322,755	3,768	0,067	5,124	Wind angle:	0	dgr			
	27,033	39,58	0,532	28,728	2137,32	27,033	0,532	39,58						
	27,759	39,57	0,532	24,206	1800,435	27,759	0,532	39,57						
	28,485	39,558	0,533	19,721	1463,646	28,485	0,533	39,558						
	4,694	4,955	43,292	2337,768	293,387	4,694	43,292	4,955						
	4,694	4,954	43,293	1969,832	251,224	4,694	43,293	4,954						
	4,694	4,952	43,293	1601,841	209,041	4,694	43,293	4,952						
	31,46	26,761	-0,661	-19,4995	856,1132	31,46	-0,661	26,761	3	7828,665	10052,13	219,428	171,948	220,775
	16,25	13,313	-0,327	-20,4146	843,4806	16,25	-0,327	13,313	Wind angle:	0	dgr			
	48,376	53,577	-0,545	-29,43	2893,158	48,376	-0,545	53,577						
	49,357	53,55	-0,545	-24,7975	2436,525	49,357	-0,545	53,55						
	50,339	53,517	-0,545	-20,165	1980,129	50,339	-0,545	53,517						
	7,882	6,69	58,19	3142,26	404,611	7,882	58,19	6,69						
	7,882	6,686	58,19	2647,645	347,564	7,882	58,19	6,686						
	7,882	6,681	58,191	2153,067	290,548	7,882	58,191	6,681						
	8,485	10,526	-10,899	-321,521	328,4967	8,485	-10,899	10,526	4	1487,176	6328,873	118,306	30,897	138,743
	4,401	5,122	-5,494	-342,99	323,1112	4,401	-5,494	5,122	Wind angle:	0	dgr			
	29,799	36,758	-21,661	-3169,69	1984,932	29,799	-21,661	36,758						
	30,52	36,747	-21,661	-985,576	1671,989	30,52	-21,661	36,747						
	31,241	36,736	-21,66	-801,42	1359,232	31,241	-21,66	36,736						
	4,62	4,286	37,424	2020,896	256,854	4,62	37,424	4,286						
	4,62	4,285	37,424	1702,792	220,3775	4,62	37,424	4,285						
	4,62	4,283	37,424	1384,688	183,881	4,62	37,424	4,283						
	8,432	9,913	-0,064	-1,888	310,3009	8,432	-0,064	9,913	6	5404,443	6285,152	124,402	118,768	137,5
	4,312	4,788	-0,031	-1,93533	302,192	4,312	-0,031	4,788	0					
	31,378	36,388	-0,25	-13,5	1964,952	31,378	-0,25	36,388						
	32,049	36,388	-0,25	-11,375	1655,654	32,049	-0,25	36,388						
	32,721	36,388	-0,25	-9,25	1346,356	32,721	-0,25	36,388						
	5,17	4,545	39,871	2153,034	273,865	5,17	39,871	4,545						
	5,17	4,545	39,871	1814,131	235,2325	5,17	39,871	4,545						
	5,17	4,545	39,871	1475,227	196,6	5,17	39,871	4,545						
	8,108	12,252	0,56	-332,023	613,8479	8,108	-11,255	20,226	1a	444,1114	12252,73	116,353	8,906	268,653
	4,063	11,895	-6,705	-418,593	745,6927	4,063	-6,705	11,895	Wind angle:	45	dgr			
	29,96	74,171	-35,207	-1901,18	4005,234	29,96	-35,207	74,171						
	30,215	71,402	-33,022	-1502,5	3248,791	30,215	-33,022	71,402						
	30,48	68,135	-30,418	-1125,47	2520,995	30,48	-30,418	68,135						
	4,498	7,91	42,587	2299,698	451,879	4,498	42,587	7,91						
	4,508	7,625	41,872	1905,176	371,7315	4,508	41,872	7,625						
	4,521	7,289	41,054	1518,998	294,5585	4,521	41,054	7,289						
	7,36	12,252	0,56	-16,52	377,0298	7,36	-0,56	12,252	1b	5705,245	7849,477	109,085	125,422	172,179
	3,805	6,307	-0,432	-26,9698	396,6378	3,805	-0,432	6,307	Wind angle:	45	dgr			
	27,276	46,135	-1,572	-84,888	2491,29	27,276	-1,572	46,135						
	27,952	45,707	-1,366	-62,153	2079,669	27,952	-1,366	45,707						
	28,631	45,202	-1,135	-41,995	1672,474	28,631	-1,135	45,202						
	4,686	5,573	43,531	2350,674	326,715	4,686	43,531	5,573						
	4,687	5,528	43,497	1979,114	277,3025	4,687	43,497	5,528						
	4,688	5,475	43,459	1607,983	228,359	4,688	43,459	5,475						
	31,743	35,754	-3,336	-98,412	1122,006	31,743	-3,336	35,754	3	6780,612	13323,92	221,659	148,912	293,086
	16,392	19,241	-2,223	-138,782	1213,674	16,392	-2,223	19,241	Wind angle:	45	dgr			
	49,152	72,37	-8,263	-446,202	3907,98	49,152	-8,263	72,37						
	49,978	71,126	-7,545	-343,298	3236,233	49,978	-7,545	71,126						
	50,816	69,659	-6,737	-249,269	2577,383	50,816	-6,737	69,659						
	7,856	8,448	59,141	3193,614	499,4	7,856	59,141	8,448						
	7,859	8,32	59,01	2684,955	421,7845	7,859	59,01	8,32						
	7,863	8,168	58,865	2178,005	345,4625	7,863	58,865	8,168						
	8,525	12,269	-11,228	-331,226	380	8,525	-11,228	12,269	4	1322,339	7362,334	118,723	27,277	161,457
	4,421	6,272	-5,711	-356,538	394,9209	4,421	-5,711	6,272	Wind angle:	45	dgr			
	29,956	43,227	-23,018	-1242,97	2334,258	29,956	-23,018	43,227						
	30,643	42,808	-22,889	-1041,45	1947,764	30,643	-22,889	42,808						
	31,334	42,313	-22,744	-841,528	1565,581	31,334	-22,744	42,313						
	4,614	4,903	37,657	2033,478	290,139	4,614	37,657	4,903						
	4,615	4,859	37,624	1711,892	246,467	4,615	37,624	4,859						
	4,615	4,806	37,586	1390,682	203,2045	4,615	37,586	4,806						
	8,244	32,724	-6,466	-190,747	982,827	8,244	-6,466	32,724	1a	6366,757	20006,5	117,089	136,832	438,944
	4,074	20,262	-1,486	-92,771	1268,053	4,074	-1,486	20,262	Wind angle:	90	dgr			
	30,426	120,701	-11,202	-604,908	6517,854	30,426	-11,202	120,701						
	30,583	114,89	-12,15	-552,825	5227,495	30,583	-12,15	114,89						
	30,752	107,96	-13,397	-495,689	3994,52	30,752	-13,397	107,96						
	4,323	14,973	63,018	3402,972	832,3185	4,323	63,018	14,973						
	4,335	14,188	60,667	2760,349	669,3965	4,335	60,667	14,188						
	4,352	13,246	57,848	2140,376	514,038	4,352	57,848	13,246						
	7,432	14,223	-0,533	-15,7235	435,3269	7,432	-0,533	14,223	1b	6008,718	9074,901	109,617	131,817	199,052
	3,829	7,686	-0,125	-7,80375	482,747	3,829	-0,125	7,686	Wind angle:	90	dgr			
	27,508	53,506	-0,605	-32,67	2889,324	27,508	-0,605	53,506						
	28,129	52,552	-0,638	-29,029	2391,116	28,129	-0,638	52,552						
	28,761	51,429	-0,674	-24,938	1902,873	28,761	-0,674	51,429						
	4,647	6,689	45,031	2431,674	386,7645	4,647	45,031	6,689						
	4,652	6,56	44,806	2038,673	324,066	4,652	44,806	6,56						
	4,659	6,407	44,555	1648,535	262,6835	4,659	44,555	6,407						
	32,014	45,439	-3,187	-94,0165	1408,288	32,014	-3,187	45,439	3	43361,66	17177,15	223,161	950,756	377,996
	16,478	25,9	-1,047	-65,3642	1629,46	16,478	-1,047	25,9	Wind angle:	90	dgr			
	49,763	93,867	257,842	13923,47	5068,818	49,763	257,842	93,867						
	50,456	91,086	254,801	11593,45	4144,413	50,456	254,801	91,086						
	51,171	87,808	251,349	9299,913	3248,896	51,171	251,349	87,808						
	7,745	11,697	64,461	3480,894	674,2355	7,745	64,461	11,697						
	7,759	11,322	63,7	2898,35	557,8255	7,759	63,7	11,322						
	7,775	10,877	62,837	2324,969	445,2115	7,775	62,837	10,877						
	8,563	14,177	-10,726	-316,417	436,3665	8,563	-10,726	14,177	4	25938,28	8565,733	119,006	567,742	187,847
	4,431	7,601	-5,048	-315,147	477,898	4,431	-5,048	7,601	Wind angle:	90	dgr			
	30,096	50,463	156,522	8452,188	2725,002	30,096	156,522	50,463						
	30,748	49,532	155,639	7081,575	2253,706	30,748	155,639	49,532						
	31,407	48,433	154,652	5722,124	1792,021	31,407	154,652	48,433						
	4,582	6,017	39,13	2113,02	350,119	4,582	39,13	6,017						

| | | |

| | | |

W4H400226-AL1

Hoogte mast	Ber & bijlage	50 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		24 m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / tH$_{mast}$ -	0,57 m =	49,43 m		0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	8,5 m =	41 m		0 m
1e traverse - 150C1F1		41		5,5 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5 m =	32,5 m		0 m
2e traverse - 150C1F2 F3 +		32,5 m		5,5 m
3e traverse - 380C1F3		24 m		0 m
3e traverse - 150C1F3		24		5,5 m
Passieve lijn = Comp CF3 -	7,5 m =	16,5 m		2,05 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)

N [kN]	V [kN]	M [kNm]
857	115	3123
857	115	3123

Uit lijnen (incl belastingsfactoren)

Nmin [kN]	Nmax [kN]	Vmax [kN]	Mlangs;maMdwars;max [kNm]	[kNm]
55	138	865	27696	9474

Belastingen uit lijnen

				M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$
Perm load 1,2	0 deg	1a		3538	4155	110	109	127
		1b		4278	4859	108	132	149
			3	4287	5149	134	132	158
			4	1585	4464	117	47	137
			6	3860	4497	124	119	138
	45 deg	1a		2352	6307	113	72	193
		1b		4148	5448	109	128	167
			3	3381	7101	136	104	219
			4	1502	5047	117	44	155
	90 deg	1a		3804	8983	114	115	275
		1b		4285	6126	109	132	188
			3	4371	9474	138	132	292
			4	1702	5716	117	50	175
	-45 deg	1a		4823	6398	111	147	196
		1b		4405	5474	108	135	168
			3	5193	7175	134	159	221
			4	1727	5076	117	51	156
	0 deg	1a		2853	3329	82	88	102
		1b		3584	4006	80	110	123
			3	3629	4358	106	112	134
			4	723	3650	88	20	112
			6	2854	3280	82	88	100
	45 deg	1a		1298	5613	85	40	172
		1b		3392	4613	81	104	142
			3	2476	6389	109	76	197
			4	616	4246	89	17	130
	90 deg	1a		3279	8484	86	99	260
		1b		3603	5334	82	111	164
			3	3798	8904	110	115	275
			4	933	4951	89	26	152
	-45 deg	1a		4592	5708	83	140	175
		1b		3778	4639	80	116	143
			3	4819	**4464**	**106**	147	**199**
			4	**944**	4278	88	**27**	131
	0 deg	1a		19368	**2323**	77	605	**70**
		1b		22967	2716	78	718	82
			3	24003	2870	93	753	87
			4	19882	2363	77	621	71
			6	21191	2514	86	662	76
	45 deg	1a		20250	3208	76	632	97
		1b		23038	2965	78	720	90
			3	24610	3671	93	772	111
			4	19951	2612	77	624	79
	90 deg	1a		24380	4934	**74**	757	150
		1b		23519	3406	77	734	103
			3	**27696**	5193	91	**865**	158
			4	20422	3052	76	638	92
	-45 deg	1a		21514	3823	75	670	116
		1b		23167	3125	78	724	95
			3	25523	4214	92	799	128
			4	20077	2772	77	627	84
	0 deg	1a		15503	1861	58	485	56
		1b		18984	2240	59	593	68
			3	20304	2427	74	638	73
			4	15983	1897	58	500	57
			6	15504	1834	58	485	55
	45 deg	1a		16780	2790	57	523	85
		1b		19100	2495	59	596	76
			3	21136	3253	74	663	99
			4	16095	2151	58	503	65
	90 deg	1a		22033	4644	55	683	141
		1b		19807	2961	58	618	90
			3	25015	4865	72	781	149
			4	16784	2616	57	524	79
	-45 deg	1a		18477	3454	56	574	105
		1b		19295	2662	59	602	81
			3	22324	3827	73	699	117
			4	16285	2318	58	509	70

Belasting uit mast

N	V	M
857	115	3123
857	22	586
857	32	878
857	22	586
857	115	3123
857	22	586
857	32	878
857	22	586
857	115	3123
857	22	586
857	32	878
857	22	586
643	115	3123
643	22	586
643	32	878
643	22	586
643	115	3123
643	22	586
643	32	878
643	22	586
643	115	3123
643	22	586
643	32	878
643	22	586
643	115	3123
643	22	586
643	32	878
643	22	586
643	115	3123
643	22	586
643	32	878
643	22	586
643	115	3123
643	22	586
643	32	878
643	22	586
643	115	3123
643	22	586
643	32	878
643	22	586
643	115	3123
643	22	586
643	32	878
643	22	586

Totaal

regel		Loadcase	M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	6661	4155	967	224	127 7851,188
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	4864	4859	965	153	149 6874,803
3	Perm load 1,2	0 deg	3	5165	5149	991	164	158 7293,288
4	Perm load 1,2	0 deg	4	2170	4464	974	68	137 4963,084
5	Perm load 1,2	0 deg	6					
6								
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	4560	8516	970	154	275 9659,871
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	4562	5862	966	143	182 7428,221
9	Perm load 1,2	45 deg	3	4002	7722	993	126	242 8697,849
10	Perm load 1,2	45 deg	4	1916	5461	974	59	170 5787,618
11								
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	3804	12106	971	115	390 12689,9
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	4285	6712	966	132	210 7963,13
14	Perm load 1,2	90 deg	3	4371	10353	995	132	324 11237,54
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	1702	6302	974	50	197 6527,773
16								
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	7031	8606	968	229	277 11113,25
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	4819	5888	965	151	183 7608,991
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	5814	7796	991	182	244 9725,04
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	2141	5490	974	66	171 5893,147
21								
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	5976	3329	725	203	102 6840,812
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	4170	4006	723	132	123 5782,588
24	Perm load 0,9	0 deg	3	4507	4358	748	144	134 6269,477
25	Perm load 0,9	0 deg	4	1309	3650	731	42	112 3877,086
26	Perm load 0,9	0 deg	6					
27								
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	3506	7821	728	121	253 8571,137
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	3806	5027	724	120	157 6305,596
30	Perm load 0,9	45 deg	3	3097	7010	751	99	220 7663,605
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	1030	4660	731	32	146 4772,434
32								
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	3279	11607	729	99	375 12061,52
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	3603	5920	724	111	185 6929,981
35	Perm load 0,9	90 deg	3	3798	9783	753	115	307 10493,94
36	Perm load 0,9	90 deg	4	933	5536	732	26	174 5614,576
37								
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	6800	7916	725	221	256 10435,67
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	4192	5053	723	131	158 6565,867
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	5441	7085	749	170	222 8932,83
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	1358	4692	731	42	147 4884,28
42								
43	Perm load 1,2	0 deg	1a	22491	2323	934	720	70 22610,98
44	Perm load 1,2	0 deg	1b	23553	2716	935	739	82 23708,9
45	Perm load 1,2	0 deg	3	24882	2870	950	786	87 25046,59
46	Perm load 1,2	0 deg	4	20467	2363	934	643	71 20603,19
47	Perm load 1,2	0 deg	6					
48								
49	Perm load 1,2	45 deg	1a	22458	5416	933	713	178 23102,14
50	Perm load 1,2	45 deg	1b	23452	3380	935	735	105 23694,44
51	Perm load 1,2	45 deg	3	25232	4292	950	794	134 25593,97
52	Perm load 1,2	45 deg	4	20365	3026	934	639	94 20588,49
53								
54	Perm load 1,2	90 deg	1a	24380	8057	931	757	265 25676,29
55	Perm load 1,2	90 deg	1b	23519	3992	934	734	125 23855,1
56	Perm load 1,2	90 deg	3	27696	6071	948	865	191 28353,3
57	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	20422	3638	933	638	114 20743,47
58								
59	Perm load 1,2	-45 deg	1a	23723	6031	932	751	197 24477,29
60	Perm load 1,2	-45 deg	1b	23581	3539	935	739	110 23845,58
61	Perm load 1,2	-45 deg	3	26145	4835	949	822	151 26587,85
62	Perm load 1,2	-45 deg	4	20491	3186	934	643	99 20737,6
63								
64	Perm load 0,9	0 deg	1a	18626	1861	701	600	56 18718,39
65	Perm load 0,9	0 deg	1b	19570	2240	702	615	68 19697,58
66	Perm load 0,9	0 deg	3	21183	2427	717	670	73 21321,39
67	Perm load 0,9	0 deg	4	16568	1897	701	521	57 16676,7
68	Perm load 0,9	0 deg	6					
69								
70	Perm load 0,9	45 deg	1a	18989	4999	700	604	166 19635,67
71	Perm load 0,9	45 deg	1b	19514	2909	702	612	91 19730,08
72	Perm load 0,9	45 deg	3	21757	3874	717	686	122 22099,14
73	Perm load 0,9	45 deg	4 Construct	16510	2565	701	518	80 16707,65
74								
75	Perm load 0,9	90 deg	1a	22033	7767	698	683	256 23362,28
76	Perm load 0,9	90 deg	1b	19807	3547	701	618	111 20122,52
77	Perm load 0,9	90 deg	3	25015	5743	715	781	181 25665,36
78	Perm load 0,9	90 deg	4	16784	3201	700	524	101 17086,71
79								
80	Perm load 0,9	-45 deg	1a	20685	5663	699	656	186 21445,97
81	Perm load 0,9	-45 deg	1b	19709	3076	702	618	96 19947,8
82	Perm load 0,9	-45 deg	3	22945	4448	716	722	139 23372,13
83	Perm load 0,9	-45 deg	4	16699	2732	701	524	85 16920,93
				27696	12106	995	865	390 28353

samenvatting

	Mast	Bijlage		Wind	Loadcase	M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$
12	W4H4002	26-AL1	Perm load	90 deg	1a	3804	12106	971	115	390
14	W4H4002	26-AL1	Perm load	90 deg	3	4371	10353	995	132	324
56	W4H4002	26-AL1	Perm load	90 deg	3	27696	6071	948	865	191

W4H4002 Appendix AL1**date: 23-11-2012)**
Loadcases for tower strength (Special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK		Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn					Belasting op mastvoet, belastinggeval					
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]	M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$		M$_{langs}$	M$_{dwars}$	N	V$_{langs}$	V$_{dwars}$
	Attachment point																			
1a	Comp. gl	4995	4572	39634	2471	4580	-39671	7,466	9,152	-0,037	-0,6105	166,3133	7,466	-0,037	9,152	1a	3538,335	4155,45	110,294	108,863	127,138
Wind, 10 ◦	GW / opg.	2408	2218	19129	1416	2219	-19147	3,824	4,437	-0,018	-0,88974	222,2272	3,824	-0,018	4,437	Wind angle: 0 dgr					
Permaner	380C1F1	18432	16830	145795	9348	16843	-145938	27,78	33,673	-0,143	-5,863	1380,593	27,78	-0,143	33,673						
Wind angl	380C1F2	18432	16816	145796	9961	16832	-145939	28,393	33,648	-0,143	-4,6475	1093,56	28,393	-0,143	33,648						
	380C1F3	18432	16799	145796	10575	16818	-145939	29,007	33,617	-0,143	-3,432	806,808	29,007	-0,143	33,617						
	150C1F1	4608	4207	36449	0	0	0	4,608	4,207	36,449	1494,409	197,831	4,608	36,449	4,207						
	150C1F2	4608	4204	36449	0	0	0	4,608	4,204	36,449	1184,593	161,974	4,608	36,449	4,204						
	150C1F3	4608	4200	36449	0	0	0	4,608	4,2	36,449	874,776	126,144	4,608	36,449	4,2						
1b	Comp. gl	5072	5236	45788	2218	5224	-45669	7,29	10,46	0,119	1,9635	187,5345	7,29	0,119	10,46	1b	4278,163	4858,712	108,417	131,66	149,046
Wind, -20	GW / opg.	2449	2563	22385	1319	2555	-22319	3,768	5,118	0,066	3,26238	255,8464	3,768	0,066	5,118	Wind angle: 0 dgr					
Permaner	380C1F1	18776	19805	173171	8257	19743	-172639	27,033	39,548	0,532	21,812	1621,468	27,033	0,532	39,548						
Wind angl	380C1F2	18776	19800	173171	8983	19740	-172639	27,759	39,54	0,532	17,29	1285,05	27,759	0,532	39,54						
	380C1F3	18776	19795	173172	9709	19735	-172640	28,485	39,53	0,532	12,768	948,72	28,485	0,532	39,53						
	150C1F1	4694	4951	43293	0	0	0	4,694	4,951	43,293	1775,013	228,808	4,694	43,293	4,951						
	150C1F2	4694	4950	43293	0	0	0	4,694	4,95	43,293	1407,023	186,692	4,694	43,293	4,95						
	150C1F3	4694	4949	43293	0	0	0	4,694	4,949	43,293	1039,032	144,593	4,694	43,293	4,949						
3	Comp. gl	8339	7174	62185	4337	7196	-62322	12,676	14,37	-0,137	-2,2605	263,0908	12,676	-0,137	14,37						
Wind+ice,	GW / opg.	4080	3541	30550	2475	3547	-30616	6,555	7,088	-0,066	-3,26238	355,3416	6,555	-0,066	7,088	Wind angle: 0 dgr					
Permaner	380C1F1	21501	20259	176140	10592	20258	-176153	32,093	40,517	-0,013	-0,533	1661,197	32,093	-0,013	40,517						
Wind angl	380C1F2	21501	20247	176141	11333	20249	-176154	32,834	40,496	-0,013	-0,4225	1316,12	32,834	-0,013	40,496						
	380C1F3	21501	20233	176141	12073	20237	-176154	33,574	40,47	-0,013	-0,312	971,28	33,574	-0,013	40,47						
	150C1F1	5375	5065	44035	0	0	0	5,375	5,065	44,035	1805,435	237,2275	5,375	44,035	5,065						
	150C1F2	5375	5062	44035	0	0	0	5,375	5,062	44,035	1431,138	194,0775	5,375	44,035	5,062						
	150C1F3	5375	5058	44035	0	0	0	5,375	5,058	44,035	1056,84	150,9545	5,375	44,035	5,058						
4	Comp. gl	5006	4637	40530	3267	5641	-49330	8,273	10,278	-8,8	-145,2	186,5467	8,273	-8,8	10,278	4	1584,504	4463,521	116,635	46,733	136,824
Construct	GW / opg.	2414	2245	19597	1869	2751	-24034	4,283	4,996	-4,437	-219,321	250,2074	4,283	-4,437	4,996	Wind angle: 0 dgr					
Permaner	380C1F1	18481	17129	149696	10889	19115	-167130	29,37	36,244	-17,434	-714,794	1486,004	29,37	-17,434	36,244						
Wind angl	380C1F2	18481	17124	149697	11592	19112	-167131	30,073	36,236	-17,434	-566,605	1177,67	30,073	-17,434	36,236						
	380C1F3	18481	17119	149697	12295	19108	-167131	30,776	36,227	-17,434	-418,416	869,448	30,776	-17,434	36,227						
	150C1F1	4620	4282	37424	0	0	0	4,62	4,282	37,424	1534,384	200,972	4,62	37,424	4,282						
	150C1F2	4620	4281	37424	0	0	0	4,62	4,281	37,424	1216,28	164,5425	4,62	37,424	4,281						
	150C1F3	4620	4280	37424	0	0	0	4,62	4,28	37,424	898,176	128,13	4,62	37,424	4,28						
6	Comp. gl	5605	4953	43449	2827	4960	-43513	8,432	9,913	-0,064	-1,056	180,8501	8,432	-0,064	9,913	6	3860,459	4497,071	124,402	118,768	137,5
Permaner	GW / opg.	2703	2392	20985	1609	2396	-21016	4,312	4,788	-0,031	-1,53233	239,948	4,312	-0,031	4,788	0					
Permaner	380C1F1	20680	18180	159484	10698	18208	-159734	31,378	36,388	-0,25	-10,25	1491,908	31,378	-0,25	36,388						
	380C1F2	20680	18180	159484	11369	18208	-159734	32,049	36,388	-0,25	-8,125	1182,61	32,049	-0,25	36,388						
	380C1F3	20680	18180	159484	12041	18208	-159734	32,721	36,388	-0,25	-6	873,312	32,721	-0,25	36,388						
	150C1F1	5170	4545	39871	0	0	0	5,17	4,545	39,871	1634,711	214,78	5,17	39,871	4,545						
	150C1F2	5170	4545	39871	0	0	0	5,17	4,545	39,871	1295,808	176,1475	5,17	39,871	4,545						
	150C1F3	5170	4545	39871	0	0	0	5,17	4,545	39,871	956,904	137,515	5,17	39,871	4,545						
1a	Comp. gl	4958	6356	41414	2807	7959	-45480	7,765	14,315	-4,066	-67,089	252,1158	7,765	-4,066	14,315	1a	2351,823	6307,481	113,073	72,238	193,281
Wind, 10 ◦	GW / opg.	2375	3505	20875	1582	4413	-23585	3,957	7,918	-2,71	-133,955	394,3941	3,957	-2,71	7,918	Wind angle: 45 dgr					
Permaner	380C1F1	18280	23778	152859	10501	28806	-165602	28,781	52,584	-12,743	-522,463	2155,944	28,781	-12,743	52,584						
Wind angl	380C1F2	18298	23253	151948	10908	28034	-163640	29,206	51,287	-11,692	-379,99	1666,828	29,206	-11,692	51,287						
	380C1F3	18318	22631	150930	11323	27130	-161415	29,641	49,761	-10,485	-251,64	1194,264	29,641	-10,485	49,761						
	150C1F1	4570	5945	38215	0	0	0	4,57	5,945	38,215	1566,815	268,88	4,57	38,215	5,945						
	150C1F2	4574	5813	37987	0	0	0	4,574	5,813	37,987	1234,578	214,0795	4,574	37,987	5,813						
	150C1F3	4579	5658	37732	0	0	0	4,579	5,658	37,732	905,568	160,9765	4,579	37,732	5,658						
1b	Comp. gl	5067	5739	45932	2268	6125	-46244	7,335	11,864	-0,312	-5,148	210,7928	7,335	-0,312	11,864	1b	4148,178	5448,069	108,851	127,678	167,182
Wind, -20	GW / opg.	2445	2916	22544	1348	3129	-22799	3,793	6,045	-0,255	-12,6047	301,687	3,793	-0,255	6,045	Wind angle: 45 dgr					
Permaner	380C1F1	18755	21759	173742	8436	22950	-174546	27,191	44,709	-0,804	-32,964	1833,069	27,191	-0,804	44,709						
Wind angl	380C1F2	18758	21619	173656	9126	22756	-174326	27,884	44,375	-0,67	-21,775	1442,188	27,884	-0,67	44,375						
	380C1F3	18761	21453	173562	9819	22528	-174083	28,58	43,981	-0,521	-12,504	1055,544	28,58	-0,521	43,981						
	150C1F1	4689	5440	43435	0	0	0	4,689	5,44	43,435	1780,835	248,8295	4,689	43,435	5,44						
	150C1F2	4689	5405	43414	0	0	0	4,689	5,405	43,414	1410,955	201,452	4,689	43,414	5,405						
	150C1F3	4690	5363	43391	0	0	0	4,69	5,363	43,391	1041,384	154,507	4,69	43,391	5,363						
3	Comp. gl	8285	9921	64417	4835	12326	-69755	13,12	22,247	-5,338	-88,077	393,9715	13,12	-5,338	22,247	3	3380,928	7101,384	136,316	103,581	218,652
Wind+ice,	GW / opg.	4031	5510	32739	2725	6861	-36285	6,756	12,371	-3,546	-175,279	616,6331	6,756	-3,546	12,371	Wind angle: 45 dgr					

| | | |

| | | |

| | | |

	150C1F2	3547	4866	36361	0	0	0	3,547	4,866	36,361	1181,733	177,6535	3,547	36,361	4,866							
	150C1F3	3550	4794	36269	0	0	0	3,55	4,794	36,269	870,456	134,581	3,55	36,269	4,794							
3	Comp. gl	6991	11147	62044	0	0	0	6,991	11,147	62,044	1023,726	198,2571	6,991	62,044	11,147	3	22323,81	3827,31	73,073	698,824	116,612	
Wind+ice,	GW / opp.	3387	6609	33320	0	0	0	3,387	6,609	33,32	1647,008	329,257	3,387	33,32	6,609	Wind angle: -45 dgr						
Permaner	380C1F1	16684	27186	162795	0	0	0	16,684	27,186	162,795	6674,595	1114,626	16,684	162,795	27,186							
Wind angl	380C1F2	16717	26409	161002	0	0	0	16,717	26,409	161,002	5232,565	858,2925	16,717	161,002	26,409							
0	380C1F3	16755	25490	158971	0	0	0	16,755	25,49	158,971	3815,304	611,76	16,755	158,971	25,49							
	150C1F1	4171	6796	40699	0	0	0	4,171	6,796	40,699	1668,659	301,5765	4,171	40,699	6,796							
	150C1F2	4179	6602	40250	0	0	0	4,179	6,602	40,25	1308,125	237,5495	4,179	40,25	6,602							
	150C1F3	4189	6373	39743	0	0	0	4,189	6,373	39,743	953,832	175,9915	4,189	39,743	6,373							
4	Comp. gl	3766	4556	32994	0	0	0	3,766	4,556	32,994	544,401	82,8943	3,766	32,994	4,556	4	16284,91	2317,67	57,751	508,627	70,087	
Constructi	GW / opp.	1810	2400	16251	0	0	0	1,81	2,4	16,251	803,2869	120,0076	1,81	16,251	2,4	Wind angle: -45 dgr						
Permaner	380C1F1	13906	17092	122840	0	0	0	13,906	17,092	122,84	5036,44	700,772	13,906	122,84	17,092							
Wind angl	380C1F2	13913	16850	122514	0	0	0	13,913	16,85	122,514	3981,705	547,625	13,913	122,514	16,85							
	380C1F3	13921	16563	122152	0	0	0	13,921	16,563	122,152	2931,648	397,512	13,921	122,152	16,563							
	150C1F1	3477	4273	30710	0	0	0	3,477	4,273	30,71	1259,11	194,3165	3,477	30,71	4,273							
	150C1F2	3478	4212	30628	0	0	0	3,478	4,212	30,628	995,41	156,019	3,478	30,628	4,212							
	150C1F3	3480	4141	30538	0	0	0	3,48	4,141	30,538	732,912	118,524	3,48	30,538	4,141							

W4H400Z 26-AL2

Hoogte mast	Ber & bijlage	63	m
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		37	m
	Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / CH_{mast} -	0,57 m =	62,43	m 0,76 m
1e traverse - 380C1F1 F2 +	8,5 m =	54	m 0 m
1e traverse - 150C1F1		54	m 5,5 m
2e traverse - 380C1F2 F3 +	8,5 m =	45,5	m 0 m
2e traverse - 150C1F2 F3 +		45,5	m 5,5 m
3e traverse - 380C1F3		37	m 0 m
3e traverse - 150C1F3		37	m 5,5 m
Passieve lijn = Comp C. F3 -	7,5 m =	29,5	m 2,119 m

Uit mast			Uit lijnen					
ULS (incl bel factoren)			SLS					
N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max	
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
967	131	3839						
967	131	3839	90	166	316	7601	14413	

			Belastingen uit lijnen					Belasting uit mast		
			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	N	V	M
SLS	0 deg	1a	4324	5070	92	95	111	806	87	2559
		1b	5353	6013	90	118	132	806	87	2559
		3	6518	8203	164	143	180	806	87	2559
		4	1904	5435	97	41	119	806	87	2559
	45 deg	1a	1408	9234	96	31	202	806	87	2559
		1b	5191	6703	90	114	147	806	87	2559
		3	5829	10379	165	128	228	806	87	2559
		4	1801	6118	97	38	134	806	87	2559
	90 deg	1a	5141	14413	97	111	316	806	87	2559
		1b	5360	7501	90	118	165	806	87	2559
		3	6574	12944	166	144	285	806	87	2559
		4	2046	6904	97	44	151	806	87	2559
	-45 deg	1a	7601	9405	92	166	206	806	87	2559
		1b	5510	6733	90	121	148	806	87	2559
		3	7209	10463	164	158	230	806	87	2559
		4	2079	6152	97	44	135	806	87	2559

			Totaal											
regel		Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	M langs max	M dwars max	N max	V langs max	V dwars max	M tot max	N min
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	6883	7629	897	182	198	10275,43	1					
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	7912	8572	896	205	219	11665,41	2				x	
3	Perm load 1,2	0 deg	3	9077	10762	969	231	268	14079,14	3					
4	Perm load 1,2	0 deg	4	4463	7995	903	128	207	9156,068	4					
5										5					
6	Perm load 1,2	45 deg	1a	3967	11793	902	118	290	12442,64	6					
7	Perm load 1,2	45 deg	1b	7751	9262	896	201	234	12077,4	7					
8	Perm load 1,2	45 deg	3	8388	12938	971	215	316	15419,38	8					
9	Perm load 1,2	45 deg	4	4360	8678	903	126	222	9711,551	9					
10										10					
11	Perm load 1,2	90 deg	1a	7700	16972	902	198	403	18637,5	11	x		x	x	
12	Perm load 1,2	90 deg	1b	7919	10060	896	205	252	12803,12	12					
13	Perm load 1,2	90 deg	3	9134	15504	972	231	372	17994,02	13		x			
14	Perm load 1,2	90 deg	4 Construct	4606	9464	903	131	239	10525,05	14					
15										15					
16	Perm load 1,2	-45 deg	1a	9410	11965	898	253	293	15221,85	16	x				
17	Perm load 1,2	-45 deg	1b	7320	9292	896	208	235	11829,16	17					
18	Perm load 1,2	-45 deg	3	9019	13023	970	245	318	15840,58	18					
19	Perm load 1,2	-45 deg	4	3889	8712	903	132	222	9540,256	19					
				9410	16972	972	253	403	18638						
						896									

samenvatting									
	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
2	W4H400Z	26-AL2	Perm load :0 deg	1b	7912	8572	896	205	219
11	W4H400Z	26-AL2	Perm load :90 deg	1a	7700	16972	902	198	403
13	W4H400Z	26-AL2	Perm load :90 deg	3	9134	15504	972	231	372
16	W4H400Z	26-AL2	Perm load :-45 deg	1a	9410	11965	898	253	293
6	W4H400Z	26-AL2		#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
7	W4H400Z	26-AL2		#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B

W4H400Z+10 TOWE APPENDIX: AL2

Loadcases for tower strength (serviceability\limit state)

Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK		Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn					Belasting op mastvoet, belastinggeval					
	Attachmer	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a	Comp. gl	4178	3982	34328	2006	3988	-34329	6,184	7,97	-0,001	-0,0295	248,2189	6,184	-0,001	7,97	1a 4323,955	5069,879	91,546	95,032	111,035
Wind, 10 c	GW / opgv	2014	1934	16551	1162	1933	-16552	3,176	3,867	-0,001	-0,06243	243,8306	3,176	-0,001	3,867	Wind angle: 0 dgr				
Permanen	380C1F1 /	15425	14715	126723	7582	14712	-126726	23,007	29,427	-0,003	-0,162	1589,058	23,007	-0,003	29,427					
Wind angl	380C1F2 /	15425	14697	126722	8114	14697	-126725	23,539	29,394	-0,003	-0,1365	1337,427	23,539	-0,003	29,394					
	380C1F3 /	15425	14675	126722	8647	14680	-126725	24,072	29,355	-0,003	-0,111	1086,135	24,072	-0,003	29,355					
	150C1F1 /	3856	3679	31681	0	0	0	3,856	3,679	31,681	1710,774	219,874	3,856	31,681	3,679					
	150C1F2 /	3856	3674	31681	0	0	0	3,856	3,674	31,681	1441,486	188,375	3,856	31,681	3,674					
	150C1F3 /	3856	3669	31681	0	0	0	3,856	3,669	31,681	1172,197	156,961	3,856	31,681	3,669					
1b	Comp. gl	4254	4606	40283	1761	4588	-40116	6,015	9,194	0,167	-4,9265	283,9688	6,015	0,167	9,194	1b 5352,746	6012,761	89,727	117,668	131,943
Wind, -20	GW / opgv	2054	2255	19696	1069	2244	-19606	3,123	4,499	0,09	5,6187	283,2461	3,123	0,09	4,499	Wind angle: 0 dgr				
Permanen	380C1F1 /	15764	17560	153574	6516	17475	-152831	22,28	35,035	0,743	40,122	1891,89	22,28	0,743	35,035					
Wind angl	380C1F2 /	15764	17556	153574	7158	17472	-152831	22,922	35,028	0,743	33,8065	1593,774	22,922	0,743	35,028					
	380C1F3 /	15764	17552	153575	7800	17468	-152832	23,564	35,02	0,743	27,491	1295,74	23,564	0,743	35,02					
	150C1F1 /	3941	4390	38394	0	0	0	3,941	4,39	38,394	2073,276	258,7355	3,941	38,394	4,39					
	150C1F2 /	3941	4389	38394	0	0	0	3,941	4,389	38,394	1746,927	221,375	3,941	38,394	4,389					
	150C1F3 /	3941	4388	38394	0	0	0	3,941	4,388	38,394	1420,578	184,0315	3,941	38,394	4,388					
3	Comp. gl	14006	10444	91000	7996	10496	-91411	22,002	20,94	-0,411	-12,1245	664,3522	22,002	-0,411	20,94	3 6517,821	8202,978	163,589	143,18	180,357
Wind+Ice,	GW / opgv	6923	5189	45088	4481	5210	-45291	11,404	10,399	-0,203	-12,6733	657,8766	11,404	-0,203	10,399	Wind angle: 0 dgr				
Permanen	380C1F1 /	24251	22079	192372	12271	22096	-192534	36,522	44,175	-0,162	-8,748	2385,45	36,522	-0,162	44,175					
Wind angl	380C1F2 /	24251	22069	192373	13080	22088	-192535	37,331	44,157	-0,162	-7,371	2009,144	37,331	-0,162	44,157					
	380C1F3 /	24251	22057	192374	13890	22078	-192535	38,141	44,135	-0,161	-5,957	1632,995	38,141	-0,161	44,135					
	150C1F1 /	6063	5520	48093	0	0	0	6,063	5,52	48,093	2597,022	331,4265	6,063	48,093	5,52					
	150C1F2 /	6063	5517	48093	0	0	0	6,063	5,517	48,093	2188,232	284,37	6,063	48,093	5,517					
	150C1F3 /	6063	5514	48093	0	0	0	6,063	5,514	48,093	1779,441	237,3645	6,063	48,093	5,514					
4	Comp. gl	4189	4024	35180	2647	4904	-42888	6,836	8,928	-7,708	-227,386	277,8615	6,836	-7,708	8,928	4 1903,697	5435,348	96,68	40,574	119,201
Constructi	GW / opgv	2020	1947	16994	1531	2389	-20878	3,551	4,336	-3,884	-242,478	273,3952	3,551	-3,884	4,336	Wind angle: 0 dgr				
Permanen	380C1F1 /	15472	14926	130471	8812	16662	-145700	24,284	31,588	-15,229	-822,366	1705,752	24,284	-15,229	31,588					
Wind angl	380C1F2 /	15472	14923	130471	9424	16659	-145700	24,896	31,582	-15,229	-692,92	1436,981	24,896	-15,229	31,582					
	380C1F3 /	15472	14919	130471	10037	16655	-145701	25,509	31,574	-15,23	-563,51	1168,238	25,509	-15,23	31,574					
	150C1F1 /	3868	3732	32618	0	0	0	3,868	3,732	32,618	1761,372	222,802	3,868	32,618	3,732					
	150C1F2 /	3868	3731	32618	0	0	0	3,868	3,731	32,618	1484,119	191,0345	3,868	32,618	3,731					
	150C1F3 /	3868	3730	32618	0	0	0	3,868	3,73	32,618	1206,866	159,284	3,868	32,618	3,73					
1a	Comp. gl	4111	6425	37975	2517	8703	-45139	6,628	15,128	-7,164	-211,338	460,3207	6,628	-7,164	15,128	1a 4408,166	9233,808	95,734	30,554	202,462
Wind, 10 c	GW / opgv	1960	3717	19948	1392	4992	-24398	3,352	8,709	-4,45	-277,814	546,2504	3,352	-4,45	8,709	Wind angle: 45 dgr				
Permanen	380C1F1 /	15152	24234	141140	9362	31377	-163587	24,514	55,611	-22,447	-1212,14	3002,994	24,514	-22,447	55,611					
Wind angl	380C1F2 /	15181	23494	139391	9605	30293	-160256	24,786	53,787	-20,865	-949,358	2447,309	24,786	-20,865	53,787					
	380C1F3 /	15214	22619	137408	9853	29022	-156413	25,067	51,641	-19,005	-703,185	1910,717	25,067	-19,005	51,641					
	150C1F1 /	3788	6058	35285	0	0	0	3,788	6,058	35,285	1905,39	347,966	3,788	35,285	6,058					
	150C1F2 /	3795	5873	34848	0	0	0	3,795	5,873	34,848	1585,584	288,094	3,795	34,848	5,873					
	150C1F3 /	3804	5655	34352	0	0	0	3,804	5,655	34,352	1271,024	230,157	3,804	34,352	5,655					
1b	Comp. gl	4249	5026	40414	1805	5342	-40629	6,054	10,368	-0,215	-6,3425	318,6844	6,054	-0,215	10,368	1b 5191,368	6702,967	90,11	114,132	147,113
Wind, -20	GW / opgv	2050	2550	19839	1094	2725	-20033	3,144	5,275	-0,194	-12,1114	331,7077	3,144	-0,194	5,275	Wind angle: 45 dgr				
Permanen	380C1F1 /	15746	19193	154091	6674	20160	-154537	22,42	39,353	-0,446	-24,084	2125,062	22,42	-0,446	39,353					
Wind angl	380C1F2 /	15748	19076	154014	7285	19997	-154342	23,033	39,073	-0,328	-14,924	1777,822	23,033	-0,328	39,073					
	380C1F3 /	15750	18937	153930	7898	19806	-154125	23,648	38,743	-0,195	-7,215	1433,491	23,648	-0,195	38,743					
	150C1F1 /	3936	4798	38523	0	0	0	3,936	4,798	38,523	2080,242	280,74	3,936	38,523	4,798					
	150C1F2 /	3937	4769	38504	0	0	0	3,937	4,769	38,504	1751,932	238,643	3,937	38,504	4,769					
	150C1F3 /	3938	4734	38483	0	0	0	3,938	4,734	38,483	1423,871	196,817	3,938	38,483	4,734					
3	Comp. gl	13986	12598	91653	8213	14359	-93964	22,199	26,957	-2,311	-68,1745	842,2712	22,199	-2,311	26,957	3 5828,672	10378,93	165,044	128,022	228,452
Wind+Ice,	GW / opgv	6904	6701	45777	4599	7667	-47331	11,503	14,368	-1,554	-97,0162	905,7365	11,503	-1,554	14,368	Wind angle: 45 dgr				
Permanen	380C1F1 /	24184	26753	194782	12837	29899	-199919	37,021	56,652	-5,137	-277,398	3059,208	37,021	-5,137	56,652					
Wind angl	380C1F2 /	24192	26413	194447	13538	29414	-199113	37,73	55,827	-4,666	-212,303	2540,129	37,73	-4,666	55,827					
	380C1F3 /	24202	26009	194078	14245	28846	-198215	38,447	54,855	-4,137	-153,069	2029,635	38,447	-4,137	54,855					
	150C1F1 /	6046	6688	48696	0	0	0	6,046	6,688	48,696	2629,584	394,405	6,046	48,696	6,688					
	150C1F2 /	6048	6603	48612	0	0	0	6,048	6,603	48,612	2211,846	333,7005	6,048	48,612	6,603					
	150C1F3 /	6050	6502	48519	0	0	0	6,05	6,502	48,519	1795,203	273,849	6,05	48,519	6,502					
4	Comp. gl	4186	4444	35305	2674	5638	-43223	6,86	10,082	-7,918	-233,581	311,9553	6,86	-7,918	10,082	4 1800,696	6118,476	96,927	38,315	134,217
Constructi	GW / opgv	2017	2241	17130	1547	2854	-21159	3,564	5,095	-4,029	-251,53	320,7895	3,564	-4,029	5,095	Wind angle: 45 dgr				
Permanen	380C1F1 /	15458	16558	130973	8918	19305	-147026	24,376	35,863	-16,053	-866,862	1936,602	24,376	-16,053	35,863					
Wind angl	380C1F2 /	15460	16442	130898	9509	19146	-146871	24,969	35,588	-15,973	-726,772	1619,254	24,969	-15,973	35,588					
	380C1F3 /	15462	16303	130816	10102	18960	-146699	25,564	35,263	-15,883	-587,671	1304,731	25,564	-15,883	35,263					
	150C1F1 /	3864	4140	32743	0	0	0	3,864	4,14	32,743	1768,122	244,812	3,864	32,743	4,14					
	150C1F2 /	3865	4110	32724	0	0	0	3,865	4,11	32,724	1488,942	208,2625	3,865	32,724	4,11					
	150C1F3 /	3865	4076	32704	0	0	0	3,865	4,076	32,704	1210,048	172,0695	3,865	32,704	4,076					
1a	Comp. gl	3961	11289	52170	2806	12193	-56655	6,767	23,482	-4,485	-132,308	707,0583	6,767	-4,485	23,482	1a 5140,916	14413,08	96,596	110,862	316,149
Wind, 10 c	GW / opgv	1880	7187	30780	1488	7192	-31820	3,368	14,379	-1,04	-64,9272	900,2407	3,368	-1,04	14,379	Wind angle: 90 dgr				
Permanen	380C1F1 /	14580	43060	195618	10399	43697	-203305	24,979	86,757	-7,687	-415,098	4684,878	24,979	-7,687	86,757					
Wind angl	380C1F2 /	14627	40932	189037	10531	41881	-197340	25,158	82,813	-8,303	-377,787	3767,992	25,158	-8,303	82,813					
	380C1F3 /	14689	38387	182226	10661	39736	-190319	25,35	78,123	-9,093	-336,441	2890,551	25,35	-9,093	78,123					
	150C1F1 /	3645	10765	48905	0	0	0	3,645	10,765	48,905	2640,87	601,3575	3,645	48,905	10,765					
	150C1F2 /	3657	10233	47259	0	0	0	3,657	10,233	47,259	2150,285	485,715	3,657	47,259	10,233					
	150C1F3 /	3672	9597	45306	0	0	0	3,672	9,597	45,306	1676,322	375,285	3,672	45,306	9,597					
1b	Comp. gl	4228	5773	41283	1870	5876	-41494	6,098	11,649	-0,211	-6,2245	356,5672	6,098	-0,211	11,649	1b 5360,045	7500,648	90,433	117,68	164,608
Wind, -20	GW / opgv	2030	3094	20700	1129	3074	-20723	3,159	6,168	-0,023	-1,4589	387,4691	3,159	-0,023	6,168	Wind angle: 90 dgr				
Permanen	380C1F1 /	15653	22102	157513	6907	22046	-157435	22,56	44,148	0,078	4,212	2383,992	22,56	0,078	44,148					
Wind angl	380C1F2 /	15666	21768	156993	7474	21762	-156931	23,14	43,53	0,062	2,821	1980,615	23,14	0,062	43,53					
	380C1F3 /	15681	21372	156415	8045	21430	-156371	23,726	42,802	0,044	1,628	1583,674	23,726	0,044	42,802					
	150C1F1 /	3913	5526	39378	0	0	0	3,913	5,526	39,378	2126,412	319,9255	3,913	39,378	5,526					
	150C1F2 /	3917	5442	39248	0	0	0	3,917	5,442	39,248	1785,784	269,1545	3,917	39,248	5,442					
	150C1F3 /	3920	5343	39104	0	0	0	3,92	5,343	39,104	1446,848	219,251	3,92	39,104	5,343					
3	Comp. gl	13888	16409	95890	8503	17063	-98105	22,391	33,472	-2,215	-65,3425	1034,871	22,391	-2,215	33,472	3 6574,434	12944,18	166,09	143,742	284,979
Wind+Ice,	GW / opgv	6822	9449	49740	4743	9414	-50458	11,565	18,863	-0,718	-44,8247	1186,406	11,565	-0,718	18,863	Wind angle: 90 dgr				
Permanen	380C1F1 /	23885	35381	208677	13559	35549	-211327	37,444	70,93	-2,65	-143,1	3830,22	37,444	-2,65	70,93					
Wind angl	380C1F2 /	23924	34381	206660	14134	34696	-209407	38,058	69,077	-2,747	-124,989	3143,004	38,058	-2,747	69,077					
	380C1F3 /	23970	33198	204382	14718	33699	-207239	38,688	66,897	-2,857	-105,709	2475,189	38,688	-2,857	66,897					
	150C1F1 /	5971	8845	52169	0	0	0	5,971	8,845	52,169	2817,126	510,4705	5,971	52,169	8,845					
	150C1F2 /	5981	8595	51665	0	0	0	5,981	8,595	51,665	2350,758	423,968	5,981	51,665	8,595					
	150C1F3 /	5992	8300	51095	0	0	0	5,992	8,3	51,095	1890,515	340,056	5,992	51,095	8,3					
4	Comp. gl	4168	5188	36145	2716	6142	-43822	6,884	11,33	-7,677	-226,472	348,8222	6,884	-7,677	11,33	4 2046,413	6904,481	97,108	43,555	151,456
Constructi	GW / opgv	2001	2782	17960	1570	3179	-21638	3,571	5,961	-3,678	-229,618	374,8592	3,571	-3,678	5,961	Wind angle: 90 dgr				
Permanen	380C1F1 /	15385	19460	134318	9078	21128	-149358	24,463	40,588	-15,04	-812,16	2191,752	24,463	-15,04	40,588					
Wind angl	380C1F2 /	15395	19127	133810	9639	20854	-148950	25,034	39,981	-15,14	-688,87	1819,136	25,034	-15,14	39,981					
	380C1F3 /	15407	18732	133244	10202	20534	-148497	25,609	39,266	-15,253	-564,361	1452,842	25,609	-15,253	39,266					
	150C1F1 /	3846	4865	33580	0	0	0	3,846	4,865	33,58	1813,32	283,863	3,846	33,58	4,865					
	150C1F2 /	3849	4782	33452	0	0	0	3,849	4,782	33,452	1522,066	238,7505	3,849	33,452	4,782					
	150C1F3 /	3852	4683	33311	0	0	0	3,852	4,683	33,311	1232,507	194,457	3,852	33,311	4,683					
1a	Comp. gl	4048	8177	42664	2282	6718	-39198	6,33	14,895	3,466	102,247	452,8158	6,33	3,466	14,895	1a 7600,663	9405,167	92,307	165,809	206,1
Wind, 10 c	GW / opgv	1921	4993	23785	1299	3710	-20277	3,22	8,703	3,508	219,0044	545,7755	3,22	3,508	8,703	Wind angle: -45 dgr				
Permanen	380C1F1 /	14904	31043	159350	8534	24379	-143241	23,438	55,422	16,109	869,886	2992,788	23,438	16,109	55,422					
Wind angl	380C1F2 /	14947	29778	155755	8896	23745	-141586	23,843	53,523	14,169	644,6895	2435,297	23,843	14,169	53,523					
	380C1F3 /	15000	28278	151593	9263	23005	-139711	24,263	51,283	11,882	439,634	1897,471	24,263	11,882	51,283					
	150C1F1 /	3726	7761	39838	0	0	0	3,726	7,761	39,838	2151,252	439,587	3,726	39,838	7,761					
	150C1F2 /	3737	7444	38939	0	0	0	3,737	7,444	38,939	1771,725	359,2555	3,737	38,939	7,444					
	150C1F3 /	3750	7069	37898	0	0	0	3,75	7,069	37,898	1402,226	282,178	3,75	37,898	7,069					
1b	Comp. gl	4243	5296	40648	1779	5044	-40305	6,022	10,34	0,343	10,1185	317,7906	6,022	0,343	10,34	1b 5510,257	6732,969	89,744	121,042	147,753
Wind, -20	GW / opgv	2044	2744	20077	1079	2533	-19769	3,123	5,277	0,308	19,22844	331,8166	3,123	0,308	5,277	Wind angle: -45 dgr				

Permanen	380C1F1 / 15719	20243	155014	6580	19102	-153456	22,299	39,345	1,558	84,132	2124,63	22,299	1,558	39,345										
Wind angl	380C1F2 / 15725	20050	154814	7210	19004	-153381	22,935	39,054	1,433	65,2015	1776,957	22,935	1,433	39,054										
	380C1F3 / 15731	19820	154593	7840	18889	-153297	23,571	38,709	1,296	47,952	1432,233	23,571	1,296	38,709										
	150C1F1 / 3930	5061	38753	0	0	0	3,93	5,061	38,753	2092,662	294,909	3,93	38,753	5,061										
	150C1F2 / 3931	5012	38703	0	0	0	3,931	5,012	38,703	1760,987	249,6665	3,931	38,703	5,012										
	150C1F3 / 3933	4955	38648	0	0	0	3,933	4,955	38,648	1429,976	204,9665	3,933	38,648	4,955										
3	Comp. gl	13957	13979	92814	8087	12836	-92363	22,044	26,815	0,451	13,3045	837,7537	22,044	0,451	26,815		3	7208,936	10463,26	163,693	158,006	230,229		
Wind+Ice,	GW / opgv	6878	7691	46904	4531	6689	-46076	11,409	14,38	0,828	51,69204	906,4142	11,409	0,828	14,38	Wind angle: -45 dgr								
Permanen	380C1F1 / 24092	29843	198698	12510	26770	-195387	36,602	56,613	3,311	178,794	3057,102	36,602	3,311	56,613										
Wind angl	380C1F2 / 24111	29270	197864	13273	26484	-195060	37,384	55,754	2,804	127,582	2536,807	37,384	2,804	55,754										
0	380C1F3 / 24132	28592	196936	14038	26148	-194698	38,17	54,74	2,238	82,806	2025,38	38,17	2,238	54,74										
	150C1F1 / 6023	7461	49674	0	0	0	6,023	7,461	49,674	2682,396	436,0205	6,023	49,674	7,461										
	150C1F2 / 6028	7318	49466	0	0	0	6,028	7,318	49,466	2250,703	366,123	6,028	49,466	7,318										
	150C1F3 / 6033	7148	49234	0	0	0	6,033	7,148	49,234	1821,658	297,6575	6,033	49,234	7,148										
4	Comp. gl	4181	4713	35531	2658	5352	-43005	6,839	10,065	-7,474	-220,483	311,4093	6,839	-7,474	10,065		4	2079,276	6152,279	96,671	44,345	134,939		
Constructi	GW / opgv	2012	2435	17359	1538	2671	-20981	3,55	5,106	-3,622	-226,121	321,4656	3,55	-3,622	5,106	Wind angle: -45 dgr								
Permanen	380C1F1 / 15437	17607	131874	8855	18272	-146171	24,292	35,879	-14,297	-772,038	1937,466	24,292	-14,297	35,879										
Wind angl	380C1F2 / 15441	17414	131679	9459	18176	-146112	24,9	35,59	-14,433	-656,702	1619,345	24,9	-14,433	35,59										
	380C1F3 / 15446	17184	131463	10063	18064	-146047	25,509	35,248	-14,584	-539,608	1304,176	25,509	-14,584	35,248										
	150C1F1 / 3859	4402	32969	0	0	0	3,859	4,402	32,969	1780,326	258,9325	3,859	32,969	4,402										
	150C1F2 / 3860	4353	32920	0	0	0	3,86	4,353	32,92	1497,86	219,2915	3,86	32,92	4,353										
	150C1F3 / 3862	4296	32866	0	0	0	3,862	4,296	32,866	1216,042	180,193	3,862	32,866	4,296										

Hoogte mast	Ber & bijlage	62 m	
Hoogte onderste stroomdraad (F3)		36 m	
		Hoogte	Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / OPGW	H_{mast} -	0,716 m = 61,284 m	1,459 m
1e traverse - 380C1F1	F2 +	10 m = 56 m	4,41 m
2e traverse - 380C1F2	F3 +	10 m = 46 m	4,41 m
3e traverse - 380C1F3		36 m	4,41 m
Passieve lijn = Comp C.	F3 -	4 m = 32 m	1,825 m

Uit mast (excl belastingsfactoren)			Uit lijnen (incl belastingsfactoren)				
N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
481	118,1270502	3523,319458	90	256	194	4195	9528

Belastingen uit lijnen

				M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
Perm load 1,2	0 deg	1a		1286	461	136	40	**0**
		1b		1444	473	139	45	**0**
			3	3924	862	**256**	123	**0**
			4	1643	546	161	51	**0**
			6	1416	517	152	44	**0**
	45 deg	1a		1628	4992	129	51	97
		1b		1461	1381	139	46	19
			3	3995	3607	254	125	59
			4	1655	1456	161	52	19
	90 deg	1a		2270	**9528**	122	71	**194**
		1b		1511	2287	137	47	39
			3	**4195**	6344	249	**131**	117
			4	1689	2363	159	53	39
	-45 deg	1a		1628	4992	129	51	97
		1b		1461	1381	139	46	19
			3	3995	3607	254	125	59
			4	1655	1456	161	52	19
Perm load 0,9	0 deg	1a		**1012**	**349**	103	**32**	**0**
		1b		1155	360	106	36	**0**
			3	3745	753	223	117	**0**
			4	1389	435	128	43	**0**
			6	**1012**	**349**	103	**32**	**0**
	45 deg	1a		1453	4877	95	45	97
		1b		1180	1268	105	37	19
			3	3822	3496	221	119	59
			4	1405	1344	128	44	19
	90 deg	1a		2173	9419	**90**	68	194
		1b		1250	2171	103	39	39
			3	4038	6231	216	126	117
			4	1449	2250	126	45	39
	-45 deg	1a		1453	4877	95	45	97
		1b		1180	1268	105	37	19
			3	3822	3496	221	119	59
			4	1405	1344	128	44	19

Belasting uit mast

N	V	M
481	118	3523
481	22	661
481	33	991
481	22	661
481	118	3523
481	22	661
481	33	991
481	22	661
481	118	3523
481	22	661
481	33	991
481	22	661
481	118	3523
481	22	661
481	33	991
481	22	661
361	118	3523
361	22	661
361	33	991
361	22	661
361	118	3523
361	22	661
361	33	991
361	22	661
361	118	3523
361	22	661
361	33	991
361	22	661

Totaal

regel			Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment
1	Perm load 1,2	0 deg	1a	4809	461	617	158	0	4831,548
2	Perm load 1,2	0 deg	1b	2104	473	620	67	0	2156,984
3	Perm load 1,2	0 deg	3	4914	862	737	156	0	4989,56
4	Perm load 1,2	0 deg	4	2304	546	642	74	0	2367,899
5	Perm load 1,2	0 deg	6						
6									
7	Perm load 1,2	45 deg	1a	4119	7483	610	134	180	8541,952
8	Perm load 1,2	45 deg	1b	1928	1849	620	61	35	2671,175
9	Perm load 1,2	45 deg	3	4695	4308	735	148	82	6372,115
10	Perm load 1,2	45 deg	4	2122	1923	642	67	35	2863,833
11									
12	Perm load 1,2	90 deg	1a	2270	13052	603	71	312	13247,63
13	Perm load 1,2	90 deg	1b	1511	2947	618	47	61	3311,891
14	Perm load 1,2	90 deg	3	4195	7335	730	131	150	8449,654
15	Perm load 1,2	90 deg	4 Construc	1689	3024	640	53	61	3463,644
16									
17	Perm load 1,2	-45 deg	1a	4119	7483	610	134	180	8541,952
18	Perm load 1,2	-45 deg	1b	1928	1849	620	61	35	2671,175
19	Perm load 1,2	-45 deg	3	4695	4308	735	148	82	6372,115
20	Perm load 1,2	-45 deg	4	2122	1923	642	67	35	2863,833
21									
22	Perm load 0,9	0 deg	1a	4535	349	463	150	0	4548,892
23	Perm load 0,9	0 deg	1b	1816	360	467	58	0	1851,398
24	Perm load 0,9	0 deg	3	4736	753	584	150	0	4795,4
25	Perm load 0,9	0 deg	4	2050	435	489	66	0	2095,706
26	Perm load 0,9	0 deg	6						
27									
28	Perm load 0,9	45 deg	1a	3944	7368	456	129	180	8357,756
29	Perm load 0,9	45 deg	1b	1647	1735	466	53	35	2392,272
30	Perm load 0,9	45 deg	3	4523	4197	582	143	82	6170,133
31	Perm load 0,9	45 deg	4 Construc	1872	1811	488	60	35	2604,576
32									
33	Perm load 0,9	90 deg	1a	2173	12942	451	68	312	13123,65
34	Perm load 0,9	90 deg	1b	1250	2832	464	39	61	3095,327
35	Perm load 0,9	90 deg	3	4038	7222	577	126	150	8274,059
36	Perm load 0,9	90 deg	4	1449	2911	487	45	61	3251,236
37									
38	Perm load 0,9	-45 deg	1a	3944	7368	456	129	180	8357,756
39	Perm load 0,9	-45 deg	1b	1647	1735	466	53	35	2392,272
40	Perm load 0,9	-45 deg	3	4523	4197	582	143	82	6170,133
41	Perm load 0,9	-45 deg	4	1872	1811	488	60	35	2604,576
			Max	4914	13052	737	158	312	13248

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1		x							
1	W2S400A+27-AH	Perm load	0 deg	1a	4809	461	617	158	0
3	x	x							
3	W2S400A+27-AH	Perm load	0 deg	3	4914	862	737	156	0
12	W2S400A+27-AH	Perm load	90 deg	1a	2270	13052	603	71	312

W2S400A+10 (Afs.com.p.gl) TOWER (rev 8.0, date: 23-11-2012)Appendix AH
Loadcases for tower strength (ultimate limit state)
-
Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD			BACK		
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Attachment point						
1a	GW / opgw	2714	0	19396	2714	0	-19396
Wind, 10	380C1F1 / 380C	20765	0	147925	20765	0	-147925
Permane	380C1F2 / 380C	20765	0	147925	20765	0	-147925
Wind anç	380C1F3 / 380C	20765	0	147925	20765	0	-147925
	Comp.conducto	5628	0	40193			
1b	GW / opgw	2777	0	21991	2777	0	-21991
Wind, -2(	380C1F1 / 380C	21304	0	169936	21304	0	-169936
Permane	380C1F2 / 380C	21304	0	169936	21304	0	-169936
Wind anç	380C1F3 / 380C	21304	0	169936	21304	0	-169936
	Comp.conducto	5749	0	45121			
3	GW / opgw	10779	0	60831	10779	0	-60831
Wind+ice	380C1F1 / 380C	35387	0	238903	35387	0	-238903
Permane	380C1F2 / 380C	35387	0	238903	35387	0	-238903
Wind anç	380C1F3 / 380C	35387	0	238903	35387	0	-238903
	Comp.conducto	21771	0	122611			
4	GW / opgw	3608	0	25032	3608	0	-25032
Construc	380C1F1 / 380C	24375	0	171856	24375	0	-171856
Permane	380C1F2 / 380C	24375	0	171856	24375	0	-171856
Wind anç	380C1F3 / 380C	24375	0	171856	24375	0	-171856
	Comp.conducto	7413	0	51355			
6	GW / opgw	3042	0	21373	3042	0	-21373
Permane	380C1F1 / 380C	23267	0	162594	23267	0	-162594
Permane	380C1F2 / 380C	23267	0	162594	23267	0	-162594
	380C1F3 / 380C	23267	0	162594	23267	0	-162594
	Comp.conducto	6308	0	44263			
1a	GW / opgw	2507	2777	28392	2507	2777	-28392
Wind, 10	380C1F1 / 380C	19603	15922	189892	19603	15922	-189892
Permane	380C1F2 / 380C	19719	14655	184448	19719	14655	-184448
Wind anç	380C1F3 / 380C	19876	12998	177650	19876	12998	-177650
	Comp.conducto	5336	4092	50870			
1b	GW / opgw	2757	555	22506	2757	555	-22506
Wind, -2(	380C1F1 / 380C	21212	3182	172085	21212	3182	-172085
Permane	380C1F2 / 380C	21226	2929	171760	21226	2929	-171760
Wind anç	380C1F3 / 380C	21242	2598	171374	21242	2598	-171374
	Comp.conducto	5727	818	45658			
3	GW / opgw	10694	2855	62882	10694	2855	-62882
Wind+ice	380C1F1 / 380C	35068	8894	246839	35068	8894	-246839
Permane	380C1F2 / 380C	35114	8187	245655	35114	8187	-245655
Wind anç	380C1F3 / 380C	35170	7261	244243	35170	7261	-244243
	Comp.conducto	21677	4198	124829			
4	GW / opgw	3595	555	25376	3595	555	-25376
Construc	380C1F1 / 380C	24310	3184	173546	24310	3184	-173546
Permane	380C1F2 / 380C	24320	2930	173289	24320	2930	-173289
Wind anç	380C1F3 / 380C	24331	2599	172985	24331	2599	-172985
	Comp.conducto	7400	818	51719			
1a	GW / opgw	2378	5558	42605	2378	5558	-42605
Wind, 10	380C1F1 / 380C	18557	31862	266391	18557	31862	-266391
Permane	380C1F2 / 380C	18677	29324	253834	18677	29324	-253834
Wind anç	380C1F3 / 380C	18856	26007	237467	18856	26007	-237467
	Comp.conductor	5053	8188	70935			
1b	GW / opgw	2707	1110	23942	2707	1110	-23942
Wind, -2(	380C1F1 / 380C	20966	6364	178260	20966	6364	-178260
Permane	380C1F2 / 380C	21013	5858	177033	21013	5858	-177033
Wind anç	380C1F3 / 380C	21071	5195	175563	21071	5195	-175563
	Comp.conductor	5669	1636	47210			
3	GW / opgw	10498	5712	68402	10498	5712	-68402
Wind+ice	380C1F1 / 380C	34325	17792	268289	34325	17792	-268289
Permane	380C1F2 / 380C	34456	16376	264167	34456	16376	-264167
Wind anç	380C1F3 / 380C	34623	14524	259140	34623	14524	-259140
	Comp.conductor	21434	8398	131085			
4	GW / opgw	3561	1111	26367	3561	1111	-26367
Construc	380C1F1 / 380C	24131	6368	178459	24131	6368	-178459
Permane	380C1F2 / 380C	24166	5861	177476	24166	5861	-177476
Wind anç	380C1F3 / 380C	24208	5198	176302	24208	5198	-176302
	Comp.conductor	7361	1637	52785			
1a	GW / opgw	2507	2777	28392	2507	2777	-28392
Wind, 10	380C1F1 / 380C	19603	15922	189892	19603	15922	-189892
Permane	380C1F2 / 380C	19719	14655	184448	19719	14655	-184448
Wind anç	380C1F3 / 380C	19876	12998	177650	19876	12998	-177650
	Comp.conductor	5336	4092	50870			
1b	GW / opgw	2757	555	22506	2757	555	-22506
Wind, -2(	380C1F1 / 380C	21212	3182	172085	21212	3182	-172085
Permane	380C1F2 / 380C	21226	2929	171760	21226	2929	-171760
Wind anç	380C1F3 / 380C	21242	2598	171374	21242	2598	-171374
	Comp.conductor	5727	818	45658			
3	GW / opgw	10694	2855	62882	10694	2855	-62882
Wind+ice	380C1F1 / 380C	35068	8894	246839	35068	8894	-246839
Permane	380C1F2 / 380C	35114	8187	245655	35114	8187	-245655
Wind anç	380C1F3 / 380C	35170	7261	244243	35170	7261	-244243
	Comp.conductor	21677	4198	124829			
4	GW / opgw	3595	555	25376	3595	555	-25376
Construc	380C1F1 / 380C	24310	3184	173546	24310	3184	-173546
Permane	380C1F2 / 380C	24320	2930	173289	24320	2930	-173289
Wind anç	380C1F3 / 380C	24331	2599	172985	24331	2599	-172985
	Comp.conductor	7400	818	51719			
1a	GW / opgw	2052	0	15241	2052	0	-15241
Wind, 10	380C1F1 / 380C	15721	0	116969	15721	0	-116969
Permane	380C1F2 / 380C	15721	0	116969	15721	0	-116969
Wind anç	380C1F3 / 380C	15721	0	116969	15721	0	-116969
	Comp.conductor	4257	0	31630			
1b	GW / opgw	2110	0	17592	2110	0	-17592
Wind, -2(	380C1F1 / 380C	16222	0	137377	16222	0	-137377
Permane	380C1F2 / 380C	16222	0	137377	16222	0	-137377
Wind anç	380C1F3 / 380C	16222	0	137377	16222	0	-137377
	Comp.conductor	4367	0	36107			
3	GW / opgw	10152	0	58131	10152	0	-58131
Wind+ice	380C1F1 / 380C	30451	0	212407	30451	0	-212407
Permane	380C1F2 / 380C	30451	0	212407	30451	0	-212407
Wind anç	380C1F3 / 380C	30451	0	212407	30451	0	-212407
	Comp.conductor	20470	0	117031			
4	GW / opgw	2954	0	21182	2954	0	-21182
Construc	380C1F1 / 380C	19362	0	142171	19362	0	-142171
Permane	380C1F2 / 380C	19362	0	142171	19362	0	-142171
Wind anç	380C1F3 / 380C	19362	0	142171	19362	0	-142171
	Comp.conductor	6058	0	43419			
6	GW / opgw	2052	0	15241	2052	0	-15241
Permane	380C1F1 / 380C	15721	0	116969	15721	0	-116969
Permane	380C1F2 / 380C	15721	0	116969	15721	0	-116969
	380C1F3 / 380C	15721	0	116969	15721	0	-116969
	Comp.conductor	4257	0	31630			

Totaal

	Vert	Dwars	Langs
	[kN]	[kN]	[kN]
	5,428	0	0
	41,53	0	0
	41,53	0	0
	41,53	0	0
	5,628	0	40,193
	5,554	0	0
	42,608	0	0
	42,608	0	0
	42,608	0	0
	5,749	0	45,121
	21,558	0	0
	70,774	0	0
	70,774	0	0
	70,774	0	0
	21,771	0	122,611
	7,216	0	0
	48,75	0	0
	48,75	0	0
	48,75	0	0
	7,413	0	51,355
	6,084	0	0
	46,534	0	0
	46,534	0	0
	46,534	0	0
	6,308	0	44,263
	5,014	5,554	0
	39,206	31,844	0
	39,438	29,31	0
	39,752	25,996	0
	5,336	4,092	50,87
	5,514	1,11	0
	42,424	6,364	0
	42,452	5,858	0
	42,484	5,196	0
	5,727	0,818	45,658
	21,388	5,71	0
	70,136	17,788	0
	70,228	16,374	0
	70,34	14,522	0
	21,677	4,198	124,829
	7,19	1,11	0
	48,62	6,368	0
	48,64	5,86	0
	48,662	5,198	0
	7,4	0,818	51,719
	4,756	11,116	0
	37,114	63,724	0
	37,354	58,648	0
	37,712	52,014	0
	5,053	8,188	70,935
	5,414	2,22	0
	41,932	12,728	0
	42,026	11,716	0
	42,142	10,39	0
	5,669	1,636	47,21
	20,996	11,424	0
	68,65	35,584	0
	68,912	32,752	0
	69,246	29,048	0
	21,434	8,398	131,085
	7,122	2,222	0
	48,262	12,736	0
	48,332	11,722	0
	48,416	10,396	0
	7,361	1,637	52,785
	5,014	5,554	0
	39,206	31,844	0
	39,438	29,31	0
	39,752	25,996	0
	5,336	4,092	50,87
	5,514	1,11	0
	42,424	6,364	0
	42,452	5,858	0
	42,484	5,196	0
	5,727	0,818	45,658
	21,388	5,71	0
	70,136	17,788	0
	70,228	16,374	0
	70,34	14,522	0
	21,677	4,198	124,829
	7,19	1,11	0
	48,62	6,368	0
	48,64	5,86	0
	48,662	5,198	0
	7,4	0,818	51,719
	4,104	0	0
	31,442	0	0
	31,442	0	0
	31,442	0	0
	4,257	0	31,63
	4,22	0	0
	32,444	0	0
	32,444	0	0
	32,444	0	0
	4,367	0	36,107
	20,304	0	0
	60,902	0	0
	60,902	0	0
	60,902	0	0
	20,47	0	117,031
	5,908	0	0
	38,724	0	0
	38,724	0	0
	38,724	0	0
	6,058	0	43,419
	4,104	0	0
	31,442	0	0
	31,442	0	0
	31,442	0	0
	4,257	0	31,63

Belastingen op mastvoet, per lijn

	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	0	23,93748	5,428	0	0
	0	183,1473	41,53	0	0
	0	183,1473	41,53	0	0
	0	60,59227	41,53	0	0
	1286,176	10,2711	5,628	40,193	0
	0	24,49314	5,554	0	0
	0	187,9013	42,608	0	0
	0	187,9013	42,608	0	0
	0	62,16507	42,608	0	0
	1443,872	10,49193	5,749	45,121	0
	0	95,07078	21,558	0	0
	0	312,1133	70,774	0	0
	0	312,1133	70,774	0	0
	0	103,2593	70,774	0	0
	3923,552	39,73208	21,771	122,611	0
	0	31,82256	7,216	0	0
	0	214,9875	48,75	0	0
	0	214,9875	48,75	0	0
	0	71,12625	48,75	0	0
	1643,36	13,52873	7,413	51,355	0
	0	26,83044	6,084	0	0
	0	205,2149	46,534	0	0
	0	205,2149	46,534	0	0
	0	67,89311	46,534	0	0
	1416,416	11,5121	6,308	44,263	0
	0	333,1357	5,014	0	5,554
	0	1637,722	39,206	0	31,844
	0	1229,082	39,438	0	29,31
	0	1651,137	39,752	0	25,996
	1627,84	140,6822	5,336	50,87	4,092
	0	86,47674	5,514	0	1,11
	0	479,8338	42,424	0	6,364
	0	398,1013	42,452	0	5,858
	0	380,4158	42,484	0	5,196
	1461,056	36,62778	5,727	45,658	0,818
	0	414,0811	21,388	0	5,71
	0	1127,548	70,136	0	17,788
	0	899,1695	70,228	0	16,374
	0	992,5923	70,34	0	14,522
	3994,528	173,8965	21,677	124,829	4,198
	0	93,8679	7,19	0	1,11
	0	507,3422	48,62	0	6,368
	0	425,4624	48,64	0	5,86
	0	389,5521	48,662	0	5,198
	1655,008	39,681	7,4	51,719	0,818
	0	643,47	4,756	0	11,116
	0	3094,977	37,114	0	63,724
	0	2276,059	37,354	0	58,648
	0	3242,648	37,712	0	52,014
	2269,92	271,2377	5,053	70,935	8,188
	0	148,1957	5,414	0	2,22
	0	770,4081	41,932	0	12,728
	0	607,1107	42,026	0	11,716
	0	698,2259	42,142	0	10,39
	1510,72	62,69793	5,669	47,21	1,636
	0	732,3364	20,996	0	11,424
	0	1939,611	68,65	0	35,584
	0	1482,974	68,912	0	32,752
	0	1881,208	69,246	0	29,048
	4194,72	307,8531	21,434	131,085	8,398
	0	155,84	7,122	0	2,222
	0	798,6914	48,262	0	12,736
	0	635,1361	48,332	0	11,722
	0	707,7474	48,416	0	10,396
	1689,12	65,81783	7,361	52,785	1,637
	0	333,1357	5,014	0	5,554
	0	1637,722	39,206	0	31,844
	0	1229,082	39,438	0	29,31
	0	1651,137	39,752	0	25,996
	1627,84	140,6822	5,336	50,87	4,092
	0	86,47674	5,514	0	1,11
	0	479,8338	42,424	0	6,364
	0	398,1013	42,452	0	5,858
	0	380,4158	42,484	0	5,196
	1461,056	36,62778	5,727	45,658	0,818
	0	414,0811	21,388	0	5,71
	0	1127,548	70,136	0	17,788
	0	899,1695	70,228	0	16,374
	0	992,5923	70,34	0	14,522
	3994,528	173,8965	21,677	124,829	4,198
	0	93,8679	7,19	0	1,11
	0	507,3422	48,62	0	6,368
	0	425,4624	48,64	0	5,86
	0	389,5521	48,662	0	5,198
	1655,008	39,681	7,4	51,719	0,818
	0	18,09864	4,104	0	0
	0	138,6592	31,442	0	0
	0	138,6592	31,442	0	0
	0	45,87388	31,442	0	0
	1012,16	7,769025	4,257	31,63	0
	0	18,6102	4,22	0	0
	0	143,078	32,444	0	0
	0	143,078	32,444	0	0
	0	47,3358	32,444	0	0
	1155,424	7,969775	4,367	36,107	0
	0	89,54064	20,304	0	0
	0	268,5778	60,902	0	0
	0	268,5778	60,902	0	0
	0	88,85602	60,902	0	0
	3744,992	37,35775	20,47	117,031	0
	0	26,05428	5,908	0	0
	0	170,7728	38,724	0	0
	0	170,7728	38,724	0	0
	0	56,49832	38,724	0	0
	1389,408	11,05585	6,058	43,419	0
	0	18,09864	4,104	0	0
	0	138,6592	31,442	0	0
	0	138,6592	31,442	0	0
	0	45,87388	31,442	0	0
	1012,16	7,769025	4,257	31,63	0

Belasting op mastvoet, belastinggeval

		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
1a		1286,176	461,0955	135,646	40,193	0
Wind angle:	0 dgr					
1b		1443,872	472,9527	139,127	45,121	0
Wind angle:	0 dgr					
3		3923,552	862,2888	255,651	122,611	0
Wind angle:	0 dgr					
4		1643,36	546,4525	160,879	51,355	0
Wind angle:	0 dgr					
6		1416,416	516,6655	151,994	44,263	0
0						
1a		1627,84	4991,759	128,746	50,87	96,796
Wind angle:	45 dgr					
1b		1461,056	1381,455	138,601	45,658	19,346
Wind angle:	45 dgr					
3		3994,528	3607,287	253,769	124,829	58,592
Wind angle:	45 dgr					
4		1655,008	1455,906	160,512	51,719	19,354
Wind angle:	45 dgr					
1a		2269,92	9528,391	121,989	70,935	193,69
Wind angle:	90 dgr					
1b		1510,72	2286,638	137,183	47,21	38,69
Wind angle:	90 dgr					
3		4194,72	6343,981	249,238	131,085	117,206
Wind angle:	90 dgr					
4		1689,12	2363,233	159,493	52,785	38,713
Wind angle:	90 dgr					
1a		1627,84	4991,759	128,746	50,87	96,796
Wind angle:	-45 dgr					
1b		1461,056	1381,455	138,601	45,658	19,346
Wind angle:	-45 dgr					
3		3994,528	3607,287	253,769	124,829	58,592
Wind angle:	-45 dgr					
4		1655,008	1455,906	160,512	51,719	19,354
Wind angle:	-45 dgr					
6		1012,16	349,06	102,687	31,63	0
0						
1a		1012,16	349

| | | |

Hoogte mast Ber & bijlage 62 m
Hoogte onderste stroomdraad (F3) 36 m

		Hoogte		Excentriciteit ophanging t.o.v. hart mast
Bliksemdraad = GW / CH_{mast} -	0,716 m =	61,284 m	1,459 m	
1e traverse - 380C1F1 F2 +	10 m =	56 m	4,41 m	
2e traverse - 380C1F2 F3 +	10 m =	46 m	4,41 m	
3e traverse - 380C1F3		36 m	4,41 m	
Passieve lijn = Comp C. F3 -	4 m =	32 m	1,825 m	

Uit mast — Uit lijnen

ULS (incl bel factoren)			SLS					
N	V	M	Nmin	Nmax	Vmax	Mlangs;ma	Mdwars;max	
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
481	118,1271	3523,319	104	195	129	3236	6426	

Belastingen uit lijnen

			M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
SLS	0 deg	1a	**1106**	**387**	114	**35**	**0**
		1b	1254	398	117	39	**0**
		3	3045	658	**195**	95	**0**
		4	1363	444	131	43	**0**
	45 deg	1a	1309	3407	109	41	65
		1b	1264	1004	117	40	13
		3	3094	2488	194	97	39
		4	1370	1051	131	43	13
	90 deg	1a	1734	**6426**	**104**	54	**129**
		1b	1293	1607	116	40	26
		3	**3236**	4311	191	**101**	78
		4	1390	1656	130	43	26
	-45 deg	1a	1309	3407	109	41	65
		1b	1264	1004	117	40	13
		3	3094	2488	194	97	39
		4	1370	1051	131	43	13

Belasting uit mast

N	V	M
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349
401	79	2349

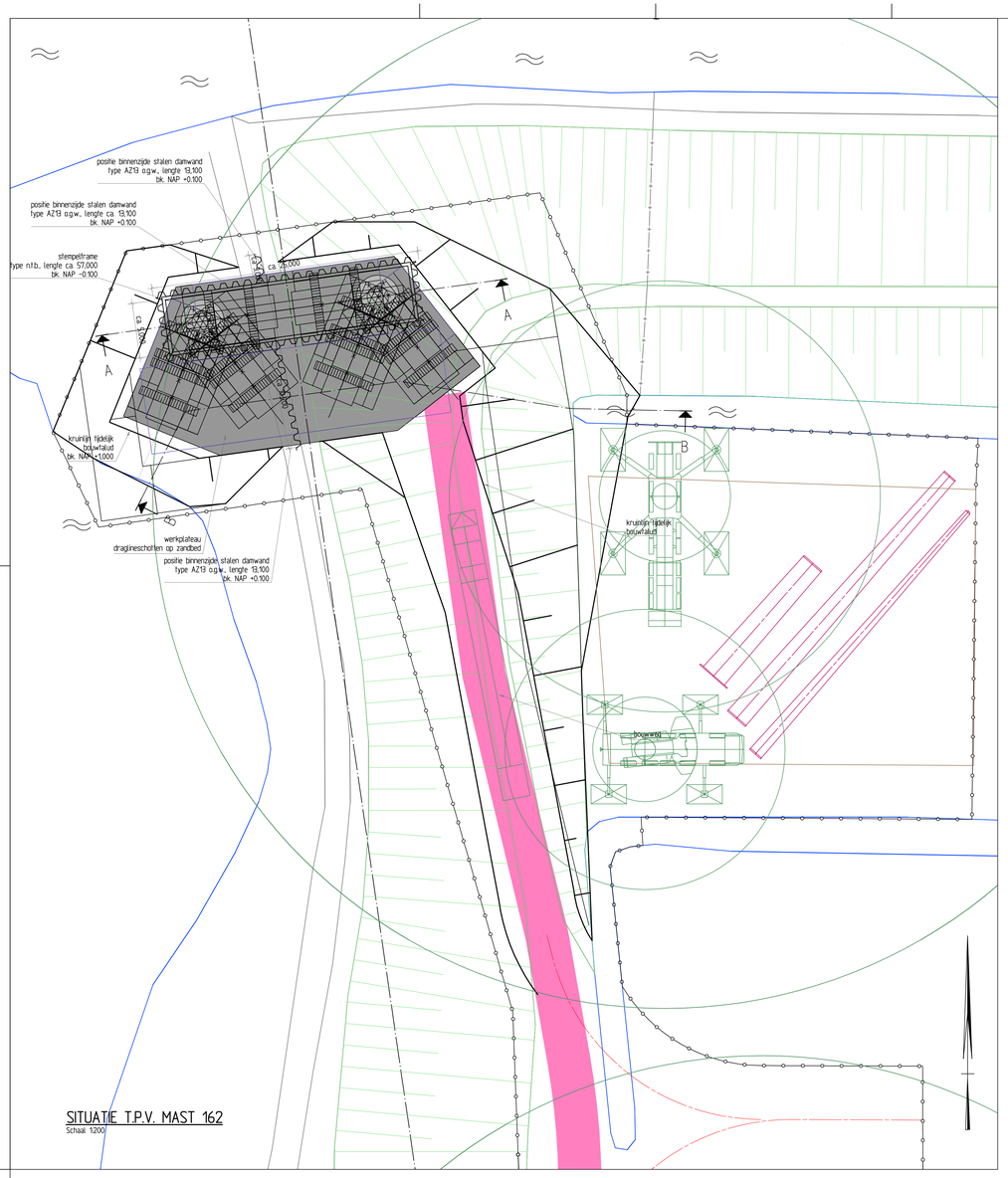
regel		Loadcase	Totaal M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}	Totaal moment	M langs max	M dwars max	N max	V langs max	V dwars max	M tot max	N min
1	Perm load 1,2 0 deg	1a	3455	2735	515	113	79	4406,452	1						
2	Perm load 1,2 0 deg	1b	3603	2747	518	118	79	4530,789	2						
3	Perm load 1,2 0 deg	3	5393	3007	596	174	79	6175,116	3		x				
4	Perm load 1,2 0 deg	4	3712	2793	532	121	79	4645,447	4						
5									5						
6	Perm load 1,2 45 deg	1a	3658	5756	510	120	143	6819,742	6						
7	Perm load 1,2 45 deg	1b	3613	3352	518	118	92	4928,728	7						
8	Perm load 1,2 45 deg	3	5443	4837	595	175	118	7281,674	8						
9	Perm load 1,2 45 deg	4	3719	3400	531	122	92	5038,46	9						
10									10						
11	Perm load 1,2 90 deg	1a	4083	8775	505	133	208	9678,391	11	x		x	x	x	
12	Perm load 1,2 90 deg	1b	3641	3956	517	119	105	5377,007	12						
13	Perm load 1,2 90 deg	3	5585	6660	592	180	157	8691,784	13	x					
14	Perm load 1,2 90 deg	4 Construct	3739	4005	531	122	105	5479,028	14						
15									15						
16	Perm load 1,2 -45 deg	1a	2970	5756	510	120	143	6476,838	16						
17	Perm load 1,2 -45 deg	1b	2925	3352	518	118	92	4449,092	17						
18	Perm load 1,2 -45 deg	3	4755	4837	595	175	118	6782,802	18						
19	Perm load 1,2 -45 deg	4	3031	3400	531	122	92	4554,397	19						
			5585	8775	596	180	208	9678							
					505										

samenvatting

	Mast	Bijlage	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
11	W2S400A+ 27-AH2	Perm load	90 deg	1a	4083	8775	505	133	208
13	W2S400A+ 27-AH2	Perm load	90 deg	3	5585	6660	592	180	157
	W2S400A+ 27-AH2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
	W2S400A+ 27-AH2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
	W2S400A+ 27-AH2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
	W2S400A+ 27-AH2	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B

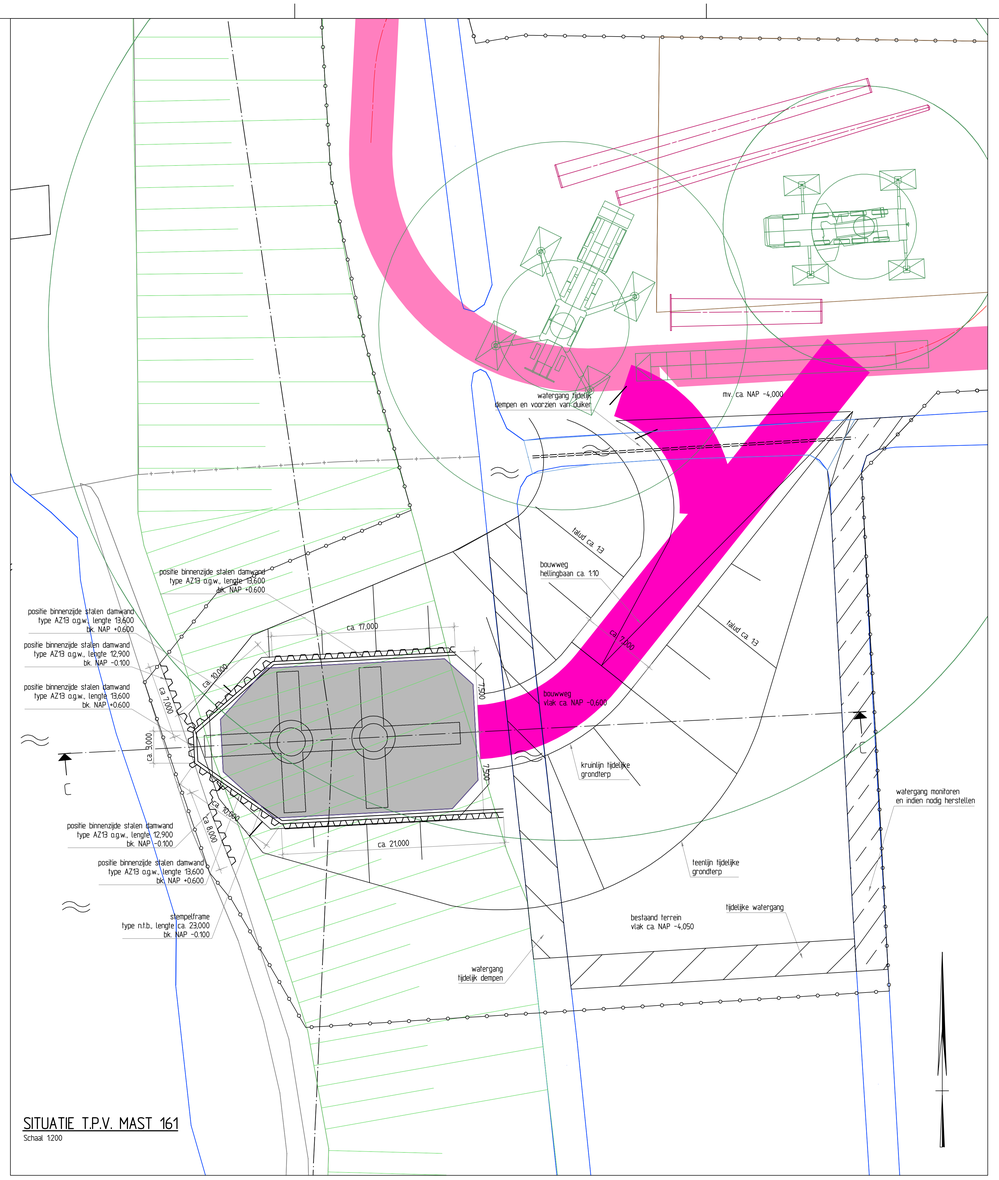
W2S400A+10 (Afs.com p.gl) TOWER (re Appendix AH2
Loadcases for tower strength (serviceability limit state)
-
Loadcase according to 50341-3-15

		AHEAD		BACK			Totaal			Belastingen op mastvoet, per lijn					Belasting op mastvoet, belastinggeval					
	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]		Vert [kN]	Dwars [kN]	Langs [kN]	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}		M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
	Attachment point																			
1a	GW / opgv	2274	0	16659	2274	0	-16659	4,548	0	0	0	20,05668	4,548	0	0	1a	1105,728	386,537	113,712	34,554	0
Wind, 10 c	380C1F1 / 17408	0	127555	17408	0	-127555	34,816	0	0	0	153,5386	34,816	0	0	Wind angle: 0 dgr						
Permanen	380C1F2 / 17408	0	127555	17408	0	-127555	34,816	0	0	0	153,5386	34,816	0	0							
Wind angl	380C1F3 / 17408	0	127555	17408	0	-127555	34,816	0	0	0	50,79654	34,816	0	0							
Comp.con	4716	0	34554				4,716	0	34,554	1105,728	8,6067	4,716	34,554	0							
1b	GW / opgv	2333	0	19101	2333	0	-19101	4,666	0	0	0	20,57706	4,666	0	0	1b	1254,368	397,8734	117,04	39,199	0
Wind, -20	380C1F1 / 17924	0	148566	17924	0	-148566	35,848	0	0	0	158,0897	35,848	0	0	Wind angle: 0 dgr						
Permanen	380C1F2 / 17924	0	148566	17924	0	-148566	35,848	0	0	0	158,0897	35,848	0	0							
Wind angl	380C1F3 / 17924	0	148566	17924	0	-148566	35,848	0	0	0	52,30223	35,848	0	0							
Comp.con	4830	0	39199				4,83	0	39,199	1254,368	8,81475	4,83	39,199	0							
3	GW / opgv	7718	0	47131	7718	0	-47131	15,436	0	0	0	68,07276	15,436	0	0	3	3044,576	658,228	194,973	95,143	0
Wind+ice,	380C1F1 / 27321	0	194979	27321	0	-194979	54,642	0	0	0	240,9712	54,642	0	0	Wind angle: 0 dgr						
Permanen	380C1F2 / 27321	0	194979	27321	0	-194979	54,642	0	0	0	240,9712	54,642	0	0							
Wind angl	380C1F3 / 27321	0	194979	27321	0	-194979	54,642	0	0	0	79,72268	54,642	0	0							
Comp.con	15611	0	95143				15,611	0	95,143	3044,576	28,49008	15,611	95,143	0							
4	GW / opgv	2877	0	20717	2877	0	-20717	5,754	0	0	0	25,37514	5,754	0	0	4	1362,976	444,3806	130,811	42,593	0
Constructi	380C1F1 / 19856	0	145177	19856	0	-145177	39,712	0	0	0	175,1299	39,712	0	0	Wind angle: 0 dgr						
Permanen	380C1F2 / 19856	0	145177	19856	0	-145177	39,712	0	0	0	175,1299	39,712	0	0							
Wind angl	380C1F3 / 19856	0	145177	19856	0	-145177	39,712	0	0	0	57,93981	39,712	0	0							
Comp.con	5921	0	42593				5,921	0	42,593	1362,976	10,80583	5,921	42,593	0							
1a	GW / opgv	2135	1851	22181	2135	1851	-22181	4,27	3,702	0	0	226,1427	4,27	0	3,702	1a	1308,8	3407,009	109,374	40,9	64,513
Wind, 10 c	380C1F1 / 16670	10612	152697	16670	10612	-152697	33,34	21,224	0	0	1123,333	33,34	0	21,224	Wind angle: 45 dgr						
Permanen	380C1F2 / 16753	9767	149277	16753	9767	-149277	33,506	19,534	0	0	850,9855	33,506	0	19,534							
Wind angl	380C1F3 / 16863	8663	145065	16863	8663	-145065	33,726	17,326	0	0	1111,013	33,726	0	17,326							
Comp.con	4532	2727	40900				4,532	2,727	40,9	1308,8	95,5349	4,532	40,9	2,727							
1b	GW / opgv	2322	370	19393	2322	370	-19393	4,644	0,74	0	0	61,92004	4,644	0	0,74	1b	1264,096	1003,547	116,75	39,503	12,893
Wind, -20	380C1F1 / 17873	2121	149786	17873	2121	-149786	35,746	4,242	0	0	352,7719	35,746	0	4,242	Wind angle: 45 dgr						
Permanen	380C1F2 / 17881	1952	149601	17881	1952	-149601	35,762	3,904	0	0	298,2544	35,762	0	3,904							
Wind angl	380C1F3 / 17890	1731	149381	17890	1731	-149381	35,78	3,462	0	0	264,3682	35,78	0	3,462							
Comp.con	4818	545	39503				4,818	0,545	39,503	1264,096	26,23285	4,818	39,503	0,545							
3	GW / opgv	7659	1902	48576	7659	1902	-48576	15,318	3,804	0	0	280,5764	15,318	0	3,804	3	3094,432	2487,765	193,778	96,701	39,047
Wind+ice,	380C1F1 / 27121	5928	200039	27121	5928	-200039	54,242	11,856	0	0	784,5832	54,242	0	11,856	Wind angle: 45 dgr						
Permanen	380C1F2 / 27150	5456	199280	27150	5456	-199280	54,3	10,912	0	0	632,295	54,3	0	10,912							
Wind angl	380C1F3 / 27186	4839	198376	27186	4839	-198376	54,372	9,678	0	0	672,4353	54,372	0	9,678							
Comp.con	15546	2797	96701				15,546	2,797	96,701	3094,432	117,8755	15,546	96,701	2,797							
4	GW / opgv	2869	370	20924	2869	370	-20924	5,738	0,74	0	0	66,74458	5,738	0	0,74	4	1369,92	1050,622	130,599	42,81	12,899
Constructi	380C1F1 / 19819	2122	146166	19819	2122	-146166	39,638	4,244	0	0	370,0276	39,638	0	4,244	Wind angle: 45 dgr						
Permanen	380C1F2 / 19824	1953	146016	19824	1953	-146016	39,648	3,906	0	0	315,4637	39,648	0	3,906							
Wind angl	380C1F3 / 19831	1732	145838	19831	1732	-145838	39,662	3,464	0	0	270,1546	39,662	0	3,464							
Comp.con	5913	545	42810				5,913	0,545	42,81	1369,92	28,23123	5,913	42,81	0,545							
1a	GW / opgv	2018	3704	32012	2018	3704	-32012	4,036	7,408	0	0	432,6468	4,036	0	7,408	1a	1733,984	6426,169	103,894	54,187	129,072
Wind, 10 c	380C1F1 / 15799	21232	203903	15799	21232	-203903	31,598	42,464	0	0	2092,691	31,598	0	42,464	Wind angle: 90 dgr						
Permanen	380C1F2 / 15909	19541	195191	15909	19541	-195191	31,818	39,082	0	0	1547,269	31,818	0	39,082							
Wind angl	380C1F3 / 16070	17331	183984	16070	17331	-183984	32,14	34,662	0	0	2171,118	32,14	0	34,662							
Comp.con	4302	5456	54187				4,302	5,456	54,187	1733,984	182,4432	4,302	54,187	5,456							
1b	GW / opgv	2292	740	20228	2292	740	-20228	4,584	1,48	0	0	103,0954	4,584	0	1,48	1b	1292,544	1607,412	115,922	40,392	25,788
Wind, -20	380C1F1 / 17729	4242	153343	17729	4242	-153343	35,458	8,484	0	0	546,6338	35,458	0	8,484	Wind angle: 90 dgr						
Permanen	380C1F2 / 17757	3904	152631	17757	3904	-152631	35,514	7,808	0	0	437,7047	35,514	0	7,808							
Wind angl	380C1F3 / 17791	3463	151780	17791	3463	-151780	35,582	6,926	0	0	476,3671	35,582	0	6,926							
Comp.con	4784	1090	40392				4,784	1,09	40,392	1292,544	43,6108	4,784	40,392	1,09							
3	GW / opgv	7520	3805	52509	7520	3805	-52509	15,04	7,61	0	0	492,4864	15,04	0	7,61	3	3235,968	4311,194	190,773	101,124	78,1
Wind+ice,	380C1F1 / 26629	11856	214027	26629	11856	-214027	53,258	23,712	0	0	1325,62	53,258	0	23,712	Wind angle: 90 dgr						
Permanen	380C1F2 / 26718	10913	211307	26718	10913	-211307	53,436	21,826	0	0	1021,389	53,436	0	21,826							
Wind angl	380C1F3 / 26831	9679	208008	26831	9679	-208008	53,662	19,358	0	0	1264,629	53,662	0	19,358							
Comp.con	15377	5594	101124				15,377	5,594	101,124	3235,968	207,071	15,377	101,124	5,594							
4	GW / opgv	2849	740	21526	2849	740	-21526	5,698	1,48	0	0	108,0082	5,698	0	1,48	4	1390,496	1655,719	130,006	43,453	25,803
Constructi	380C1F1 / 19714	4244	149073	19714	4244	-149073	39,428	8,488	0	0	564,3255	39,428	0	8,488	Wind angle: 90 dgr						
Permanen	380C1F2 / 19735	3907	148488	19735	3907	-148488	39,47	7,814	0	0	455,3667	39,47	0	7,814							
Wind angl	380C1F3 / 19760	3465	147792	19760	3465	-147792	39,52	6,93	0	0	482,3578	39,52	0	6,93							
Comp.con	5890	1091	43453				5,89	1,091	43,453	1390,496	45,66125	5,89	43,453	1,091							
1a	GW / opgv	2135	1851	22181	2135	1851	-22181	4,27	3,702	0	0	226,1427	4,27	0	3,702	1a	1308,8	3407,009	109,374	40,9	64,513
Wind, 10 c	380C1F1 / 16670	10612	152697	16670	10612	-152697	33,34	21,224	0	0	1123,333	33,34	0	21,224	Wind angle: -45 dgr						
Permanen	380C1F2 / 16753	9767	149277	16753	9767	-149277	33,506	19,534	0	0	850,9855	33,506	0	19,534							
Wind angl	380C1F3 / 16863	8663	145065	16863	8663	-145065	33,726	17,326	0	0	1111,013	33,726	0	17,326							
Comp.con	4532	2727	40900				4,532	2,727	40,9	1308,8	95,5349	4,532	40,9	2,727							
1b	GW / opgv	2322	370	19393	2322	370	-19393	4,644	0,74	0	0	61,92004	4,644	0	0,74	1b	1264,096	1003,547	116,75	39,503	12,893
Wind, -20	380C1F1 / 17873	2121	149786	17873	2121	-149786	35,746	4,242	0	0	352,7719	35,746	0	4,242	Wind angle: -45 dgr						
Permanen	380C1F2 / 17881	1952	149601	17881	1952	-149601	35,762	3,904	0	0	298,2544	35,762	0	3,904							
Wind angl	380C1F3 / 17890	1731	149381	17890	1731	-149381	35,78	3,462	0	0	264,3682	35,78	0	3,462							
Comp.con	4818	545	39503				4,818	0,545	39,503	1264,096	26,23285	4,818	39,503	0,545							
3	GW / opgv	7659	1902	48576	7659	1902	-48576	15,318	3,804	0	0	280,5764	15,318	0	3,804	3	3094,432	2487,765	193,778	96,701	39,047
Wind+ice,	380C1F1 / 27121	5928	200039	27121	5928	-200039	54,242	11,856	0	0	784,5832	54,242	0	11,856	Wind angle: -45 dgr						
Permanen	380C1F2 / 27150	5456	199280	27150	5456	-199280	54,3	10,912	0	0	632,295	54,3	0	10,912							
Wind angl	380C1F3 / 27186	4839	198376	27186	4839	-198376	54,372	9,678	0	0	672,4353	54,372	0	9,678							
Comp.con	15546	2797	96701				15,546	2,797	96,701	3094,432	117,8755	15,546	96,701	2,797							
4	GW / opgv	2869	370	20924	2869	370	-20924	5,738	0,74	0	0	66,74458	5,738	0	0,74	4	1369,92	1050,622	130,599	42,81	12,899
Constructi	380C1F1 / 19819	2122	146166	19819	2122	-146166	39,638	4,244	0	0	370,0276	39,638	0	4,244	Wind angle: -45 dgr						
Permanen	380C1F2 / 19824	1953	146016	19824	1953	-146016	39,648	3,906	0	0	315,4637	39,648	0	3,906							
Wind angl	380C1F3 / 19831	1732	145838	19831	1732	-145838	39,662	3,464	0	0	270,1546	39,662	0	3,464							
Comp.con	5913	545	42810				5,913	0,545	42,81	1369,92	28,23123	5,913	42,81	0,545							



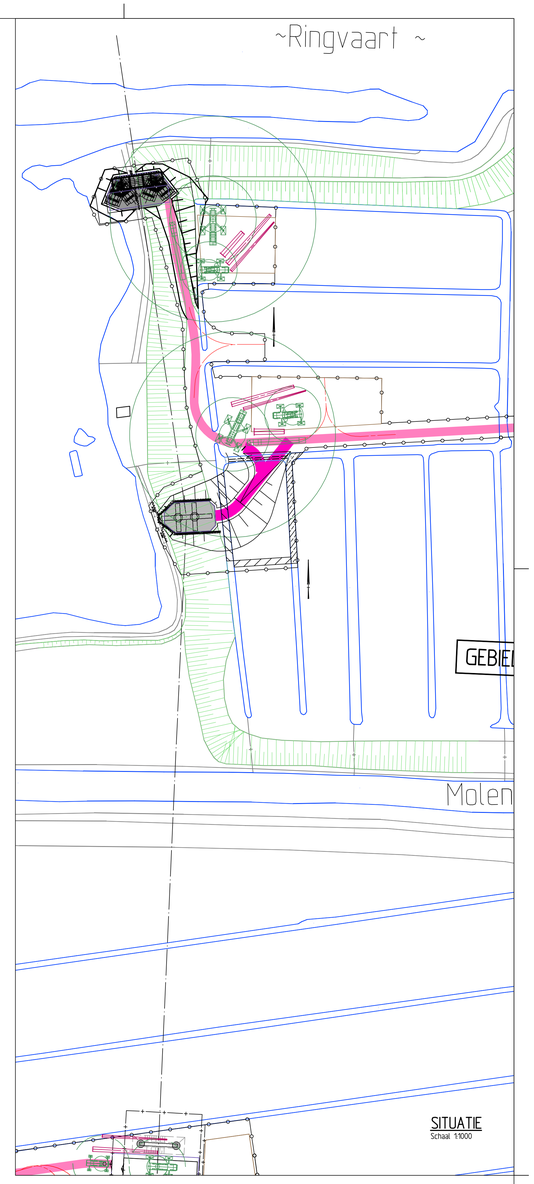
SITUATIE T.P.V. MAST 162

Schaal 1:200



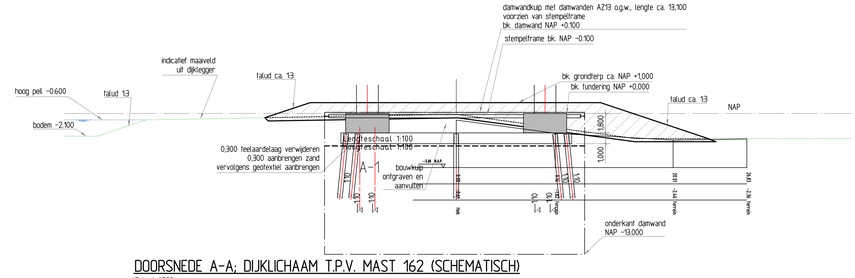
SITUATIE T.P.V. MAST 161

Schaal 1:200



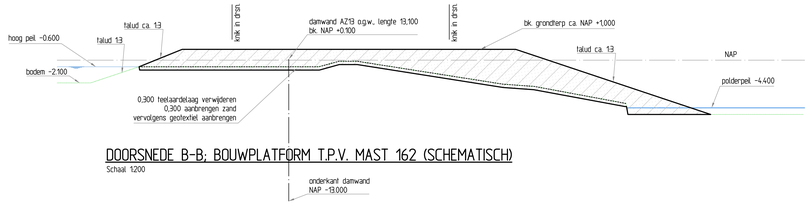
SITUATIE

Schaal 1:1000



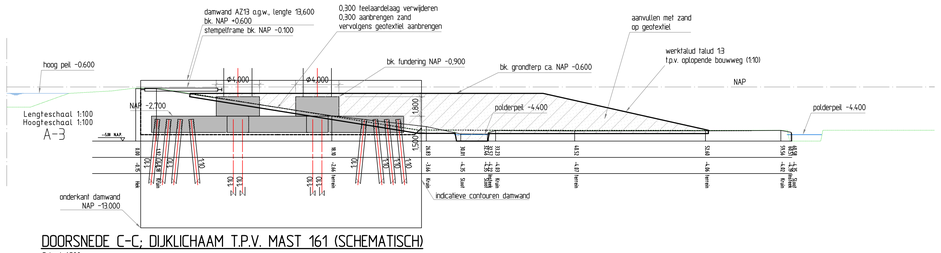
DOORSNEDE A-A; DIJKLICHAAM T.P.V. MAST 162 (SCHEMATISCH)

Schaal 1:200



DOORSNEDE B-B; BOUWPLATFORM T.P.V. MAST 162 (SCHEMATISCH)

Schaal 1:200

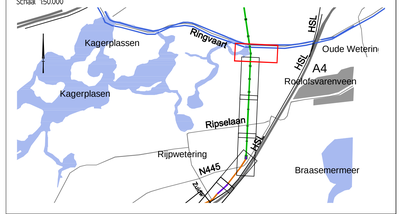


DOORSNEDE C-C; DIJKLICHAAM T.P.V. MAST 161 (SCHEMATISCH)

Schaal 1:200

TOPOGRAFISCH FRAGMENT

Schaal 1:50.000



OPMERKINGEN:

Werkfasen 0A

Aanpassingen aan grondlerp 161 en 162. Posities kranen aangepast ivm toepassen andere kranen, damwanden schematisch geprojecteerd, posities opslag mastdelen aangepast. Grondlerp en werkterrein bij mast 161 aangepast.

Combining Knowledge and Experience

bam COFELY FABRICOM

Randstad 380kV Noordring

		P. de Jager	E. Duvel
		Controleur	Vrijgegeven door
Definitief Ontwerp	03	zie opmerkingen	04-04-2014	R.G.J. Caspers
Mastfundaties	02	zie opmerkingen	06-02-2014	R.G.J. Caspers
Damwandconstr. tbv. mastfunderingen 161 en 162	01	Damwandschermen	11-10-2013	W. Vissers
Omschrijving	Rev.	Wijziging	Datum	Naam
	Schaal	1:1000	Formaat	A0
Project: Randstad 380kV Noordring	Naam	R.G.J. Caspers	Datum	19-07-2013

Tennet Taking power further

Tekeningnummer: R3N-TEK-0024 blad 001

AutoCAD filenaam: Syster: