Bijlagelijst ZW380kv Gemeente Kapelle, d.d. 29 april 2015						
Map	**Titel**	**Datum**	**Versie**	**Tekening/documentnummer**	**Vergunning**	**Opmerkingen**
1	***Overzichtskaart en mastenlijst***					
	Overzicht Zuid-West 380 kV Borssele-Rilland	feb-15		150227p_zw380_ZW-W_zeeland_A2	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
	Tracé ZW380kV Gemeente Kapelle	12-2-2014		151105p_zw-w380_Kapelle_A0	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
	Mastenlijst Wabo Kapelle DT1				Wabo bouwen	
	Mastenlijst Wabo Kapelle DT2	20-2-2015			Wabo bouwen	
2	***Vergunningenkaarten***					
	150428 vergunningenkaarten DT1 VKA 20	28-4-2015	6	315112-T001-C-verg	Wabo bouwen, in- en uitrit	Blad 1042 t/m 1050
	150428 vergunningenkaarten DT2 VKA 2.1	28-4-2015	3	315112-T002-C-verg	Wabo bouwen, in- en uitrit	Blad 1050 ab t/m 1061
3	***Kadastrale Gegevens***					
	Lijst met kadastrale gegevens	29-4-2015	1.0	-	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
4	***Lengteprofielen***					
	Preliminary Line Drawings Section DT1 (Structure 1001 to 1050)	19-8-2014	P9	ZW380_LPD_DT1-P9	Wabo bouwen	Blad 11 tot en met 14 van 14
	Section DT2 Krabbendijke Alternative 4 (Structure 1050 - 1104)	20-2-2015	P2	ZW380_LPD_DT2-P2_ALT-4	Wabo bouwen	Blad 1, 2 en 3 van 15
5	***Vergunningendocumenten***					
	Engineering Verbinding ZW380 Deelgebied Borssele - WAP Vergunningendocumentatie	16-12-2014	9	74102194-ETD/POL 13-0155	Wabo bouwen	Inclusief tekeningen en berekeningen van tijdelijke masten en jukken in de onderliggende mappen.
	Engineering Verbinding ZW380 Deelgebied2: WAP - Rilland Vergunningendocumentatie	17-3-2014	9.0	13-0891	Wabo bouwen	Inclusief tekeningen en berekeningen van tijdelijke masten en jukken in de onderliggende mappen.
6	***Ontwerpgegevens Wintrackmasten***					
A	*Ontwerpdossier Mastenfamilie*	17-3-2015	12.0	13-3149	Wabo bouwen	Inclusief berekeningen en tekeningen van masten en fundaties in de onderliggende mappen
B	*Beton Hybride*					
	Constructieberekening hybride masten	6-3-2014	4	74102194-ETD/POL 13-2623	Wabo bouwen	
	Constructieberekening betonnen masten	6-3-2014	4	74102194-ETD/POL 13-2622	Wabo bouwen	
	Constructieberekening funderingen voor betonnen en hybride masten	22-4-2015	6	74102194-ETD/POL 13-3180	Wabo bouwen	
C	*Sondeergegevens*					
7	**Gegevens Station WAP**					
	Opstijgpunt wit met lijn en zwart met kabel	27-1-2012		BSL-RLL150-00-31-0004	Wabo bouwen	blad 001
	Overgang 4x380 op 2x380	21-10-2011		BSL-TVL-TLB380-00-31-0003	Wabo bouwen	blad 001
	Overgang 4x380 op bestaande lijn	10-7-2012		BSL-GT380-00-31-0003	Wabo bouwen	blad 001
8	***Constructieve veiligheid***					
	Basisnota constructieve veiligheid	2-12-2014	2.0	14-3185	Wabo bouwen	

9	***Rapport Archeologie***					
	Bureauonderzoek Archeologie; Hoogspanningsverbinding Zuid-West 380 kV; Deeltracé 2	8-2-2013	concept	076922603:0.2	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	Definitieve versie wordt later aangeleverd, conform gemaakte afspraken met gemeente op 27 augustus 2014.
	ZuidWest 380kV Hoogspanningsverbinding Borssele-Tilburg; Deelrapportage Zeeland, inventariserend veldonderzoek door middel van verkennende boringen	10-6-2014	revisie 1	GM-0135317	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	Definitieve versie wordt later aangeleverd, conform gemaakte afspraken met gemeente op 27 augustus 2014.
10	***Bodemrapporten***					
	Grondonderzoeken ZW380kV Deeltracé 1	28-4-2015	D1	GM-0159550	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
	Grondonderzoeken ZW380kV Deeltracé 2 Verkennend (water)bodem- en asbestonderzoek	28-4-2015	D1	GM-0159560	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
11	***Beeldkwaliteitsplan***					
	Beelkwaliteiteisen Wintrack II	dec-14			Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
12	***CRa Advies Wintrackmasten***					
	Advies Esthetisch Concept Wintrackmasten	2-10-2014		RBM-20140102	Wabo bouwen	
	Reactie TenneT TSO op Advies CRa	8-1-2015		LP-2015-001	Wabo bouwen	
13	***Situatietekeningen***					
	VKA 2.0/2.1 Gemeente Kapelle	14-4-2015	VKA 2.0/2.1	150414p_zw-w380_Kapelle	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
14	***Ontwerpgegevens Hekwerken***					

Bijlage 5

Vergunningendocumenten

74102194-ETD/POL 13-0155 rev 9.0

Engineering verbinding ZW380
Deelgebied 1: Borssele – WAP
Vergunningsdocumentatie

Arnhem, 16 december 2014

Auteur(s) A. Peroz

In opdracht van TenneT TSO B.V. Projectnummer 000.145.11

auteur : A. Peroz
57 blz. 11 bijl AJP

beoordeeld : A.J.P. van der Werken
goedgekeurd : A. van der Wal

KEMA Nederland B.V. Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem Postbus 9035, 6800 ET Arnhem Nederland
T +31 26 3 56 9111 F +31 26 442 8388 contact@kema.com www.kema.com Handelsregister Arnhem 09080262

INHOUD

Pagina

Management samenvatting 7

1 Inleiding 8
1.1 BO ontwerp 9

2 Uitgangspunten 10
2.1 Toegepaste geleidertypes en hun kenmerken 11

3 Ontwerp mastenfamilie 12
3.1 Masttype 13
3.2 Indeling masttypen 13
3.3 Mastafmetingen 14
3.4 Mastdimensionering 15
3.5 Belastingsgevallen 15
3.5.1 Omgevingscondities 15
3.5.2 Uiterste grenstoestand 16
3.5.3 Speciale grenstoestand 16
3.5.4 Bruikbaarheidsgrenstoestand 17
3.6 Windrichting 18
3.7 Richting van de krachten 18
3.8 Voorbeeld mastbelasting 19
3.9 Constructie typering 20
3.9.1 Normcapaciteit 20

4 Ontwerp fundatiefamilie 21
4.1 Funderingsprincipe 21
4.2 Materialen 22
4.3 Overige uitgangspunten 23
4.4 Voorspanning 23
4.5 Berekening onderplaat betonfundering 24
4.6 Ondersteuning betonpoer 24
4.7 Fundatie belastingen 25
4.8 ZW380 Fundering schetsen 26

5 Ontwerp tijdelijke kruisingen algemeen 27
5.1 Jukken 27
5.2 Kruising met N62 28
5.3 Kruising met N666/667 28

5.4 Kruising met N665 28
5.5 Kruising met spoorweg 28
5.6 Kruising met N669 29
5.7 Kruising met N666 29
5.8 Overzicht en de duur van de stremmingen 29

6 Reconstructie hoogspanningslijnen 30
6.1 Kruising 150 kV BSL-TNZ 30
6.1.1 Situatie 30
6.1.2 Geleiderkenmerken 31
6.2 Belastingkenmerken 32
6.2.1 Trekparameter 150 kV verbinding BSL - TNZ 32
6.2.2 Belasting op/van constructie 35
6.2.3 Unity Check 35
6.2.4 Berekening mast 21 (H3+0) 35
6.2.4.1 Geometrische kenmerken 35
6.2.4.2 Resultaten mast 21 35
6.2.5 Berekening mast 22N (H3+0) 37
6.2.5.1 Geometrische kenmerken 38
6.2.5.2 Resultaten mast 22N 38
6.2.6 Portaal 21a 40
6.2.6.1 Geometrische kenmerken 40
6.2.6.2 Resultaten portaal 21a 41
6.2.7 Portaal 21b 42
6.2.7.1 Geometrische kenmerken 42
6.2.7.2 Resultaten portaal 21b 42
6.3 Inlussing station Borssele 43

7 Tijdelijke voorziening DT1 44
7.1 Tijdelijke verbinding reconstructie kruising 150kV BSL-TNZ 44

8 Lijst met begrippen en afkortingen 45

Bijlage A Tekeningen 46

Bijlage B Berekeningen 47

Bijlage C Voorbeeld fundatie ZWW2S400 48

Bijlage D Masttypen ZWW2SXXX en ZWW2HXXX 51

Bijlage E Masttypen type ZWW4SXXX en ZWW4HXXX 52

Bijlage F Masttypen ZWW6SXXX en ZWW6HXXX 53

Bijlage G masttypen ZWM6SXXX en ZWM6HXXX 54

Bijlage H Voorbeeld Jukken 55

Bijlage I Voorbeeld sondering DKM-39 S01 en overige sonderingen 56

Bijlage J Noodkabel BSL-TNZ150 57

Bijlage K Uitvoer KELSOP 3 Bundel 437-37 58

Versiebeheer

Versie	Datum	Auteur	Wijziging
1.0	3-12-2012	GJB	Concept verstuurd aan TenneT
2.0	8-2-2013	GJB	RFA verwerkt
3.0	8-2-2013	GJB	Kruising Ellewoutsdijk toegevoegd + RFA2.0 verwerkt
4.0	13-9-2013	AJP	RFA 3.0 verwerkt
5.0	31-1-2014	AJP/BJT	RFA 4.0 verwerkt
6.0	22-04-2014	AJP/BJT	RFA 5.0 verwerkt, mast 21fundatie verwerkt
7.0	9-07-2014	AJP/BJT	RFA 6.0 verwerkt
8.0	05-09-2014	AJP/BJT	RFA 7.0 verwerkt, ZRO uit het document gehaald, tijdelijke lijn inlussing station Borssele toegevoegd. Mast 1017 aangepast naar ZWW6HK400+10
9.0	28-10-2014	AJP	RFA 8.0 verwerkt

MANAGEMENT SAMENVATTING

DNV KEMA stelt rapportages op voor het mechanische ontwerp voor aantal deeltracés, dat onderdeel is van de nieuwe viercircuit hoogspanningslijn Zuid West 380, (ZW380). Dit document beschrijft het vergunningsdocumentatie voor het deeltracé 1, de verbinding tussen Borssele en Willem Anna Polder.

Dit deeltracé bestaat uit de volgende werkzaamheden tussen portaal BSL380 en mast 1050:

- Reconstructies van benodigde aanpassingen aan de bestaande hoogspanningslijnen:
  - 150kV BSL-TNZ: Plaatsen 2 jukken, verplaatsen en vervangen 1 draagmast door een spanmast.
- Kruisingen van onderliggende infrastructuur (weg, water en spoorinfrastructuur)
  - N62 mast 1006 - 1007;
  - N666/N667 mast 1008 - 1009;
  - N665 mast 1025 - 1026;
  - Spoorweg mast 1039A - 1040;
  - N669 mast 1040 - 1041;
  - N666 mast 1044 - 1045;
- Inzet van tijdelijke lijn/kabel
  - Kruising 150 kV BSL-TNZ150
  - BSL-RLL380 bij station BSL380
- Mast en funderingsontwerp van de in deeltracé 1 voorkomende masttypen

1 INLEIDING

TenneT heeft DNV KEMA opdracht verleend voor het uitvoeren van de engineering van de verbinding ZuidWest 380 kV (ZW380). Het project ZW380 omvat de realisatie van de nieuwe verbinding BSL-TNZ150 en de reconstructie van bestaande 150 en 380 kV-verbindingen. Tot slot zullen, nadat de nieuwbouw gereed is, de bestaande verbindingen worden geamoveerd. Omwille van de beheersbaarheid is het gehele tracé in 5 deeltracés ingedeeld. Dit document bevat het vergunningsdocumentatie van de lijn van het deeltracé 1.

Het deeltracé 1 van ZW380 heeft betrekking op de nieuw te bouwen 380 kV verbinding van station Borssele tot de nieuw te bouwen mast 1050 in de nabijheid van het bestaande 150 kV station Willem Annapolder (WAP). Deeltracé 1 wordt uitgevoerd als een 4 x 380 kV Wintrack verbinding, die daar waar mogelijk gebundeld zal worden met de bestaande 150 kV verbinding. De 4 nieuwe circuits worden aangesloten op het 380kV station Borssele. De lengte van de verbinding in deeltracé 1 is ongeveer 18,5 km.

Dit document behandelt de vergunningsdocumentatie van de in de werkomschrijving van TenneT omschreven kruisingen, reconstructies, amoveringen en tijdelijke lijnen. De scope in deeltracé 1 betreft de volgende onderdelen:

- Reconstructies van benodigde aanpassingen aan de bestaande hoogspanningslijnen
- BSL-TNZ150: Plaatsen 2 jukken, verplaatsen en vervangen 1 draagmast door een spanmast
- Kruisingen van onderliggende infrastructuur (weg, water en spoorinfrastructuur)
  - N62 mast 1006 - 1007;
  - N666/N667 mast 1008 – 1009;
  - N665 mast 1025 – 1026;
  - Spoorweg mast 1039A – 1040;
  - N669 mast 1040 – 1041;
  - N666 mast 1044 – 1045;
- Inzet van tijdelijke lijn/kabel
  - Kruising 150 kV BSL-TNZ150
  - BSL-RLL380 bij station BSL380
- Mast en funderingsontwerp van de in deeltracé 1 voorkomende masttypen

1.1 BO ontwerp

In document, "Basis ontwerp Zuid West 380 Deeltracé 1, versie 2.1, d.d. juli 2014, heeft TenneT een BO gemaakt van het desbetreffende tracé.

Het voorliggende document bevat een verdere detaillering van deze technische keuzes. Het elektrisch ontwerp is opgenomen in document "12-01841 Engineering ZW380 EOR DT1".

Het mechanisch ontwerp is opgenomen in document "12-01842 Engineering ZW380 MOR DT1".

2 UITGANGSPUNTEN

De in de onderstaande opsomming opgenomen documenten zijn de uitgangspunten voor het mechanisch ontwerp van het betreffende deeltracé:

- NEN - EN50341-1, “Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen - Gemeenschappelijke specificaties
- Tekeningen Mott Movares, lengteprofiel Borssele – Tilburg ZW380 "Preliminary Line Profile Drawings, Section DT (Structure 1001 to 1050) ZW380_LPD_DT1_P8-140318
- NEN - EN50341-1-3, “Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning - Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten”
- NEN-EN 1990:2002, "Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp"
- NEN-EN 1993, "Ontwerp en berekening van staalconstructies"
- NEN-EN1994, "Ontwerp en berekening van betonconstructies"
- NEN-EN 1997: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels
- CUR2001-4, "Ontwerpregels voor trekpalen"
- Lijnen – "Standaard Programma van Eisen" met referentie PVE.05.000 versie 1.0 d.d. 25 november 2010
- Lijnen – "Specifiek Programma van Eisen ZuidWest 380kV" met referentie PVE.05.001 versie 2.3 d.d. 14 september 2012
- Werkomschrijving engineering bovengrondse verbindingen ZW380 versie 1.0 d.d. juni 2012
- Mastenboek –"VKA2.0 ZW380 kV" met referentie 0018964 d.d. 17-04-2012
- Rapportage “ZW380 matrices” met als kenmerk 12-01997
- Rapportage “Uitgangspuntendocument ZW 380“met als kenmerk 12-01483

Het overzicht van de gebruikte software is vermeld in tabel 1.

Tabel 1 - Overzicht toegepaste software

Programma	Versie
PLS-CADD	12.30
PLS-Tower	12.50
KELSoP	Kelsop 2000 1.5.0.6
Autocad	12.00

2.1 Toegepaste geleidertypes en hun kenmerken

Tabel 2 geeft de geleidertypes en hun kenmerken aan die toegepast zijn in deeltracé 1.

Tabel 2 - Toegepaste geleidertypen met bijbehorende kenmerken

			Trekparameter 10°C [m]	Oppervlak [mm2]	Diameter[mm]	Gewicht [kg/km]	Maximale trekbelasting [N]	Elasticiteit modulus [N/mm2]	Uitzettingscoëfficiënt [1/°C]	Aantal geleiders per bundel [stuks]	Bundel afmetingen verticaal [mm]	Nominale bedrijfsspanning [kV]	Maximale temperatuur [° C]	Minimale temperatuur [°C]	IJsbelasting [√d]
BSL-TNZ150	Fase geleider	ACSR 305-40	1250	344.1	24.1	1151	99400	70000	1.93 E-05	2	200*	150	80	-20	1.8
	Bliksemdraad	ACSR 68-40E	1250	108	13.5	506	55700	107000	1.53 E-05	1	0	0	35	-20	5
ZW380 kV	Fase geleider 380 kV	LF AMS 620 UHC AAAC UHC	1800	620.9	32.4	1771	185800	56000	2.03E-05	4	500	380	70	-20	1.8
	OPGW	BRUGG OPGW 226-AL3/38-A20SA	1800	264	21.7	980	119000	81000	2.02E-05	1	0	0	35	-20	5
	Bliksemdraad	WDI AACSR acc. ASTM B232 HAWK	1800	281.1	21.8	971	135000	47000	2.030E-05	1	0	0	35	-20	5
	Retour-stroomgeleider	WDI AACSR acc. ASTM B232 HAWK	1800	281.1	21.8	971	135000	47000	2.030E-05	2	200	0	35	-20	5
BSL-RLL 380	Fase geleider	ACSR 423/37	1575	460.5	27.9	1517	118000	66000	2.03 E-05	3	500	380	90	-20	1.8
	Bliksemdraad	Hawk_st-al	1575	281.1	21.7	999	88200	76000	1.89E-05	1	0	0	35	-20	5
	OPGW	NKT LES 226/44 AMS	1575	271.1	21.7	950	121100	84000	1.98E-05	1	0	0	35	-20	5
Tijdelijke lijn BSL-RLL 380	Fase geleider	ACSR 423/37	1575	460.5	27.9	1517	118000	66000	2.03 E-05	3	500	380	90	-20	1.8
	Bliksemdraad	Hawk_st-ams	1575	280.8	21.7	978	135000	76000	1.89E-05	1	0	0	35	-20	5

* Bundel afmeting horizontaal

Voor de technische eigenschappen van de noodkabel wordt verwezen naar hoofdstuk 7.

3 ONTWERP MASTENFAMILIE

De ontwerpbelastingen voor de Wintrack II masten voor de nieuwe verbinding tussen Borssele en Tilburg (ZW380) en zijn gebaseerd op het DNV-KEMA document 74102018-ETDPOL 12-01908 Geleiderhoogte ZW380 versie 1.1.

Voor alle masten, welke in deeltracé 1 zijn opgenomen, zijn de ontwerpbelastingen bepaald. De belastingen zijn zo opgesteld dat deze niet locatie specifiek worden bepaald maar generiek voor de gehele verbinding. In deeltracé 1 worden geen masten site specifiek bepaald.

Het van TenneT ontvangen bestand: " Staking-Table_DT5-140318_GIS" is gebruikt als referentie voor het bepalen van de masttypen voor deeltracé 1.

In paragraaf 3.1 zijn, per masttype, de windspan per zijde, de maximale lijnhoek en de aangrenzende masten gegeven. In paragraaf 3.2 is een overzicht gegeven van alle bijbehorende bijlagen. Een tekening en verklaring van de ophangpunten is gegeven in Bijlage D tot en met Bijlage G. Hoe de belastingsgevallen, belastingsfactoren en de wind richtingen zijn gedefinieerd wordt verklaard in de paragrafen 3.3 en 3.5.

De ontwerpbelastingen voor alle masten, zoals opgenomen in de bijlagen, dienen te worden gebruikt voor de berekening van het mastlichaam van de desbetreffende mast. Aanvullende materiaal- en/of belastingsfactoren zijn van toepassing voor de isolatoren en andere componenten. De aanvullende belastingsfactoren dienen apart in rekening gebracht te worden voor deze onderdelen.

Voor het project ZW380 wordt een onderscheid gemaakt tussen een aantal veldlengten. Er wordt een onderscheid gemaakt in de onderstaande opgesomde veldlengte:

- 240
- 350
- 400
- 450

Voor steunmasten met een verhoging van maximaal 10 meter geldt verder dat deze berekend worden voor een maximale lijnhoek van 2 x 2.5°. Voor verhogingen hoger dan 10 meter worden voor de steunmasten ontwerpbelastingen opgesteld zonder lijnhoek. Als er locaties zijn met een verhoging groter dan 10 meter en waarop een hoek optreedt worden deze als specials behandeld.

Voor hoekmasten wordt er een onderscheid gemaakt in de maximaal toelaatbare hoek op de mast. Er wordt per onderscheid een aparte codering aangehouden voor de masten.

- hoeken tussen de 180° en 150° -> codering K -> voorbeeld ZWWXHKXXX
- hoeken tussen de 150° en 130° -> codering L -> voorbeeld ZWWXHLXXX
- hoeken tussen de 130° en 120° -> codering M -> voorbeeld ZWWXHMXXX

3.1 Masttype

Alle masttypen voor de W2, W4, W6 en M6 voor de nieuwe verbinding welke in deeltracé 1 voorkomen zijn opgenomen in onderstaande tabel:

Tabel 3 - Masttypen

Mast type	Max. ahead span [m]	Max. back span [m]	Max. Lijn hoek [deg]	Mast type aangrenzende mast
ZWM6E350	350	-	n.v.t.	ZWW6HK350
ZWM6E400	400	-	n.v.t.	ZWW6HK400
ZWM6HK400	400	400	2 x 15	ZWM6HK400
ZWW6HK350	350	350	2 x 15	ZWW6HK350
ZWW6HK400	400	400	2 x 15	ZWW6HK400
ZWW6HK400+5	400	400	2 x 15	ZWW6HK400
ZWW6HK400+10	400	400	2 x 15	ZWW6HK400
ZWW6HL400	400	400	2 x 25	ZWW6HL400
ZWW6HL400+5	400	400	2 x 25	ZWW6HL400
ZWW6S350	350	350	2 x 2,5	ZWW6S350
ZWW6S400	400	400	2 x 2,5	ZWW6S400
ZWW6S400+5	400	400	2 x 2,5	ZWW6S400

3.2 Indeling masttypen

De ontwerpbelastingen per masttype zijn weergegeven in desbetreffende bijlagen. In de bijlage is onderscheid gemaakt tussen de verschillende grenstoestanden zoals omschreven in de geldende standaard NEN-EN 50341-1-3. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de bijlage per masttype.

Tabel 4 - Bijlage referentie

Masttype	NL1. Uiterste grenstoestand	NL3. Speciale grenstoestand	NL4. Bruikbaarheids-grenstoestand
ZWM6E350	BO	BO1	BO2
ZWM6E400	G	G1	G2
ZWM6HK400	AZ	AZ1	AZ2
ZWW6HK350	BP	BP1	BP2
ZWW6HK400	C	C1	C2
ZWW6HK400+5	BN	BN1	BN2
ZWW6HK400+10	CM	CM1	CM2
ZWW6HL400	D	D1	D2
ZWW6HL400+5	BM	BM1	BM2
ZWW6S350	BQ	-	BQ2
ZWW6S400	A	-	A2

Masttype	NL1. Uiterste grenstoestand	NL3. Speciale grenstoestand	NL4. Bruikbaarheids-grenstoestand
ZWW6S400+5	B	-	B2

Voor de laatste revisie van de berekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

De bijlage, behorende bij de kolommen NL1 en NL3, dienen te worden gebruikt voor het bepalen van de maststerkte. De bijlage, behorende bij de kolommen NL4, zijn van toepassing voor de het bepalen van de doorbuigingen en kromming van de masten conform 30613067-ETD/POL 11-1520 rev 006 (Functional Technical Specifications of KEMA).

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van het tekeningnummer per masttype.

Tabel 5 - Bijlage referentie

Masttype	Tekening nummer:
ZWM6E350	74102194-035-191V
ZWM6E400	74102194-035-193V
ZWM6HK400	74102194-035-171V
ZWW6HK350	74102194-035-131V
ZWW6HK400	74102194-035-151V
ZWW6HK400+5	74102194-035-154V
ZWW6HK400+10	74102194-035-158V
ZWW6HL400	74102194-035-152V
ZWW6HL400+5	74102194-035-157V
ZWW6S350	74102194-035-121V
ZWW6S400	74102194-035-141V
ZWW6S400+5	74102194-035-142V

Voor de laatste revisie van de tekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

3.3 Mastafmetingen

De mastafmetingen van de ZW380 masten zijn indicatief bepaald voor de verschillende masttypen binnen deeltracé 1. In paragrafen 3.5 en 3.6 worden de belastingsgevallen en windrichtingen voor het bepalen van de mastafmetingen verder verklaard. In het mastenontwerpdossier, met documentnummer 13-3149, zijn de afmetingen en de mastvoetmomenten gegeven. De resultaten van de berekening dienen als input voor het ontwerp van de fundatie.

3.4 Mastdimensionering

De optredende belastingen uit de geleider dienen als input voor de berekening van het mastlichaam. De constructieberekeningen van de masten zijn weergegeven in de bijlagen conform onderstaande tabel.

Tabel 6 - Bijlage mastdimensionering bepaling

Masttype	Dimensionering van de mast
ZWM6E350	BBO
ZWM6E400	BG
ZWM6HK400	BAZ
ZWW6HK350	BBP
ZWW6HK400	BC
ZWW6HK400+5	BBN
ZWW6HK400+10	BCM
ZWW6HL400	BD
ZWW6HL400+5	BBM
ZWW6S350	BBQ
ZWW6S400	BA
ZWW6S400+5	BB

Voor de laatste revisie van de berekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

3.5 Belastingsgevallen

3.5.1 Omgevingscondities

De volgende omgevingscondities zijn in acht genomen:

Wind regio:	2
Referentie periode:	50 jaar
IJsgebied A voor bliksemdraad en OPGW:	5√d
IJsgebied A voor retourstroom geleider:	5√d
IJsgebied B voor fase geleider :	1,8√d

Voor alle masten zijn de belastingsgevallen en betreffende combinatie factoren toegepast zoals omschreven in de NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1, 4.2.11/NL.3 en 4.2.11/NL.4.

3.5.2 Uiterste grenstoestand

Tabel 4.2.11/NL.1 omschrijft de belastingsgevallen voor de uiterste grenstoestand met de bijbehorende partiële en combinatie factoren voor alle masttypen. De belastingsfactoren zijn weergegeven in tabel 7. De resultaten voor de mastbelastingen van de uiterste grens toestand zijn weergegeven in Tabel 4 .

Tabel 7 - Uiterste grens toestand

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 γ_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".

3.5.3 Speciale grenstoestand

Tabel 4.2.11/NL.3 omschrijft de belastingsgevallen welke van toepassing zijn voor de speciale grenstoestand waarbij rekening gehouden wordt met de desbetreffende partiële factoren en combinatie factoren. De speciale grenstoestand is alleen van toepassing voor de hoekmasten. Bij de belastingsgevallen, in de speciale grenstoestand, wordt rekening gehouden met de afwezigheid van geleiders van een geheel veld of aan 1 zijde van een veld. De resultaten voor de speciale grenstoestand zijn weergegeven in Tabel 4. De belastingsfactoren zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 8 - Special limit state

Table 4.2.11/NL.3 - Partial factor and combination factor (special limit state)

Load case and temperature	Value for γ_G, γ_Q, χ_Q and γ_A for the ultimate limit state during specific circumstances				
	γ_G 1)	γ_Q or χ_Q 4),5)			γ_A
Loads	G_K	Q_{PK}	Q_{WK}	Q_{iK}	A_K
1a Wind, 10° C	1,2	-	0,78	-	-
1b Wind, - 20° C	1,2	-	0,24	-	-
3 Wind+ice - 5° C	1,2	-	0,36	0,34 0,12	-
4 Construction/maintenance + 5° C	1,2	1,2	0,24	-	-

1) If permanent loads have a positive effect on the structural forces e.g. uplift forces on foundation γ_G = 0,9.
2) For ice region B.
3) For ice region C.
4) $\chi_Q = \chi_0 \gamma_Q$, with reference to ENV 1991-1 "Basis of Design".
5) γ_Q = 1,2, based on the assumption that the specific circumstances exist during a period of maximum 1 year.

3.5.4 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Tabel 4.2.11/NL.4 omschrijft de belastingsgevallen welke van toepassing zijn voor de bruikbaarheidsgrenstoestand waarbij rekening gehouden wordt met de desbetreffende partiële factoren en combinatie factoren. Deze tabel is van toepassing voor alle masttypen. De hieruit voorkomende belastingen zijn toepasbaar voor het bepalen van de doorbuiging en kromming van de masten. De resultaten voor de bruikbaarheidsgrenstoestand zijn weergegeven in Tabel 4. De belastingsfactoren zijn in onderstaande tabel weergegeven.

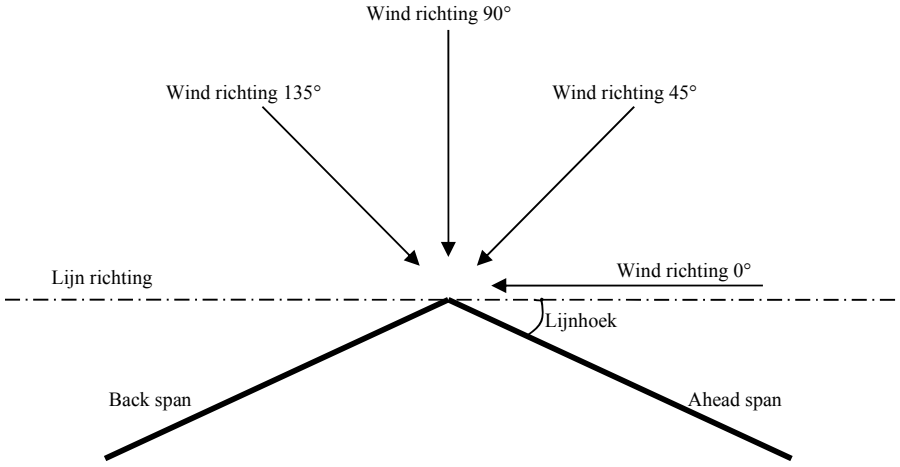
Tabel 9 - Bruikbaarheidsgrenstoestand

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	-	-

3.6 Windrichting

De gespecificeerde windhoeken (0^0 / 45^0/ 90^0/ 135^0) zijn beschouwd ten opzichte van de richting van de lijn. De windrichtingen zijn in onderstaande figuur verduidelijkt.

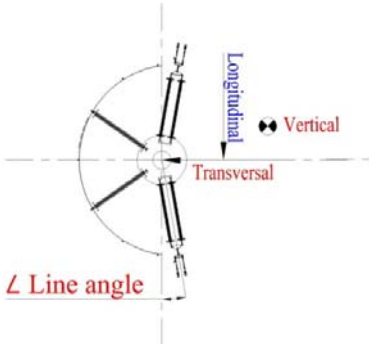


Figuur 1 - Windrichting

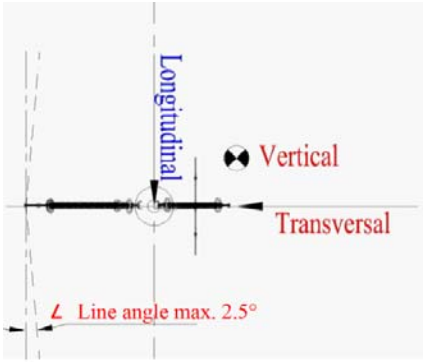
3.7 Richting van de krachten

De krachten op de ophangpunten van de geleider worden berekend in drie richtingen zijnde: verticaal, longitudinaal en transversaal.
De volgende omschrijvingen worden toegepast voor de richting van de krachten:

Longitudinaal : in de richting van de hoogspanningslijn;
Transversaal : loodrecht op de hoogspanningslijn
Verticaal : naar beneden gericht.



Figuur 2 - Hoek- en Eindmasten



Figuur 3 - Steunmasten

3.8 Voorbeeld mastbelasting

Een voorbeeld van het resultaat van de mastbelasting berekening, is hieronder verder verklaard.

Tabel 10 – Voorbeeld belastingsgeval

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	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
	PL	4617	17812	36487	0	0	0

Belastingsgeval omschrijving volgens NEN-EN 50341-3-15
eigen gewichtsfactor y_g
Aanblaas hoek wind

Ophangpunt op de mast

belastingen in ahead richting in N

Belastingen in back richting in N

3.9 Constructie typering

Veiligheidsklasse	3	1)	$\gamma_{f;g}$ =	1.20	$\gamma_{f;q}$ = 1.50
		2)	$\gamma_{f;g}$ =	1.35	
Referentie periode	50 jaar				
Windgebied	II	onbebouwd.			

3.9.1 Normcapaciteit

Of de capaciteit van de mast voldoende is voor de optredende belasting wordt als volgt geverifieerd (NEN-EN 50341-3-15, paragraaf 7.4.5.4):

Tabel 11 - Capaciteit conform NEN-EN 50341-3

Normaalkracht [N]			**Buigend Moment [M]**		
Voorwaarde:	d/t <90*ε2	90*ε2 <d/t<315*ε2	Voorwaarde:	d/t <157.5*ε2	157,5*ε2 <d/t<315*ε2
Reductiefactor ρA	1,0	0,3 + 63* ε2*t/d	Reductiefactor ρw	1,0	0,6 + 63* ε2*t/d

Met:

$$A_{eff} = \rho_A \times A$$

$$W_{eff} = \rho_W \times W$$

Aan het volgende criterium moet voldaan worden:

$$\frac{N}{A_{eff}} + \frac{M}{W_{eff}} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

Met: γ_{M1} = 1,0

4 ONTWERP FUNDATIEFAMILIE

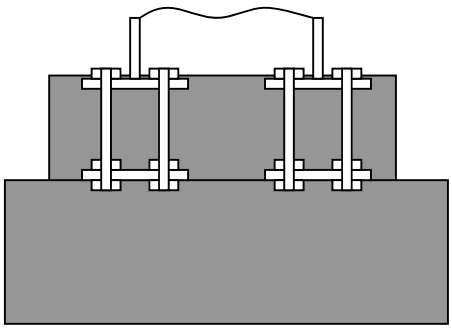
Het funderingontwerp is gebaseerd op een betonnen poer, samengesteld uit opstort en onderplaat, met een voorgespannen ingestort kooianker. Het funderingsprincipe is identiek aan wat is gepland bij de Wintrack masten voor Randstad 380. Uitgangspunt is een smalle opstort van 1,8 meter hoogte waarvan 0,3 meter boven maaiveld. Op deze wijze is het grondbeslag minimaal maar is relatief veel ontgraving nodig door de diepe ligging van de grondplaat.

Dit hoofdstuk beschrijft het voorontwerp van funderingsconstructies. Uitgangspunt is dat zowel de opstort als de onderplaat cirkelvormig is. Voor de opstort is dat om esthetische redenen. Gezien de verschillende richtingen van de belastingen is een cirkelvormige onderplaat bij een hoekmast het meest optimaal. Indien de hart op hart afstand van de masten kleiner is dan 10 meter wordt er een rechthoekige onderplaat toegepast. Deze wordt haaks op de lijn geprojecteerd.

Uitgangspunt is dat betonkwaliteit C38/45 toegepast kan worden en dat naast het gebruikelijke wapeningsstaal geen splijtwapening nodig is. Om de druk op het beton binnen de toelaatbare grenzen te houden zonder toepassing van splijtwapening dient de mastvoet voldoende breedte te hebben.

4.1 Funderingsprincipe

Het funderingsprincipe is gebaseerd op een kooianker met een instortring en voorspanning op de bouten.



Figuur 4 - Kooianker met instortring en voorspanning

Een betonfundering met voorgespannen kooianker wordt toegepast in de Wintrack masten te Bleiswijk en is voorzien voor de verbinding Randstad 380 Zuid. Door deze toepassing is dit principe een proven technologie. Op basis van een door KEMA in 2011 gehouden beperkte marktconsultatie blijkt dat een betonfundering met voorgespannen kooianker technisch de voorkeur verdiend.

Het uitgangspunt is een betonnen fundering op palen met een kooianker als instortdeel. Het betondeel is opgebouwd uit een relatief smalle opstort met een brede onderplaat. In het standaard ontwerp heeft de opstort een hoogte van 1,8 meter waarvan 1,5 meter onder maaiveld, zoals weergegeven in tabel 12.

De hoogte van de funderingsopstort wordt bepaald aan de hand van de locatie, met name of het landbouwgebied betreft en eventuele begrenzingen aan de ontgravingdiepte. Voor één locatie (twee pylonen) wordt 1 ontgraving toegepast.

Tabel 12 - Toepassing fundering

Opstort [m]	Gronddekking [m]	Opstort meter boven maaiveld [m]
1,8	1,5	0,3

4.2 Materialen

De materialen dienen minimaal te voldoen aan:

- Kooi-ankers staalkwaliteit 8,8, bouttypes M42 en M48
- Beton C38/45, milieuklasse XC4 en XF3, consistentieklasse 3
- Ondersabeling met krimpvrije gietmortel, kwaliteit vergelijkbaar met C80 of beter.
- Prefab beton palen afmeting 400 x 400 of 500 x 500

Voor zowel de opstort als de funderingplaat wordt betonkwaliteit C38/45 gehanteerd. Afmetingen van de mastvoetflens en de ankerbouten dienen zo gedimensioneerd te worden dat het aanbrengen van voorspanning niet tot een hogere betonkwaliteit leidt. Een reden dat toch betonkwaliteit C45/55 noodzakelijk kan zijn, is de hoge belasting uit de mast. Het betreft hier dan vooral de dwarskracht geïntroduceerd door het mastvoetmoment. Om deze reden dient de mastvoetdiameter niet kleiner te zijn dan de in dit rapport genoemde afmetingen. Dit geldt eveneens voor de hoogte van de onderplaat, indien de in het vervolg genoemde optimale afmetingen worden aangehouden is geen hogere betonkwaliteit nodig of aanvullende wapening. De fundatie wordt voorzien van prefab betonnen palen van vierkant 400mm. Afhankelijk van de detailberekeningen door de aannemer kunnen de palen in afmeting wijzigen. De afmetingen in dit rapport zijn als aanname bedoeld.

Van betonkwaliteit C45/55 en hoger is de kwaliteit in het werk moeilijker te garanderen, om deze reden dient toepassing van betonkwaliteit C45/55 en hoger zoveel mogelijk vermeden te worden en bij voorkeur niet te worden toegepast. Een hogere betonkwaliteit, en extra wapening, voor de onderplaat is nodig indien de onderplaat dunner wordt gemaakt omdat er door bevoegd gezag beperkingen worden gesteld aan de ontgravingdiepte.

4.3 Overige uitgangspunten

De ZW380 mastfunderingen dienen aan een aantal uitgangspunten te voldoen, waarvan de belangrijkste in onderstaande tabel worden samengevat. Uitgangspunt is dat zowel de beton opstort als de funderingplaat cirkelvormig zijn.
Per mastlocatie worden twee Wintrack pylonen opgesteld met een zodanig grote hart-op-hart afstand dat het uitgangspunt is dat per mast een aparte fundering wordt gebouwd.

Tabel 13 - Uitgangspunten fundatie

Onderwerp	Uitgangspunten / Aannames
Hoogte fundering boven maaiveld	Bovenkant fundering, met of zonder opstort, 0,3 meter boven maaiveld
Lengte ankerbouten	Minimaal 1,6 waarvan minimaal 1.3 meter ingestort in fundatie
Diameter opstort	Steunmast Ø diameter buis + 2 x 0,75 m, incl. remming van 0,75 m Hoekmast Ø diameter buis + 2 x 1,0 m, incl. remming van 1,0 m
Diameter funderingplaat	Steunmast Ø 8 m tot Ø 10 m Hoekmast Ø 8 tot Ø 15 m (± 10%), Indien h.o.h. van pylonen <10: rechthoekig 11 x 19 tot 15 x 24 m.
Bovenkant funderingplaat	1,5 meter onder maaiveld
Hoogte funderingplaat	Conform tekeningen
Ontgravingsdiepte	Ontgravingdiepte gelijk aan diepte ligging onderplaat, vermeerderd met 0,4 meter.*
Gelimiteerde ontgravingsdieptes	3 meter in de meeste provincies
Ontgravingsoppervlak (maaiveldhoogte)	Oppervlakte van de ontgraving op maaiveldhoogte is gelijk aan: ∅ onderplaat + 2x diepteligging onderplaat + rondom 1 meter waarbij beide ontgravingen als een geheel worden uitgevoerd.
Voorzieningen	Er worden 2 mantelbuizen voorzien van ∅150 mm tbv de telecom doorvoer en 2 mantelbuizen voorzien van ∅40 mm tbv de OPGW

* Voor de ontgravingdiepte is 0,4 meter extra genomen ten behoeve van het zandbed en werkvloer.

4.4 Voorspanning

De ankerbouten worden zodanig voorgespannen dat bij een belasting uit mast en geleiders tot de Service Limit State (SLS) de voorspanning niet opgeheven wordt. De SLS belasting is in de ontwerpnorm NEN-EN 50341 gedefinieerd als de maximale belasting uit mast en geleiders zonder toepassing van een belastingsfactor.

De ankerbouten worden gedimensioneerd op de uiterste grenstoestand (ULS) trekbelasting als gedefinieerd in de ontwerpnorm. Deze is 1,5*SLS (of ULS).

De maximale betondruk op de bovenkant van de opstort is de optelsom van de druk door voorspanning, uitwendige belasting uit de mast en een reductie door de afname van voorspanning bij een uitwendige druk. De reductie op de voorspanning is 15%. De maximale betondruk is gebaseerd op de belasting: 0,85*SLS + 1,5*SLS = 2,35 SLS (of 1,57*ULS). De maximale trekbelasting in de ankers blijft 1,5*SLS (of ULS). De betondruk wordt gemaximeerd op 18,9 Mpa, zodat geen splijtwapening nodig is.

4.5 Berekening onderplaat betonfundering

De onderplaat van de fundering wordt op het volledige buig- of kantelmoment uit de mast belast. De kosten van de onderplaat lopen onder de volgende omstandigheden sterk op:

- Onder- en bovenwapening niet meer in prefab delen kan worden aangeleverd en door het hoge gewicht matig tot slecht hanteerbaar worden.
- Ponswapening nodig is.

Voor een kosten effectieve fundering worden onder- en bovenwapening opgebouwd uit de volgende staven FeB500: Ø 20-100 of Ø 25-110. Dit type wapening is goed hanteerbaar en levert plaatdiktes waarbij geen splijtwapening nodig is en slechts een beperkte hoeveelheid ponswapening. Met een omschrijving als Ø 20-100, wordt bedoeld wapeningstaal met een diameter van 20 mm en een tussenruimte van 100 mm.

Een minimale plaatdikte kan bereikt worden bij een wapening van Ø 32-120, deze is slecht hanteerbaar en wordt enkel in combinatie met splijtwapening en ponswapening toegepast.

Afmeting van de onderplaat dient conform de tekeningen uitgevoerd te worden.

4.6 Ondersteuning betonpoer

De funderingen worden ondersteund door palen. Afhankelijk van de bodemgesteldheid is de lengte van de palen tussen de 15 en 35 meter. De palen staan in schoorstand (1:8) naar buiten gericht. Het aantal palen is sterk verschillend bij steun- en hoekmasten. Voor aantal benodigde palen wordt verwezen naar vergunningstekeningen. Per locatie zijn er twee funderingen, zodat het genoemde aantal palen per locatie verdubbelt moet worden.

De palen worden gedimensioneerd op de maximaal optredende trekbelasting. De afmetingen van de funderingplaten zijn zodanig gekozen dat prefab betonpalen, vierkant 400 mm, voldoen. Voor de bepaling van de trekcapaciteit en de drukcapaciteit is sondering DKM-39 S01 gehanteerd, deze opgenomen in Bijlage I. De paallengte voor deze sondering is 27 meter, deze lengte is gebaseerd op een draagkrachtige laag met een conusweerstand van minimaal 12-14 MPa met een diepte van 5 meter. Voor de overige sonderingen dienen de paallengte door de aannemer bepaald te worden. De maximale capaciteiten voor druk- en trekwaarde zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 14 – Druk- en trekcapaciteit

	400 x 400	500 x 500
Max. Druk [kN]	1875	2695
Max. Trek [kN]	537	670

Er zijn voor deeltracé 1 sonderingen in bezit van DNV-KEMA. Een overzicht van de te verwachten paallengten in dit deeltracé zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 15 – Paallengte per sondering

Mast	Sondering	Paallengte t.o.v. maaiveld
1004	DKM-04.S04	25,0
1005	DKM-05.S04	27,0
1012	DKM-12.S01	24,0
1016	DKM-16.S01	33,0
1019	DKM-19.S02	27,0
1020	DKM-20.S01	27,0
1021	DKM-22.S02	22,0
1037	DKM-37.S04	26,0
1038	DKM-38.S04	31,0
1039	DKM-39.S01	27,0

4.7 Fundatie belastingen

De in het mastontwerpdossier opgegeven optredende mastvoet momenten en verticaal belastingen dienen als input voor de berekening van het fundament. De constructie berekening van de mastfundaties is weergegeven in de bijlagen conform onderstaande tabel. In Bijlage C wordt de fundatie berekening in stappen verder uitgewerkt door middel van een voorbeeld (ZWW2S400).

Tabel 16 - Bijlage mastfundering bepaling

Masttype	Dimensionering van de fundering
ZWM6E350	CBO
ZWM6E400	CG
ZWM6HK400	CAZ
ZWW6HK350	CBP
ZWW6HK400	CC
ZWW6HK400+5	CBN
ZWW6HK400+10	CCM
ZWW6HL400	CD
ZWW6HL400+5	CBM
ZWW6S350	CBQ
ZWW6S400	CA
ZWW6S400+5	CB

4.8 ZW380 Fundering schetsen

Voor alle ZW380 wintrack masttypen zijn (vergunnings)tekeningen gemaakt. Voor de tekeningen wordt verwezen Bijlage A en mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

5 ONTWERP TIJDELIJKE KRUISINGEN ALGEMEEN

Binnen deeltracé 1 zijn in totaal 6 tijdelijke kruisingen voorzien met andere infrastructuren zoals weg, spoor- en waterwegen. In dit hoofdstuk zijn de mechanische bepalingen voor deze kruisingen opgenomen. De onderstaande tijdelijke kruisingen zijn beschouwd.

- N62 mast 1006 - 1007
- N666/667 mast 1008 – 1009
- N665 mast 1025 – 1026
- Spoorweg mast 1039A – 1040
- N669 mast 1040 – 1041
- N666 mast 1044 – 1045

5.1 Jukken

In de tekeningen van de desbetreffende kruisingen van de onderliggende infrastructuur worden de posities en de afmetingen van de jukken globaal weergegeven. De aannemer van de jukken zal voor aanvang van de werkzaamheden een detailberekeningen van de verankering en het ontwerp uitvoeren ten behoeve van de goedkeuring door de desbetreffende instantie. Een voorbeeld berekening en foto's van de toepassing van de jukken zijn toegevoegd in Bijlage H. Document "Statik Modul 12m Netz 60 m mit Konterlast" is een voorbeeld berekening van de toepassing van de jukken. Deze jukken zijn toegepast voor de kruising de A12 en de spoorweg bij Bleiswijk. Als verankering zijn hier gewichtfunderingen toegepast, foto 1. En andere principe van verankering van de jukken is de toepassing van grondankers, foto 2.



Foto 1 - Gewichtfundering



Foto 2 - Grondanker

Voor ieder kruising is een tekening gemaakt waarbij de situatie in beeld wordt gebracht. Daarnaast is een overzicht van de jukken met de bijbehorende afmetingen voor alle kruisingen. Voor afmetingen van de jukken wordt verwezen naar tekening nummer 74102194-031-016 V‘Principe tekening jukken”.

5.2 Kruising met N62

De ZW380 verbinding kruist de N62 ter hoogte van mast 1006 en 1007. Voor deze kruisingen wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijden van de N6 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-001V " kruising S01".

5.3 Kruising met N666/667

De ZW380 verbinding kruist de N666/667 ter hoogte van mast 1008 en 1009. Voor het kruisen van de N666/667 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N666 en N667 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-002V " kruising S02".

5.4 Kruising met N665

De ZW380 verbinding kruist de N665 ter hoogte van mast 1025 en 1026. Voor het kruisen van de N665 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N665 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-003V " kruising S03".

5.5 Kruising met spoorweg

De ZW380 verbinding kruist de spoorweg ter hoogte van mast 1039A en 1040. Voor het kruisen van de spoorweg wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de spoorweg worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-004V "Spoorweg kruising S04".

5.6 Kruising met N669

De ZW380 verbinding kruist de N669 ter hoogte van mast 1040 en 1041. Voor het kruisen van de N669 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N669 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-005V " kruising S05".

5.7 Kruising met N666

De ZW380 verbinding kruist de N666 ter hoogte van mast 1044 en 1045. Voor het kruisen van de N666 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N666 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-006V " kruising S06".

5.8 Overzicht en de duur van de stremmingen

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de ingeschatte duur van de stremmingen met onderliggende infrastructuur. Hierin is ook de duur van het overbrengen van de voortrekdraden ten behoeve van het veiligheidsnet meegenomen. Onderstaande tijden gelden zowel bij het opbouwen als bij het afbreken van de jukken.

Tabel 17- Overzicht en de duur van de stremmingen kruisingen

Weg/spoor	Betreffende masten ZW380	Duur stremming [min]
N62	mast 1006 – 1007	30-60
N666/667	mast 1008 – 1009	30-60
N665	mast 1025 – 1026	30-60
Spoorweg	mast 1039A – 1040	30-60
N669	mast 1040 – 1041	30-60
N666	mast 1044 – 1045	30-60

6 RECONSTRUCTIE HOOGSPANNINGSLIJNEN

In de tracégegevens tabel wordt aangegeven welke geleiders, bliksemdraden, OPGW's en retourstroomgeleiders er worden gebruikt die de volgende notering gebruiken: (x1)x(x2)x(x3). De volgende tabel geeft de beschrijving van deze notering:

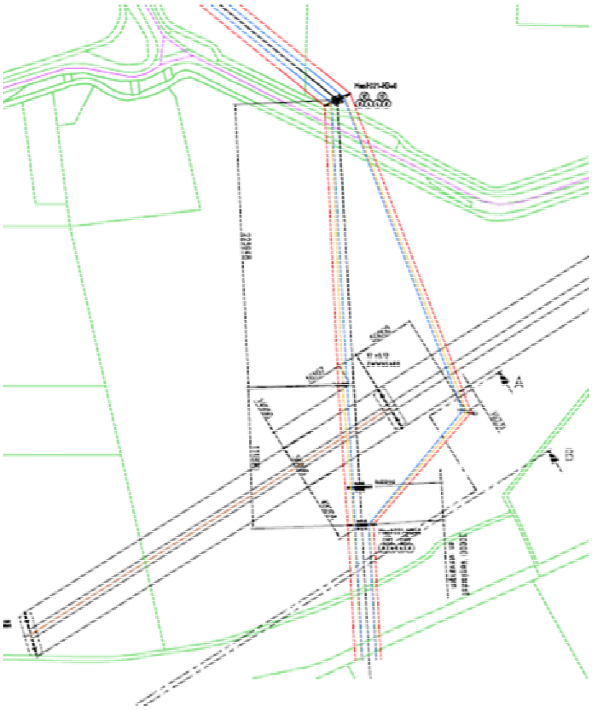
Tabel 18 – Notering geleider gegevens

x1	x2	x3
Aantal circuits	Aantal fases per circuit	Aantal draden per geleider

6.1 Kruising 150 kV BSL-TNZ

6.1.1 Situatie

De nieuw te bouwen hoogspanningslijn, lopende tussen Borssele en Rilland (4x380kV) kruist de 150kV lijn Borssele - Terneuzen nabij de Nieuwkamersedijk in Heinkenszand. Zie overzichtstekening 74102194-031-121V.



Figuur 5 - Kruising 150 kV

Tijdens de reconstructie wordt er gebruik gemaakt van tijdelijke kabels. Voor de verdere detaillering wordt verwezen naar het elektrotechnische ontwerprapport “Engineering ZW380 EOR DT1 ” met rapport nummer 74102194-ETD/POL 12-01841 en hoofdstuk 7 van dit rapport. De kruising is uitgewerkt conform de variant 2 in de notitie "Varianten kruising ZW380 - BSL-TNZ150 "met referentie "ZW380 JLE 20111118a" zoals deze is opgenomen in de BO van TenneT voor deeltracé 1.

Tabel 19 - Tracégegevens eind situatie mast 21a circuit zwart

Mastnummer	19		21		21a		22N		23
Masttype	AE+0		H3+0				H3+0		S+0
Veldlengte [m]		192,8		226		112		280	
Lijnhoek ahead [◦]			156,2		180		180		180
Lijnhoek back [◦]			12,2		0		0		0
Masthoogte [m]			31,9		19		31,9		31,9
Fase geleider		1x3x2 ACSR 305-40		1x3x2 ACSR 305-40		1x3x2 ACSR 305-40		1x3x2 ACSR 305-40	
Bliksemdraad[1]		2x1x1 ACSR 68-40E		2x1x1A CSR 68-40E*		2x1x1ACSR 68-40E*		2x1x1A CSR 68-40E*	

Tabel 20 - Tracégegevens eind situatie mast 21b circuit wit

Mastnummer	19		21		21b		22N		23
Masttype	AE+0		H3+0				H3+0		S+0
Veldlengte [m]		192,8		276		88		280	
Lijnhoek ahead [◦]			156,2		154		140		180
Lijnhoek back [◦]			12,2		26		0		0
Masthoogte [m]			31,9		24,5		31,9		31,9
Fase geleider		1x3x2 ACSR 305-40		1x3x2 ACSR 305-40		1x3x2 ACSR 305-40		1x3x2 ACSR 305-40	
Bliksemdraad[1]		2x1x1 ACSR 68-40E		2x1x1 ACSR 68-40E*		2x1x1 ACSR 68-40E*		2x1x1 ACSR 68-40E*	

6.1.2 Geleiderkenmerken

De geleiderkenmerken van BSL-TNZ150 zijn in Tabel 2 weergegeven.

1: Vanaf mast 22 gaat er 1 topbliksemdraad naar portaal 21a en 1 topbliksemdraad naar 21b. Bliksemdraden met ster (*), hebben deze topbliksemdraad. Deze topbliksemdraad wordt toegepast naast de bestaande bliksemdraden die op de traverse is afgespannen.

6.2 Belastingkenmerken

De belasting wordt bepaald door de volgende factoren:

- omgevingsvariabelen:
  - het gehanteerde windgebied is: II onbebouwd
  - de referentieperiode bedraagt 50 jaar
  - ijsgebied B voor fasedraad: $1.8\sqrt{d}$
  - ijsgebied A voor bliksemdraad: $5\sqrt{d}$
- kenmerken van de fasegeleider en bliksemdraad, zie Tabel 2.
- trekparameter P = 1250 m bij 10°C windstil

6.2.1 Trekparameter 150 kV verbinding BSL - TNZ

Voor de 150 kV verbinding Borselle – Terneuzen (BSL – TNZ) is geen trekparameter bekend. Deze is nodig voor het modelleren van de kruising van deze lijn met de nieuwe ZW380 verbinding, tussen mast 1016 en mast 1017.

Met de bekende gegevens zijn verschillende trekparameter bepaald. In onderstaande paragraaf zijn deze methode beschouwd en is er een conclusie gemaakt voor de aanname van de trekparameter van de verbinding.

Info Zeeland
In het Excel bestand met mastgegevens (Info Zeeland) onder het tabblad NKP-EWD staat de volgende info:

Geleidergegevens	**Aantal**	**Doorsnede**	**Materiaal**	**Max trekspanning**
Fasedraad	6 x 2	305/40	Al/St	85 N/mm²
Bliksemdraad	2 x 1	68/40	Al/St	170 N/mm²

Er wordt vanuit gegaan dat de maximale trek optreedt bij het belastingsgeval -5^{0}C en ijs met een ijs aangroei van 1.8√d. Tevens wordt er vanuit gegaan dat de maximale trek optreedt inclusief belastingsfactoren.

Geleider gegevens	**Gewicht geleider N/m**	**Gewicht geleider met ijs N/m**	**Gewicht geleider met ijs+factoren N/m**
Fasedraad	11.32	20.16	26.84
Bliksemdraad	4.98	11.56	15.85

Fase draad:

85 N/mm^2 -> Doorsnede: 344,1 mm^2 -> UTS - > 29,2 kN trek in de geleider -> $p = \frac{T}{G} = \frac{29,2}{26,84} =$ 1083m.

De trekparameter kan teruggerekend worden naar de trekparameter bij 10^{0}C. Dit levert een trekparameter bij 10^{0}C op van 1125 m. In onderstaan figuur is een snapshot weergeven van de zeeg berekening

Sag / tension table for conductor: ACSR-DIN-305/40

conductor data:	Area =	344.10	mm^2	Weight =	11.32	N			
	Expansion coef. =	0.0000193	1/°C	Diameter =	24.12	mm			
Start parameters:	Start temp. =	10	°C	Start weight =	11.32	N/m	Catanary =	1125	m
	Temp. wind =	10	°C	Ice-factor =	1.8	√D	Pwind =	22.00	N/m
	Temp. ice =	-5	°C	Weight ice =	8.84	N/m			
Ruling span:	300	meter							

Conditie	Cond. tension / wire	Catanary(m)	280	290	300	310	320	330	340
-20	14040	1240	7.90	8.48	9.07	9.69	10.32	10.98	11.65
-15	13798	1219	8.04	8.63	9.23	9.86	10.50	11.17	11.86
-10	13566	1198	8.18	8.77	9.39	10.02	10.68	11.36	12.06
-5	13345	1179				10.19	10.86	11.55	12.26
0	13133	1160				10.35	11.03	11.73	12.46
5	12931	1142	8.58	9.20	9.85	10.52	11.21	11.92	12.65
10	12736	1125	8.71	9.34	10.00	10.68	11.38	12.10	12.84
15	12550	1109	8.84	9.48	10.15	10.84	11.55	12.28	13.04
20	12370	1093	8.97	9.62	10.30	10.99	11.71	12.46	13.22
25	12198	1077	9.10	9.76	10.44	11.15	11.88	12.63	13.41
30	12032	1063	9.22	9.89	10.59	11.30	12.04	12.81	13.60
35	11873	1049	9.34	10.02	10.73	11.45	12.21	12.98	13.78
40	11719	1035	9.47	10.16	10.87	11.60	12.37	13.15	13.96
45	11571	1022	9.59	10.29	11.01	11.75	12.52	13.32	14.14
50	11427	1009	9.71	10.41	11.15	11.90	12.68	13.49	14.32
55	11289	997	9.83	10.54	11.28	12.05	12.84	13.65	14.49
60	11155	985	9.95	10.67	11.42	12.19	12.99	13.81	14.66
65	11026	974	10.06	10.79	11.55	12.33	13.14	13.98	14.84
70	10901	963	10.18	10.92	11.68	12.48	13.29	14.14	15.01
75	10780	952	10.29	11.04	11.82	12.62	13.44	14.30	15.18
80	10662	942	10.41	11.16	11.95	12.75	13.59	14.45	15.34
85	10548	932	10.52	11.28	12.07	12.89	13.74	14.61	15.51
90	10438	922	10.63	11.40	12.20	13.03	13.88	14.76	15.67
95	10331	913	10.74	11.52	12.33	13.16	14.03	14.92	15.84
100	10226	903	10.85	11.64	12.45	13.30	14.17	15.07	16.00
-5+ice	22283	1105				10.87	11.58	12.32	13.07
10+wind	25619	1035				11.60	12.36	13.15	13.96
-									
L.C. 1a, 10°C Wind	35043	982				12.23	13.04	13.86	14.72
L.C. 1b, -20°C Wind	18114	1199	8.17	8.77	9.38	10.02	10.67	11.35	12.05
L.C. 3, -5°C Wind+ice	25302	1083	9.05	9.70	10.38	11.09	11.82	12.57	13.34

Parameter bij 10^{0}C

Parameter bij -5^{0}C+ijs

Doorhang

Een ander gegeven is de zeeg uit Excel bestand: "doorhang mast 21, 22 & 23 NKP-EWD.xls".
De gegeven doorhang van in de Excel lijst is 7,863 m tussen mast 21 en 22. Er wordt vanuit gegaan dat de doorhang gegeven is bij temperatuur 10 ^{0}C.

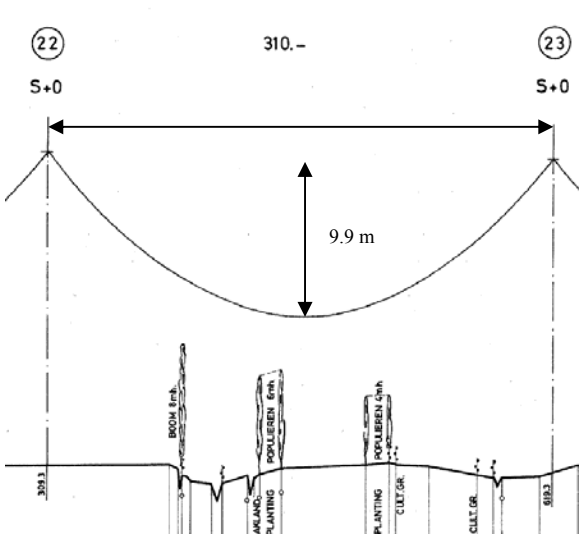
$$p = \frac{S^2}{8f} = \frac{309,2^2}{8 * 7,863} = 1520m$$

Mastbeelden en toegestane doorhang

Vanuit de ophanghoogte van de geleider in de mast en de toegestane minimale afstanden naar de grond kan er een trekparameter bepaald worden. De minimale vereiste hoogte is 7.0 m (oude waarde, er gold toen nog geen aanvullende eis van 1.5 meter). Positie van de laagste geleider ten opzichte van het maaiveld is voor de S+0 mast is 19.9 meter. De te hanteren veldlengte waarbij de doorhang bepaald wordt is 320 meter (maximale veldlengte). Bij een trekparameter van 1250 m levert dit een doorhang op van 12.6 meter bij 80^0C. De doorhang + de vereiste hoogte levert dan 12.6 + 7 =19.6 meter. Deze waarde is lager dan de laagste ophanghoogte van de S+0 mast.

Lengteprofiel

Van de lijn BSL-TNZ150 zijn lengteprofiel tekeningen aangeleverd door TenneT. Vanuit tekening AL.150.103-29 is de doorhang gemeten van de lijn. De gemeten doorhang is 9,9 meter. De bijbehorende trekparameter wordt dan $p = \frac{S^2}{8f} = \frac{310^2}{8*9,9} = 1214m$. De afgebeelde doorhang is bij een geleider temperatuur van 10^0C.



Figuur 6 - Trace tekening tussen mast 22 en 23

Conclusies en aannames:

Er is een zeer grote variatie aan berekende trekparameters waardoor er geen eenduidige waarde te hanteren valt. Vanuit de historie is bekend dat Al/St geleiders meestal ingetrokken worden met een trekparameter die ligt tussen de 1200 – 1400 m. Een aanname voor de trekparameter tussen deze beide waarde is de meest voor de hand liggende aanname. Er wordt een aanname genomen voor en trekparameter van 1250 m bij 10^0C. Deze waarde wordt gebruikt door DNV KEMA voor het toetsten en bepalen van de 150 kV kruising BSL-TNZ150.

6.2.2 Belasting op/van constructie

Behalve de belasting uit geleiders wordt de constructie belast door de wind op de mast en het eigen gewicht van de mast. De windbelasting wordt aangebracht door de stuwdruk op een vaste hoogte (10 meter) in twee richtingen op te geven. De stuwdruk bij verschillende hoogten wordt bepaald door een formule die deze variatie beschrijft volgens NEN-EN 50341. De windbelasting op de constructie correspondeert met de windbelasting op de geleiders.

6.2.3 Unity Check

De Unity Check is toegepast om te bepalen bij welke delen van de mast aanpassingen nodig zijn. Hierbij geeft een getalswaarde lager dan (of gelijk aan) 1,0 geeft aan dat de doorsnede voldoet ten aanzien van de capaciteit. De waarde is daarbij een indicatie van de mate van overcapaciteit. Bij een getalswaarde hoger dan 1,0 voldoet de doorsnede niet en zijn aanpassingen noodzakelijk. Ook hierbij geeft de waarde aan hoeveel capaciteit van de doorsnede moet worden verhoogd, of hoeveel de krachten op de betreffende doorsnede moet worden verlaagd. Het eerste is te bewerkstelligen door de dimensies van de doorsnede te vergroten of de kwaliteit te verhogen, het laatste door bijvoorbeeld de constructie te wijzigen. Er zijn alleen aanpassingen toegepast bij een unity check hoger dan 1,0 (alle andere maststaven hebben een lagere unity check).

6.2.4 Berekening mast 21 (H3+0)

In deze paragraaf zijn de geometrische kenmerken en de resultaten van de mechanische belastingen op mast 21 van het type H3+0 beschreven.

6.2.4.1 Geometrische kenmerken

De gehanteerde hoofdafmetingen, materialen (o.a. aantal en type bouten), profielafmetingen en verbindingskenmerken zijn afgeleid van de door TenneT aangeleverde constructietekeningen voor mast 21. De gebruikte constructietekeningen zijn vermeld in tabel 21.

Tabel 21 - Gebruikte constructietekeningen mast 21 H3+0

Tekening nummer	Omschrijving	Revisie
A0.64.05-1366	Hoekmast 120^0 - 140^0 Type H3-85	-

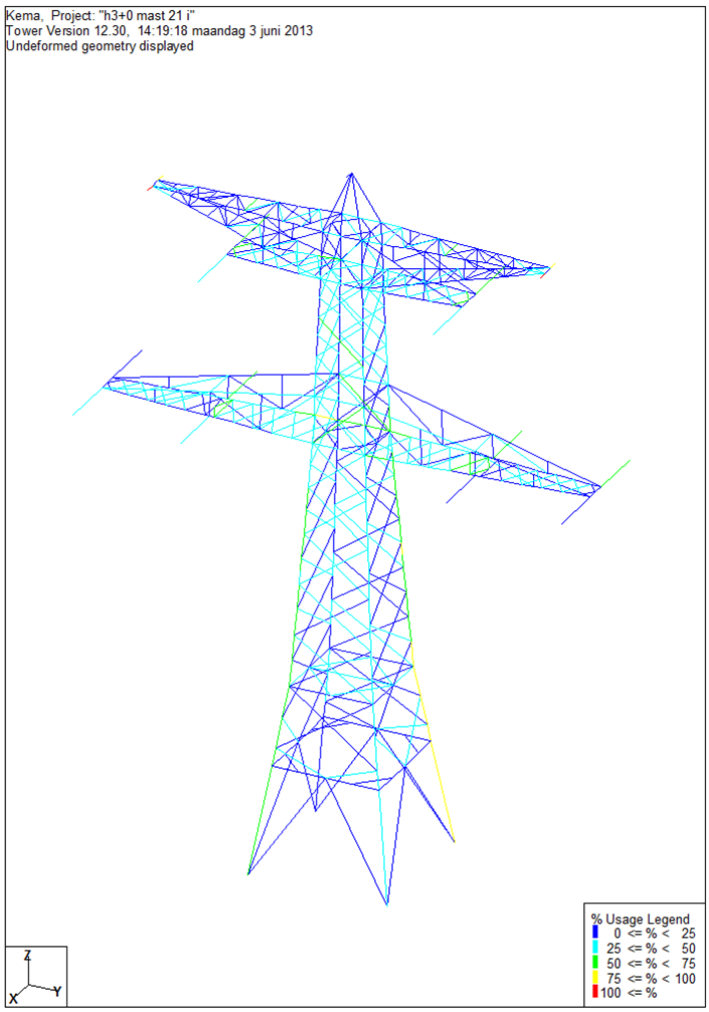
6.2.4.2 Resultaten mast 21

Mast

Mast 21 van de verbinding 150kV lijn BSL-TNZ150 ter hoogte van de bestaande mast 22 is voor de nieuwe situatie doorgerekend. De berekening is gebaseerd op de constructietekeningen zoals aangeleverd door TenneT.

Om te voldoen aan de bliksembeveiliging wordt vanuit mast 21 twee bliksemdraden gespannen richting wit en zwarte circuit portalen. Voor een principe tekening wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-040-010V. In de mastberekeningen is rekening gehouden met twee topbliksemdraden.

Uit berekeningen van de mast blijkt de constructie aan de mechanische eisen te voldoen. Dit wordt in Figuur 7 aanschouwelijk gemaakt. Voor de constructietekening zie 74102194-035-604V.



Figuur 7 - Nieuwe situatie en Initiële uitvoering mast 21

Knaggen

Voor de verbinding tussen de mast en fundering worden knaggen toegepast in de betonpoer. Door veranderde belastingen uit de lijn wordt er een controle uitgevoerd of de knaggen voldoen. In bijlage B is de knaggen berekening toegevoegd.

Funderingsbelastingen

De veranderde belastingen uit de lijn op de mast zorgt ook voor veranderde belastingen op het fundament. Voor dit gedeelte heeft TenneT tekeningen van de bestaande fundatie aangeleverd met de bijbehorende sondering DKM-M21.S01. Aan de hand van deze gegevens is de bestaande capaciteit bepaald.

In onderstaande tabel is het vergelijk gegeven tussen de waarde uit dit document de belastingen uit de nieuwe situatie.

Tabel 22 - Funderingsbelasting mast 21

	Mast 21	
	Bestaand	**Nieuw**
Max. Druk [kN]	1059	977
Max. Trek [kN]	-765	-829

Zoals Tabel 22 weergeeft neemt de trekbelasting van mast 21 toe. Na aanlevering van een sondering en het paal- type en lengte door TenneT is het mogelijk de huidige capaciteit van de fundatie te bepalen. De capaciteit van de huidige fundatie staat in Tabel 23 vermeld.

Tabel 23 – Huidige capaciteit fundatie mast 21

	Bestaande capaciteit
Max. Druk [kN]	3333
Max. Trek [kN]	-878

In de volgende tabel zien we optredende belasting voor de nieuwe situatie mast 21 en daarbij de unity check. De tabel laat zien dat de huidige fundatie voldoende capaciteit heeft en geen aanpassing nodig heeft voor de nieuwe situatie.

Tabel 24 – Unity check mast 21

	Belasting nieuwe situatie	**Bestaande capaciteit**	**Unity check**
Druk [kN]	977	3333	0.29
Trek [kN]	-829	-878	0.94

6.2.5 Berekening mast 22N (H3+0)

In deze paragraaf zijn de geometrische kenmerken en de resultaten van de mechanische belastingen op mast 22N van het type H3+0 beschreven.

6.2.5.1 Geometrische kenmerken

De gehanteerde hoofdafmetingen, materialen (o.a. aantal en type bouten), profielafmetingen en verbindingskenmerken zijn afgeleid van de door TenneT aangeleverde constructietekeningen voor mast 22N. De gebruikte constructietekeningen zijn vermeld in tabel 25.

Tabel 25 - Gebruikte constructietekeningen mast 22N H3+0

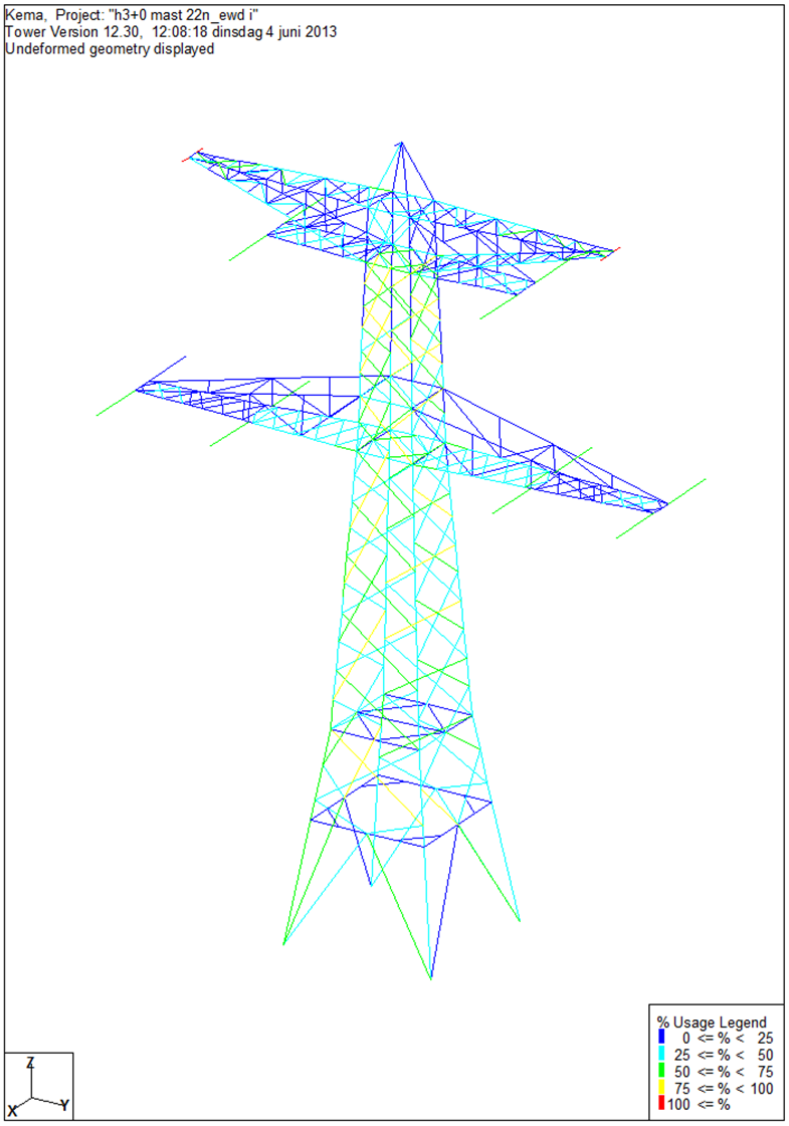
Tekening nummer	Omschrijving	Revisie
A0.64.05-1366	Hoekmast 120^0 - 140^0 Type H3-85	-

6.2.5.2 Resultaten mast 22N

Mast

Mast 22N van de verbinding 150kV lijn BSL-TNZ150 ter hoogte van de bestaande mast 22 is voor de nieuwe situatie doorgerekend. De berekening is gebaseerd op de constructietekeningen zoals aangeleverd door TenneT. Om te voldoen aan de bliksembeveiliging wordt vanuit mast 21N 2 bliksemdraden gespannen richting portaal 21a en 21b. Voor een principe tekening wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-040-010V. In de berekeningen is rekening gehouden met 2 topbliksemdraden.

Uit berekeningen van de mast blijkt de constructie aan de mechanische eisen te voldoen. Dit wordt in Figuur 8 aanschouwelijk gemaakt. Voor de constructietekening zie 74102194-035-604V.



Figuur 8 - Initiële uitvoering, nieuwe situatie mast 22N

Funderingsbelastingen

De tabel hieronder geeft de maximale en minimale funderingsbelastingen per poot aan.

Tabel 26 - Funderingsbelasting

	Mast 22N
Max. Druk [kN]	970
Max. Trek [kN]	-854

Het voorstel voor het funderingsontwerp is om per mastvoet een stalen ronde buis toe te passen. De lengte en diameter van de palen zijn gebaseerd op de sonderinggegevens zoals aangeleverd door TenneT. Zie voor de gebruikte sonderingen Bijlage I. De bovenkant van de buispaal wordt voorzien

van een betonnen instortdeel. De vier randstijlen worden door middel van knaggen (blokdeuvels) mechanisch gekoppeld aan de stalen buispaal. Voor een goede belastingsoverdracht van randstijl naar buispaal worden de knaggen zowel aan de randstijl als aan de stalen buispaal aangebracht. De afmetingen van buispaal staat in Tabel 27.

Tabel 27 – Buispaal mast 22N

Sondering	Maaiveld tov NAP [m]	Paalpunt tov NAP [m]	Paallengte [m]	Afmeting paal [m]
DKM-17.S17	+0,58	-22,0	23,0	0,6

Voor het principe tekening wordt naar tekeningnummer 74102194-032-717V verwezen in Bijlage A. De berekening van de palen en de indicatieve berekening van de knaggen staat in Bijlage B.

Tabel 28 – Unity check mast 22N

	Optredende kracht	Opneembare kracht	Unity check
Max. Druk [kN]	970	3586	0,27
Max. Trek [kN]	-854	-870	0,98

6.2.6 Portaal 21a

In deze paragraaf zijn de geometrische kenmerken, de resultaten van de mechanische belastingen en portaal ontwerp van het portaal van portaal 21a. De gedetailleerde resultaten van het portaal berekening zijn opgenomen in Bijlage B.

6.2.6.1 Geometrische kenmerken

Het ontwerp van het toe te passen portaal is gebaseerd op tekeningen van het portaaltype "150 kV station Californië". De gebruikte tekening zijn vermeld in tabel 29.

Tabel 29 - Gebruikte constructietekeningen portaal 21a

Tekening nummer	Omschrijving	Revisie
1004_04_Funderingspoer Z	Funderingspoeren Z Lijnportaal	D
CLF150-31-1000-001_rev D.pdf	CLF150-31-1000	B
G [1]	150 kV station Californië, ontwerp lijnportaal 14A	-

6.2.6.2 Resultaten portaal 21a

Het nieuwe portaal in de verbinding 150kV lijn BSL-TNZ150 ter hoogte van kruising met ZW380 is doorgerekend. De berekening is gebaseerd op de constructietekeningen zoals aangeleverd door TenneT. Het definitieve portaal met hoofdafmetingen is op tekening 74102194-035-711V weergegeven. Hierin zijn de benodigde gegevens opgenomen. De maximale optredende spanningen en de toets op deze spanningen van de kolom en de ligger zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 30 - Spanningen portaal 21a

	Spanning [N/mm^2]	U.C.
Ligger (610 x 12,5)	101,8	0,36
Kolom (914 x 16)	136,5	0,48

Funderingsbelastingen

De tabel hieronder geeft het maximale moment per kolom aan.

Tabel 31 - Funderingsbelasting

	Portaal 21a
Max. moment [kNm]	1413,4

De lengte en diameter van de palen zijn gebaseerd op de sonderinggegevens zoals aangeleverd door TenneT. Zie voor de gebruikte sonderingen Bijlage I.

Tabel 32 - Funderingspaal gegevens

Sondering	Maaiveld tov NAP [m]	Paalpuntniveau tov MV [m]	Paallengte [m]	Afmeting paal [m]
DKM-17.S06	+0,58	-20,0	21	0,4
DKM-17.S06	+0,58	-15,0	16	0,4

In tekening 74102194-032-711V is te zien dat er per portaal kolom 3 palen zijn toegepast. Dit komt doordat de transversale kracht een moment levert op het portaal. Dit wordt opgenomen door de paal (voor de transversale kracht) in eenzelfde richting te plaatsen.

Voor de fundatie berekening en heipaal berekening wordt verwezen naar Bijlage B.

6.2.7 Portaal 21b

In deze paragraaf zijn de geometrische kenmerken, de resultaten van de mechanische belastingen en portaal ontwerp van het portaal van het 21b. De gedetailleerde resultaten wordt in Bijlage B weergegeven.

6.2.7.1 Geometrische kenmerken

Het ontwerp van het toe te passen portaal is gebaseerd op tekeningen van het portaaltype "150 kV station Californie". De gebruikte tekening zijn vermeld in tabel 33.

Tabel 33 - Gebruikte constructietekeningen mast portaal 21b

Tekening nummer	Omschrijving	Revisie
1004_04_Funderingspoer Z	Funderingspoeren Z Lijnportaal	D
CLF150-31-1000-001_rev D.pdf	CLF150-31-1000	B
G [1]	150 kV station Californie, ontwerp lijnportaal 14A	-

6.2.7.2 Resultaten portaal 21b

Het nieuwe portaal in de verbinding 150kV lijn BSL-TNZ ter hoogte van kruising met ZW380 is doorgerekend. De berekening is gebaseerd op de constructietekeningen zoals aangeleverd door TenneT. Het definitieve portaal met hoofdafmetingen is op tekening 74102194-035-712V weergegeven. De maximale optredende spanningen en de toets op deze spanningen van de kolom en de ligger zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 34 - Funderingsbelasting portaal 21b

	Spanning [N/mm^2]	U.C.
Ligger [610 x 12,5]	99	0,35
Kolom [1014 x 14,2]	167,7	0,59

Funderingsbelastingen

De tabel hieronder geeft het maximale moment per kolom aan.

Tabel 35 - Funderingsbelasting portaal 21b

	Portaal 21b
Max. moment [kNm]	1904

De lengte en diameter van de palen zijn gebaseerd op de sonderinggegevens zoals aangeleverd door TenneT. Zie voor de gebruikte sonderingen Bijlage I.

Tabel 36 – Funderingspaal gegevens

Sondering	Maaiveld tov NAP [m]	Paalpuntniveau tov MV [m]	Paallengte [m]	Afmeting paal [m]
DKM-17.S06	+0,58	-17,0	18	0,4

In tekening 74102194-032-712V is te zien dat er per portaal kolom 4 palen zijn toegepast. Dit komt doordat de hoge transversale kracht een moment levert op het portaal. Dit wordt opgenomen door palen (voor de transversale kracht) in eenzelfde richting te plaatsen.

Voor de fundatie berekening en heipaal berekening wordt verwezen naar Bijlage B.

6.3 Inlussing station Borssele

Voor station Borssele is een apart document opgesteld. Hierbij wordt er verwezen naar documentnummer 74102194-17-1333 ontwerp 380kV stationsportaal RLL en BSL.

Voor het inlussen op het station Borssele wordt gebruik gemaakt van een tijdelijke lijn.
Voor het opstellen van de tijdelijke lijn is een Kelsop berekening uitgevoerd. Kelsop is een verificatie programma waarmee de routing en positie van tijdelijke masten inclusief de tuidraden geverifieerd wordt. De verificatie bestaat uit het toetsen van toegestane belastingen op de staal constructies, tuidraden en isolatoren. Voor een situatie overzicht ter hoogte van de inlussing wordt verwezen naar tekening 74102194-031-007V “Situatie overzicht Noodlijn Borssele”. Voor de berekening en verificatie van de tijdelijke lijn opstelling wordt verwezen naar Bijlage K.

7 TIJDELIJKE VOORZIENING DT1

7.1 Tijdelijke verbinding reconstructie kruising 150kV BSL-TNZ

GLOBALE BEREKENING 150 KV KABELBED BREEDTE

Het exacte kabelbedbreedte en de benodigde kabels voor de 150 kV noodkabels dient door de leverancier van het desbetreffende type noodkabel te worden berekend.

Op basis van een aantal aannames wordt hieronder een inschatting gegeven van een aan te houden kabelbed breedte ten behoeve van de grondreservering. Omdat er geen reductiefactoren bekend zijn bij DNV KEMA van bouwkabels op de grond is aangenomen dat de reductiefactor van kabels in de grond vergelijkbaar is aan de reductiefactor voor op de grond. De thermische beïnvloeding is minder echter dienen de kabels wel afgeschermd te worden van de zon.

Stroombelastbaarheid 150 kV verbinding:	1540 A (400 MVA)
Stroombelastbaarheid noodkabel op basis van datasheet leverancier*:	650 A
Aanname reductiefactor (t.g.v. onderlinge beïnvloedingen):	0,65

* Zie Bijlage J voor een korte beschrijving van een type noodkabel met bijbehorende specificaties.

650 x 4 x 0,65 = 1690 A

Uit deze berekening volgt dat er 4 noodkabels per fase, 12 noodkabels per circuit nodig zijn.
Voor twee circuits zijn er dus in totaal 24 noodkabels nodig.

Rekening houdend met een onderlinge tussenafstand van 0,15 m tussen de noodkabels van de zelfde circuit komt men per circuit uit op een breedte van het kabelbed van circa 2,4 m.

Rekening houdend met een afstand van circa 5 m onderling tussen de twee circuits komt men uit op een totaal breedte van het kabelbed van circa 10 m.

Voorgesteld wordt om bij het leggen van de noodkabels rekening te houden met een kabelbed breedte van minimaal 10 m. Zie overzichtstekening 74102194-031-122V.

8 LIJST MET BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

Onderstaand een lijst met begrippen en gehanteerde afkortingen.

Afkorting	Betekenis
AM	Asset Management (Business Unit TenneT)
BIN	Bliksem Isolatie Niveau
EMC	Electro Magnetic Compatibility
EMS	Energie Management Systeem
GS	Grid Service (Business Unit TenneT)
I_n	Nominale Stroom
I_k	Kortsluitstroom
kA	kilo Ampere
kN	kilo Newton
kV	kilo Volt
MM	Multi Mode (fiber)
m.v.	Maaiveld
MPa	Mega Pascal
MVA	Mega Volt Ampere
OPGW	Optical Ground Wire
PVE	Programma van Eisen
S_{f-f}	Slagwijdte fase-fase
S_{f-a}	Slagwijdte fase-aarde
SM	Single Mode (fiber)
TBD	TenneT Beleids Document
U_n	Nominale Spanning
U_m	Maximale Spanning
VAC	Volt Alternating Current
VDC	Volt Direct Current
VNB	Voorziene Niet Beschikbaarheid
ZW380	Zuid West 380

BIJLAGE A TEKENINGEN

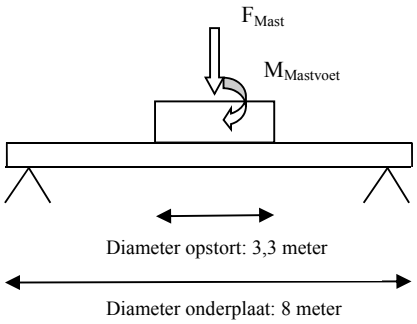
Voor Wintrack mast en fundatie tekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

BIJLAGE B BEREKENINGEN

Voor Wintrack mast en fundatie berekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

BIJLAGE C VOORBEELD FUNDATIE ZWW2S400

Het fundament van mast ZWW2S400 wordt als voorbeeld uitgewerkt. In onderstaande figuur is schematisch de fundatie weergegeven.



Inhoud opstort

Diameter: 3,3 meter

Hoogte: 1,8 meter

Inhoud opstort: $1,8 * 0,25 * \pi * 3,3^2 = 15,9\ m^3$

Inhoud onderplaat

Diameter: 8,0 meter

Hoogte: 1,0 meter

Inhoud onderplaat: $1,0 * 0,25 * \pi * 8,0^2 = 50,3\ m^3$

Voor het bepalen van de benodigde trek- en drukpalen wordt er onderscheid gemaakt in verschillende situaties. Het verschil zit in de belastingsfactoren die in de berekening worden toegepast, de grondwaterstand en het grondgewicht. De volgende tabel geeft aan welke belastingen er worden gebruikt met welke factoren in de twee verschillende situaties.

Druksituatie	Factor	Treksituatie	Factor
E.g. fundering	1,2	E.g. fundering	0,9
$F_{geleider}$	1,0	$F_{geleider}$	1,0
E.g. mast	1,2	E.g. mast	0,9
E.g. Grond [zand 18kN/m^3]	1,2	E.g. Grond [klei 15kN/m^3]	0,9
		Opdrijf	1,2

Optredende krachten
De optredende krachten zijn de maatgevende belastingen die optreden vanuit de mastvoet op de fundatie. Hierin zijn alle belastingcombinaties meegenomen voor het bepalen van de maximale belastingen. Hierbij is rekening gehouden met de belastingsfactoren conform de NEN-EN 50341-3 voor de belastingen uit de geleiders en op de mast.

De optredende belastingen veroorzaken een dwarskracht en een moment vanuit de mastvoet op de opstort.

Belasting op funderingspalen door:
Dwarskracht
De belastingen vanuit de geleiders veroorzaken een dwarskracht op de aansluiting van de mast op de opstort. Deze dwarskracht levert een extra moment op de onderzijde van de onderplaat dat door de funderingspalen dient opgenomen te worden.
Afstand aangrijpingspunt * dwarskracht = (1,0 + 1,8) * 345 = 966 kNm

Moment
De geleiders geven op een bepaalde hoogte een belasting wat onderaan de mast een moment geeft. Voor deze mast is het dan ook 13445 kNm inclusief 2^e orde effect van 10 procent.

Het totale optredende moment aan de onderzijde van de onderplaat zal 966+13445 = 14421 kNm zijn. Het moment zal zich spreiden over de palen. We bepalen de belasting op de twee verst uit elkaar staande palen ten opzicht van de moment as. De belasting op deze palen zal het grootst zijn. Het hart van de palen staat 0.5m van de zijkant van de fundering.

Verticale belastingen
Eigen gewicht
Inhoud opstort + onderplaat * gewicht beton = (15.9 + 50.3) * 24 = 1588.3 kN
Er wordt in de berekening van de fundatie een soortelijk gewicht gehanteerd van beton gehanteerd van 24 kN/m^3

Grondgewicht
Om het maximale of minimale grondgewicht te bepalen moeten we onderscheid maken in twee situaties. Wanneer de palen op druk worden belast moet er een uiterste situatie worden geschetst waarbij een zware grondsoort (zand) wordt gebruikt. In een situatie waarbij de palen op trek worden belast wordt er een lichte grondsoort gebruikt (klei).

Inhoud grond * gewicht grond:
Gewicht grond druksituatie = (4^2 * π – $1{,}65^2$ * π) * 1,5 * 18 = 1126,2 kN
Gewicht grond treksituatie = (4^2 * π – $1{,}65^2$ * π) * 1,5 * 15 = 938,5 kN

Verticale belasting
Ook bij de verticale belastingen wordt er onderscheid gemaakt in een druk en trek situatie. Deze verschillen zitten bij de verticale belasting in de veiligheidsfactoren.

Belasting uit de geleiders + eigen gewicht mast * veiligheidsfactor = 116 + 375 * (x) = 491 kN

Water
Inhoud fundering * gewicht water = 15,9 + 50,3 * 10 = 662 kN

Totalen:
Het aantal palen gecorrigeerd voor het feit dat het zwaartepunt van alle palen niet op de rand van de fundatie ligt maar op ongeveer 0,6 van de rand (zwaartepunt halve cirkel). Het aantal palen is het maximum van de benodigde trek- of drukpalen. Het maximum geldt voor één kant van de mast. Het totaal aantal palen is 2 x het maximum benodigde palen.

De opneembare drukbelasting per paal is 1875 kN berekend uit sondering S039 met een paalengte van 27 meter. De opneembare trekbelasting in dezelfde situatie is 537 kN.

Aantal benodigde palen op druk
E.g. * 1,2 + Gewicht grond * 1,2 + Verticale belasting * 1,2 + Belasting vanuit moment =

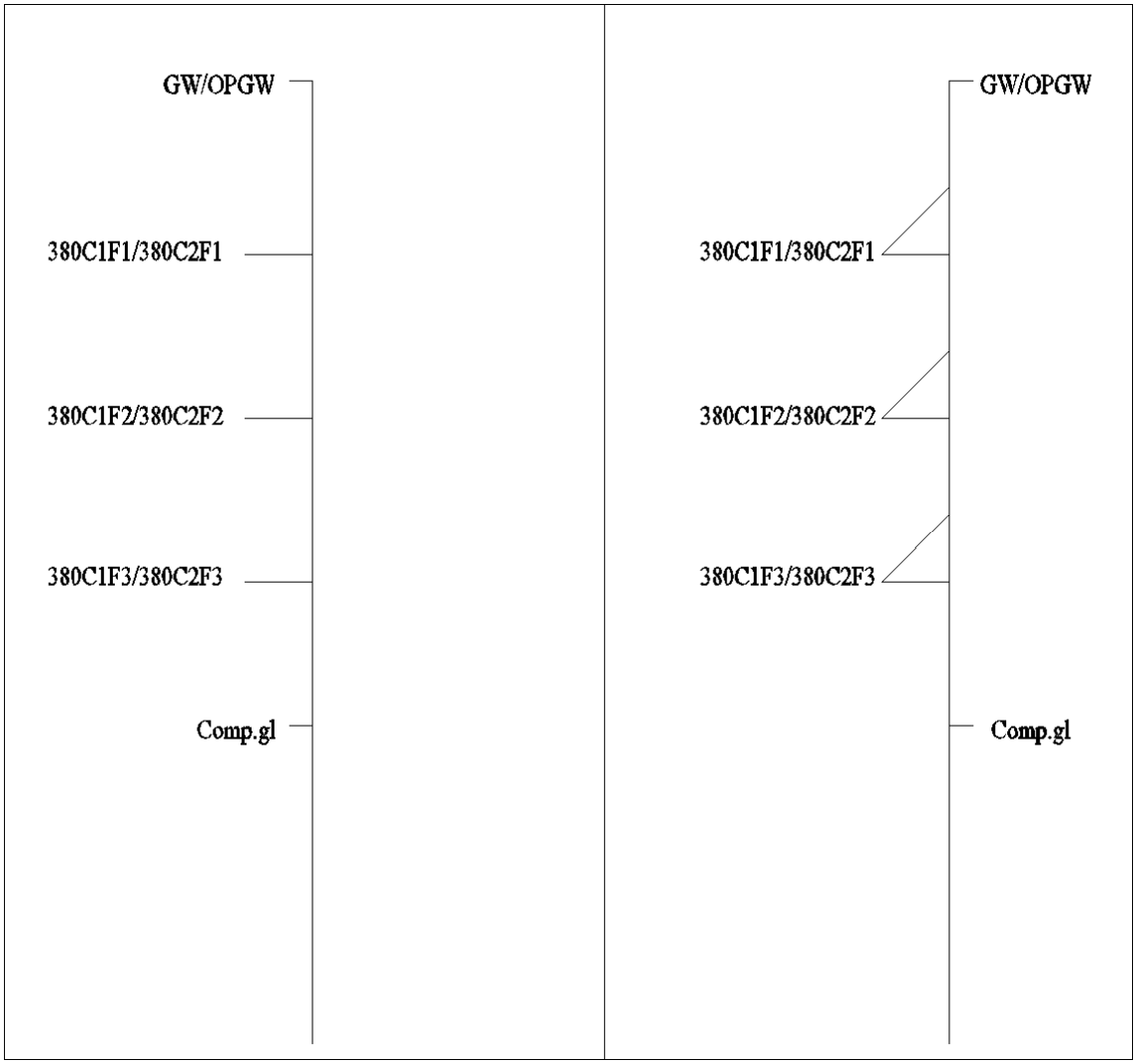
$$\frac{1588{,}3 * 1{,}2 + 1126{,}2 * 1{,}2 + (375 * 1{,}2 + 116)}{2} + \frac{13445 + 966}{8 - 1} = 3970.3 = \frac{3970.3}{0{,}6 * 1875}$$
$$= 4\ palen$$

Aantal benodigde palen op trek
E.g. * 0,9 + Gewicht grond * 0,9 + Verticale belasting * 0,9 – Waterdruk * 1,2 - Belasting vanuit moment =

$$\frac{1588{,}3 * 0{,}9 + 938{,}5 * 0{,}9 + (375 * 0{,}9 + 116) - 662 * 1{,}2}{2} - \frac{13445 + 966}{8 - 1} = 1092{,}3$$
$$= \frac{1097{,}9}{0{,}6 * 537} = 4\ palen$$

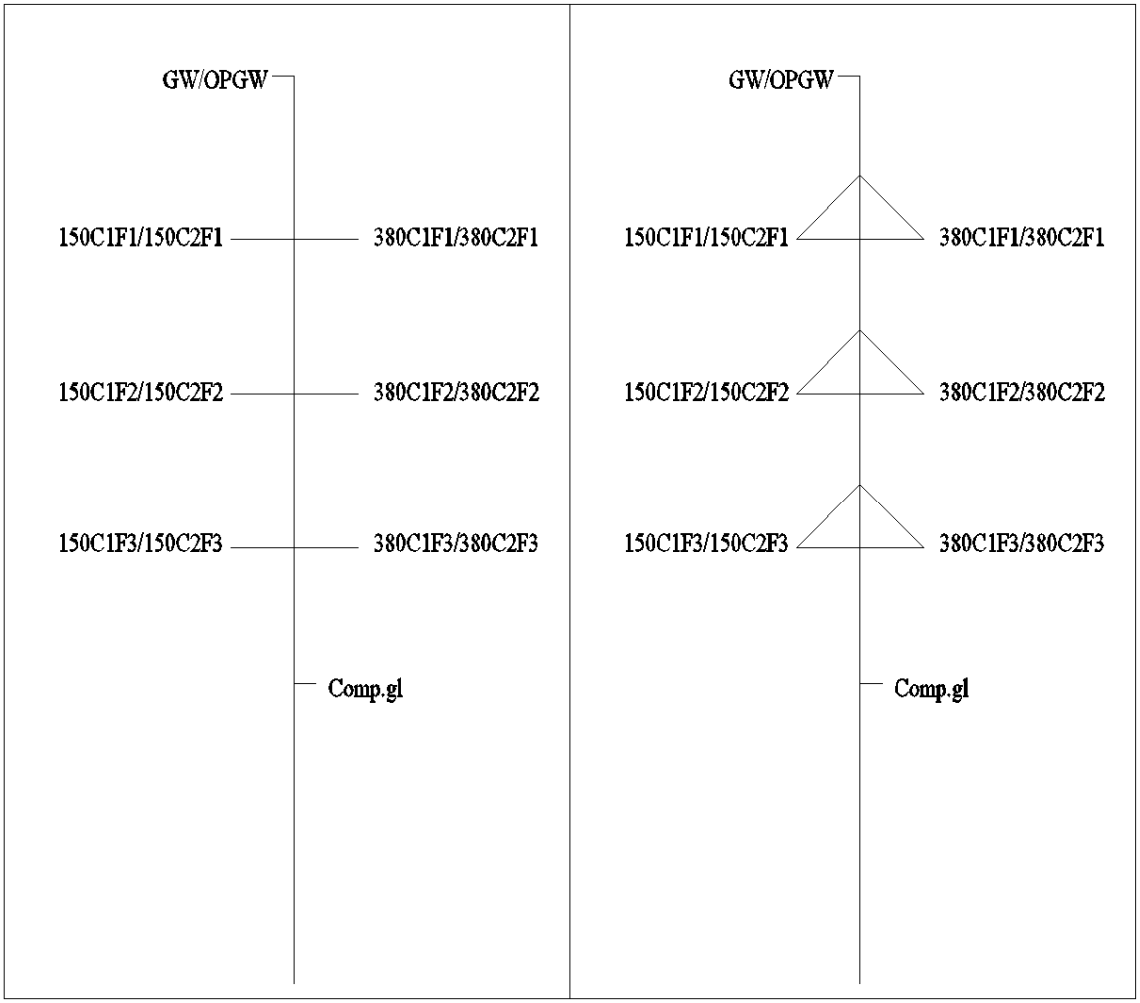
Totaal aantal benodigde palen = 8

BIJLAGE D MASTTYPEN ZWW2SXXX EN ZWW2HXXX



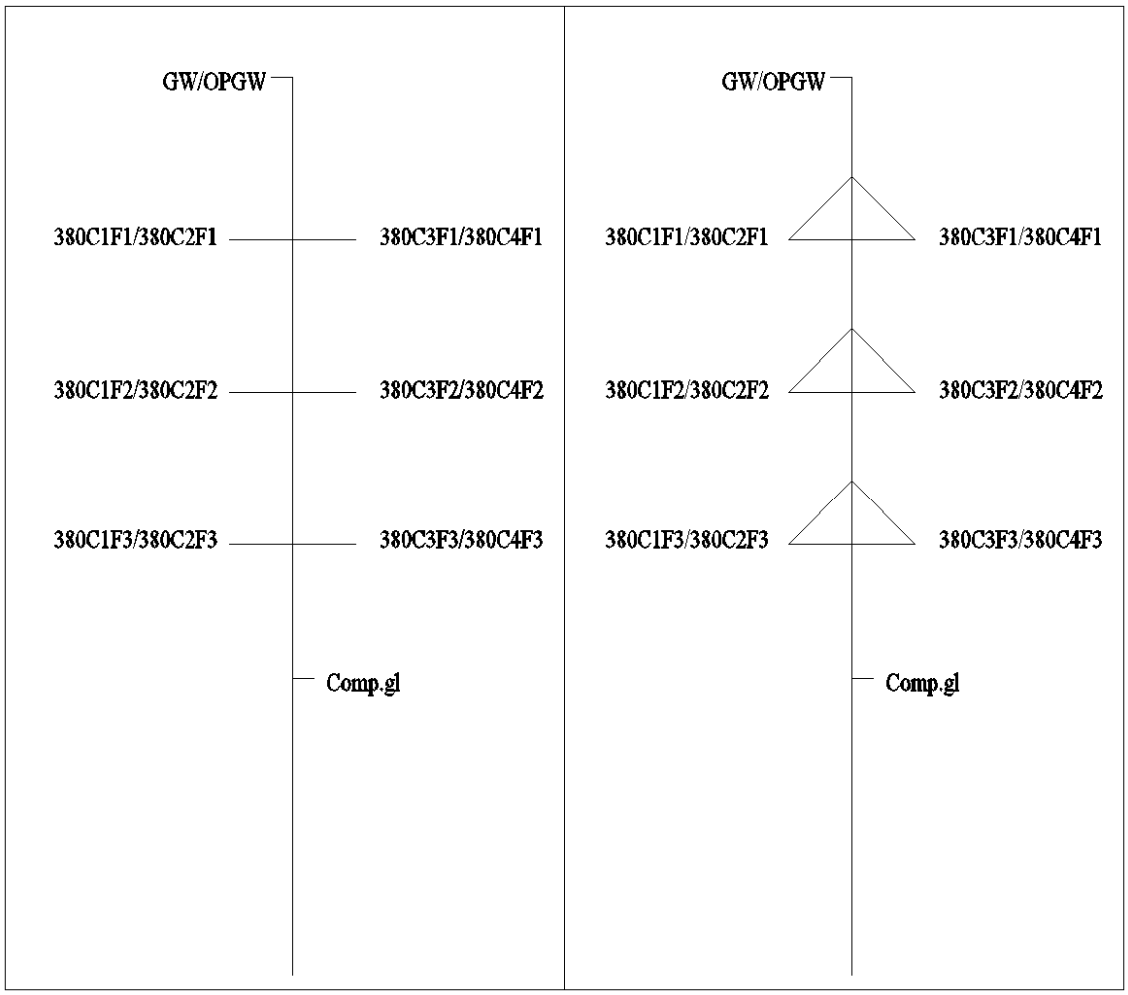
2 circuit hoek en eindmast (ZWW2HXXX) **2 circuit steunmast (ZWW2SXXX)**

BIJLAGE E MASTTYPEN TYPE ZWW4SXXX EN ZWW4HXXX



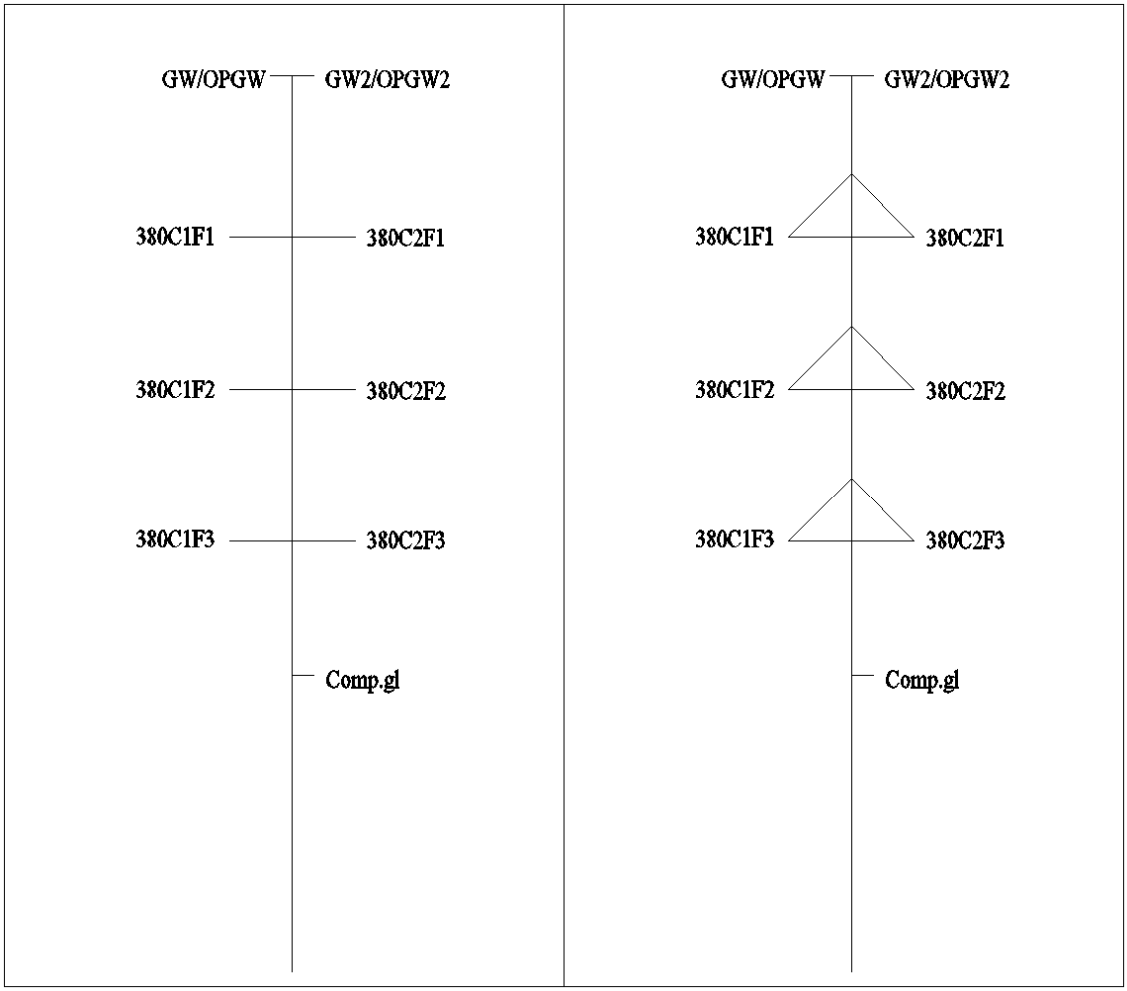
4 circuit hoek en eindmast (ZWW4HXXX) **4 circuit steunmast (ZWW4SXXX)**

BIJLAGE F MASTTYPEN ZWW6SXXX EN ZWW6HXXX



4 circuit hoek en eindmast (ZWW6HXXX) **4 circuit steunmast (ZWW6SXXX)**

BIJLAGE G MASTTYPEN ZWM6SXXX EN ZWM6HXXX



4 circuit hoek en eindmast (ZWM6HXXX) **4 circuit steunmast (ZWM6SXXX)**

BIJLAGE H VOORBEELD JUKKEN

BIJLAGE I VOORBEELD SONDERING DKM-39 S01 EN OVERIGE SONDERINGEN

BIJLAGE J NOODKABEL BSL-TNZ150

NETZPROVISORIEN MITTELS BAUEINSATZKABEL FÜR 110 BIS 220 KV

Umbauphasen oder Störungen? Wir stellen eine sichere provisorische Versorgung in kurzer Zeit her.

Leistungsmerkmale

- Beratung und Konzepterstellung
- Projektierung und betriebliche Abstimmung des Provisoriums
- Errichtung kompletter Kabelprovisorien inklusive der erforderlichen Hilfseinrichtungen, wie z.B. Kabelbühnen, Schutzzäune und Anschlussmaterial
- Es stehen diverse Sätze 110-kV- und 220-kV-Baueinsatzkabel mit einer Länge von 30 bis 400 m zur Verfügung. Größere Längen sind durch Reihenschaltung realisierbar.
- Strombelastbarkeit von 420 A bei 110-kV- und 650 A bei 220-kV-Baueinsatzkabel – größere Belastbarkeit durch Parallelschaltung realisierbar

Kundennutzen

- Nutzen des Know-hows und der langjährigen Erfahrung von RWE auf dem Gebiet der Netzprovisorien
- vielfältige Problemlösungen für Schaltanlagen und Freileitungen
- Anlagenteile können für eine längere Umbauphase ohne Beeinträchtigung der Energieversorgung freigeschaltet werden
- schnelle Wiederherstellung einer sicheren provisorischen Versorgung im Störungsfall

Zielgruppe

- Energieversorgungsunternehmen und Industriekunden mit Netzen der Spannungsebenen 110 bis 220 kV

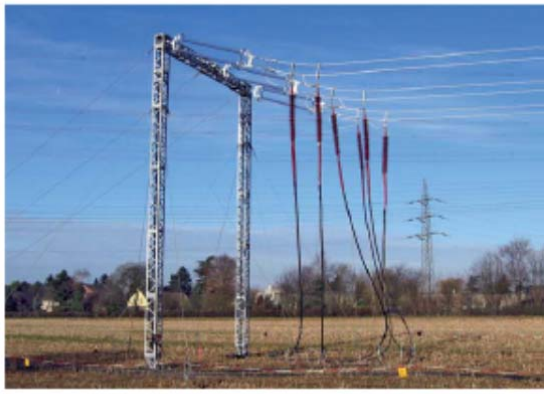
Preis

Je nach Leistungsumfang

Verfügbarkeit

- Im ganzen Bundesgebiet und angrenzenden Ausland

Bei Fragen wenden Sie sich bitte direkt an Ihren persönlichen Kundenbetreuer.

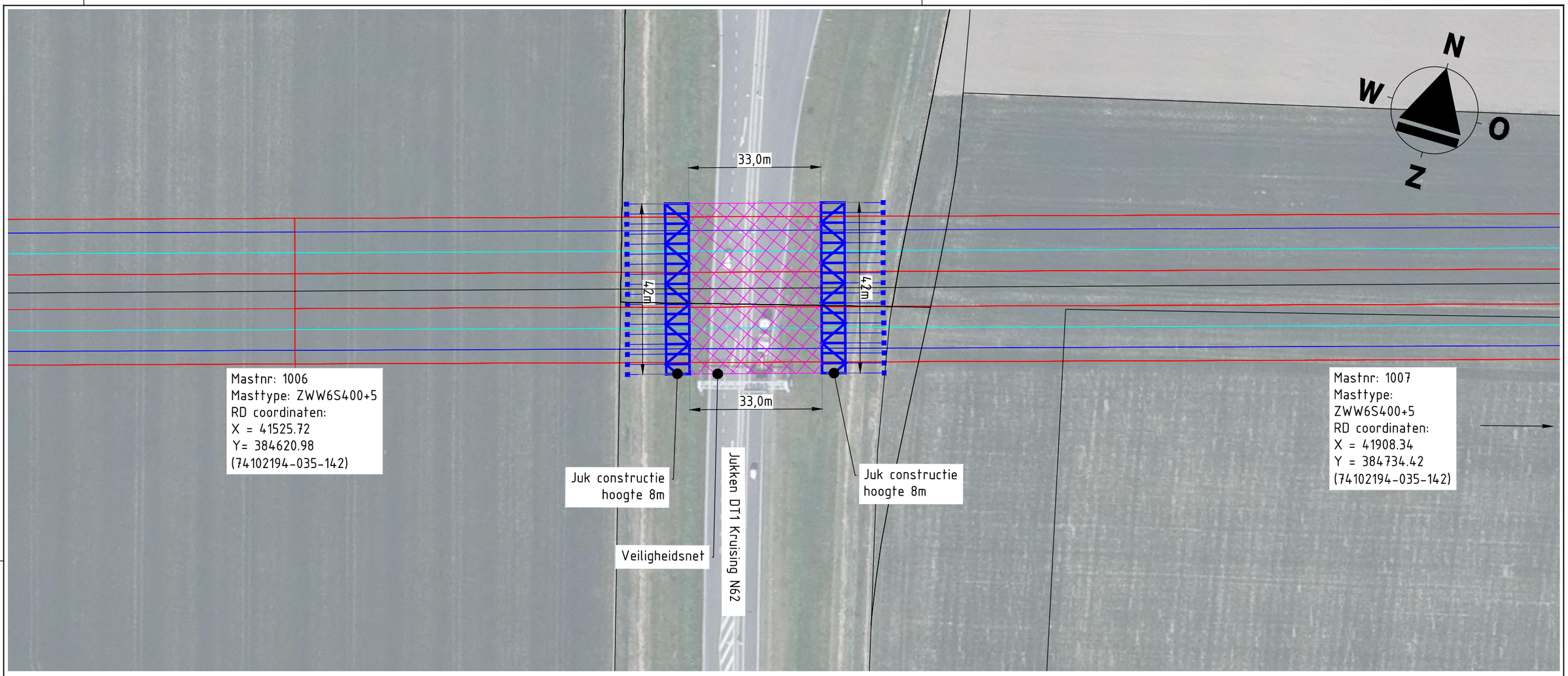


VORWEG GEHEN

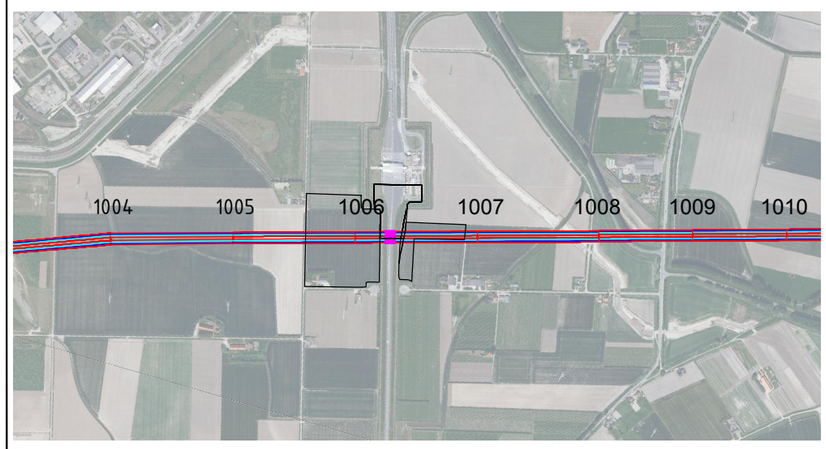
Ein Angebot der
RWE Westfalen-Weser-Ems Netzservice GmbH

Freistuhl 7 | 44137 Dortmund
T +49 231 438-1900 | E technische.dienstleistungen@rwe.com
I www.rwe.com/netzservice

BIJLAGE K UITVOER KELSOP 3 BUNDEL 437-37



Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-016

6.0	03-07-2014	Naam weg aangepast
5.0	27-01-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
4.0	28-07-2013	Kleine aanpassing
3.0	06-06-2013	Aanpassen juk hoogte

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-001V

Design state:	Definitief		Scale:	1:1000	
Drawn by:	RBE	03-07-2014	Units:	m	
Checked by:	AJP	03-07-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	03-07-2014	Company:	TenneT	

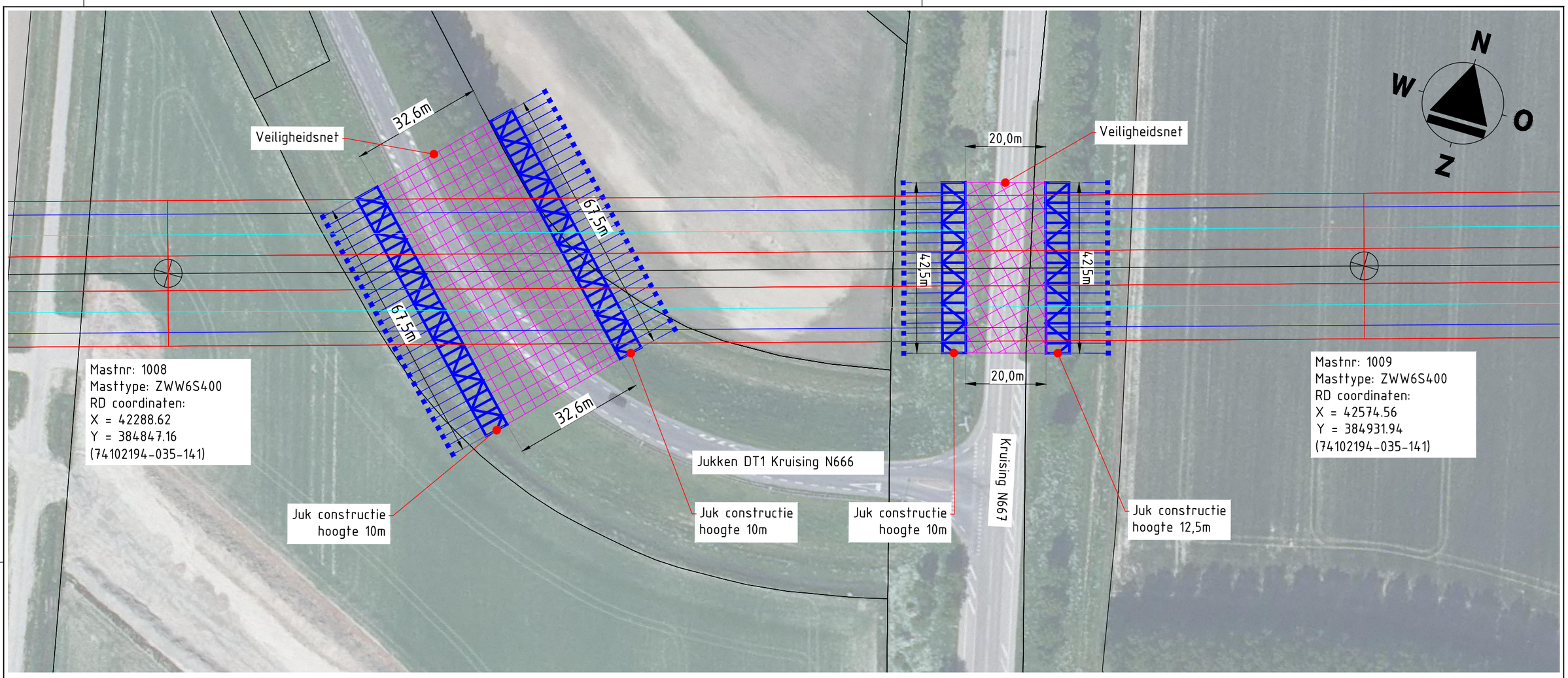
Description:
Kruising S01
Juk over N62
Deeltracé 1
Tussen masten 1006 - 1007

Revision: 6.0

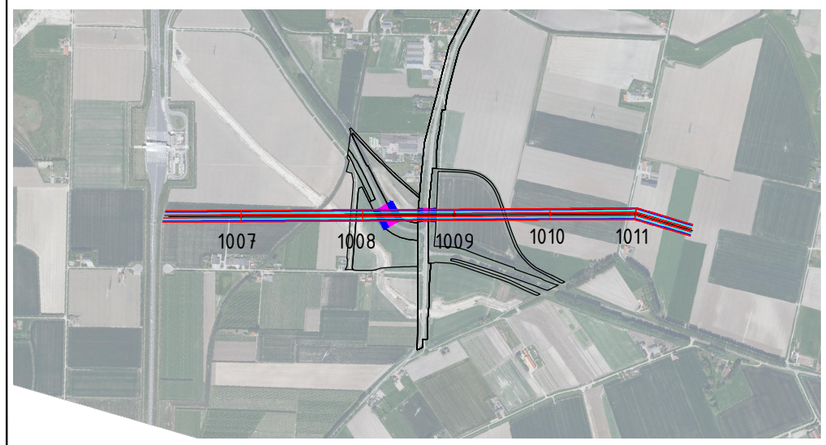
Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-001 - Kruising S01 N6 rev 6.0.dwg



Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-016

6.0	18-04-2014	Wijzigingen mastlocaties
5.0	27-01-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
4.0	28-07-2013	Diverse aanpassingen
3.0	06-06-2013	Diverse aanpassingen

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

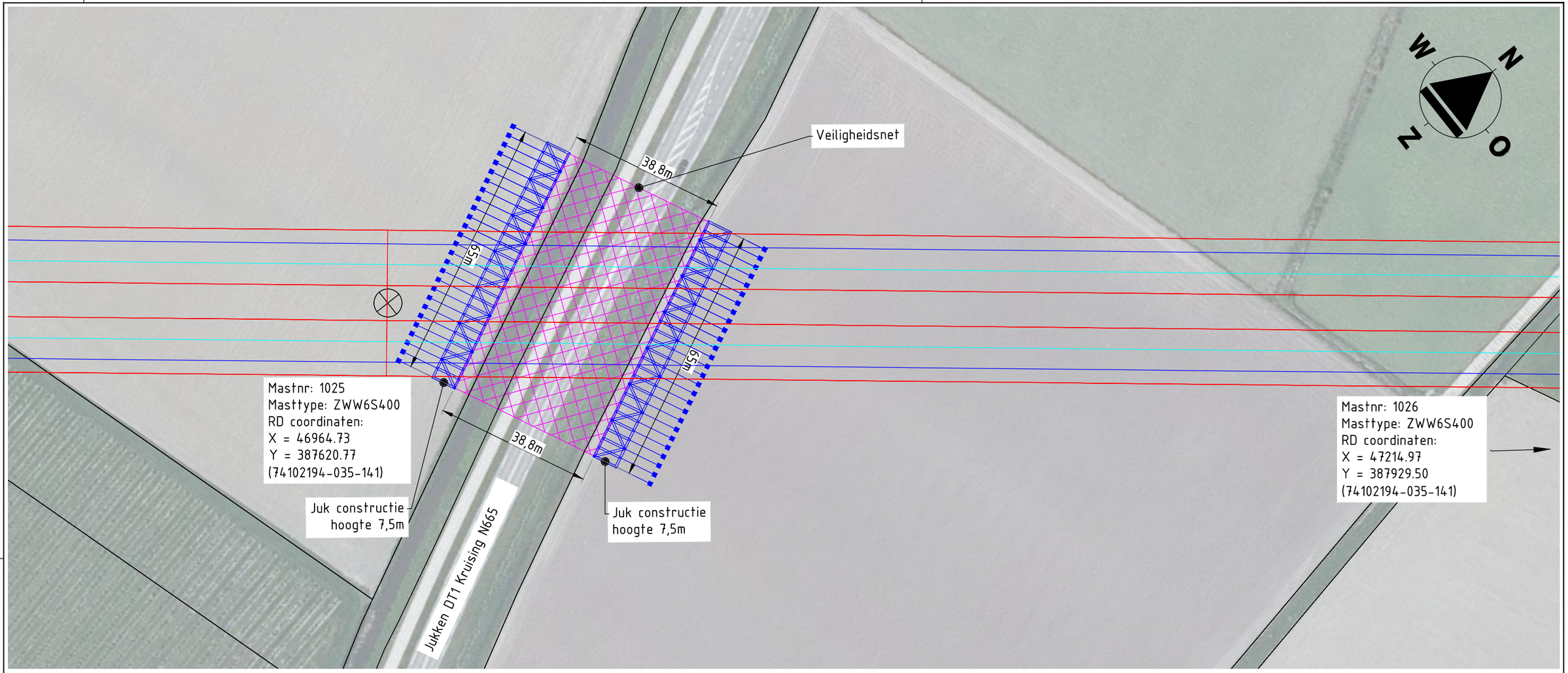
Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-002V

Design state:	Definitief		Scale:	1:1000	Description: Kruising S02 Jukken over N666 en N667 Deeltracé 1 Tussen masten 1008-1009
Drawn by:	RBE	18-04-2014	Units:	m	Revision: 6.0
Checked by:	AJP	18-04-2014	Project no:	000.145	Format: A3
Approved by:	AW	18-04-2014	Company:	TenneT	

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-002 - Kruising S02 N666 & N667 rev 6.0.dwg



Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-016

7.0	03-07-2014	Naam weg aangepast
6.0	18-04-2014	Wijzigingen mastlocaties
5.0	27-01-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
4.0	28-07-2013	Diverse aanpassingen

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-003V

Design state:	Definitief		Scale:	1:1000	
Drawn by:	RBE	03-07-2014	Units:	m	
Checked by:	AJP	03-07-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	03-07-2014	Company:	TenneT	

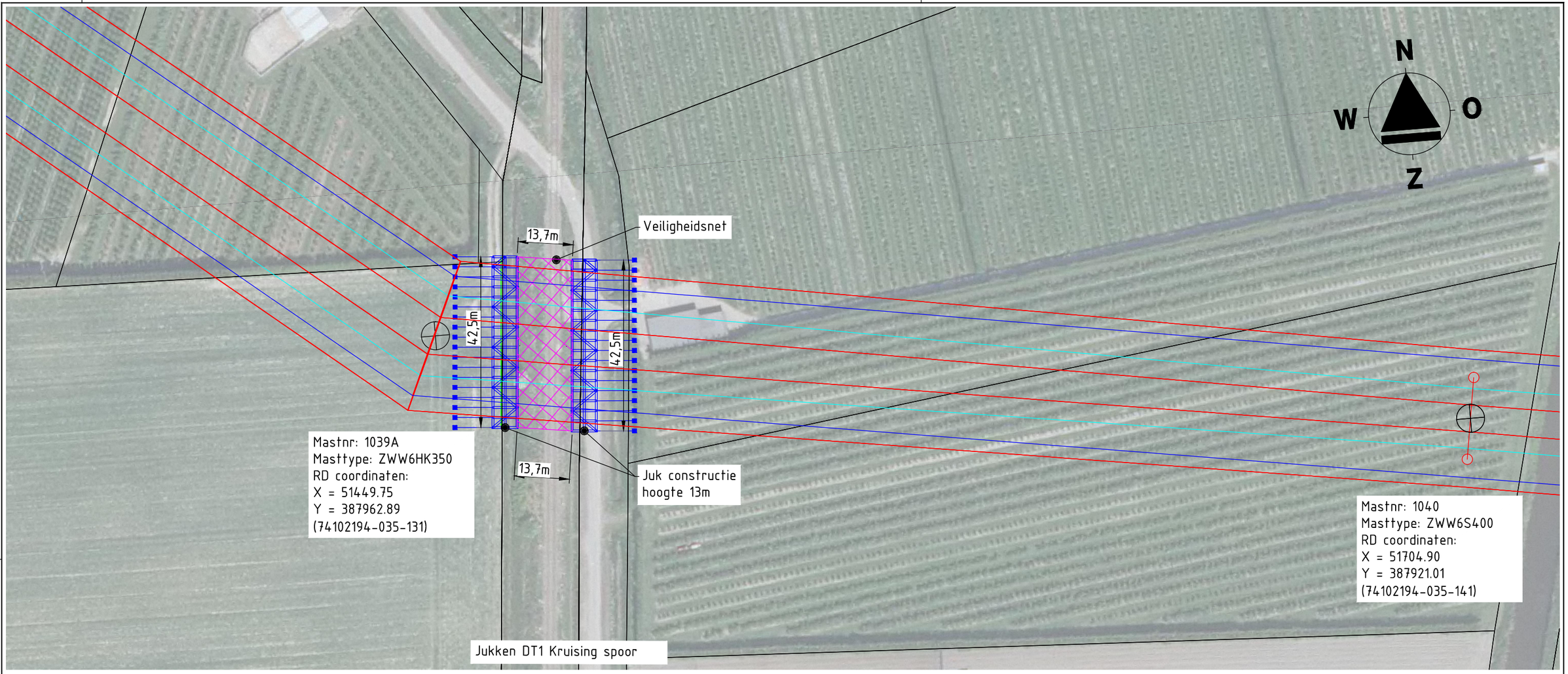
Description:
Kruising S03
Jukken over N665
Deeltracé 1
Tussen masten 1025-1026

Revision: 7.0

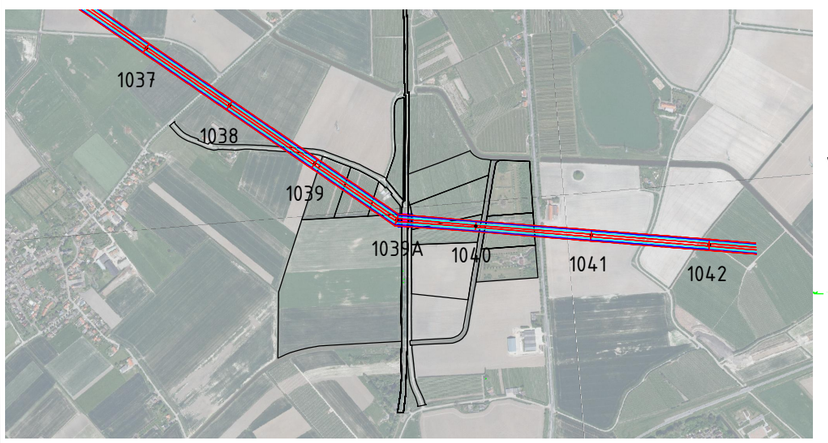
Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-003 - Kruising S03 N665 rev 7.0.dwg

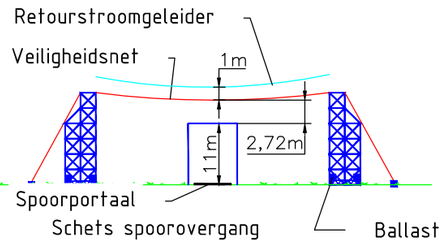


Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)



Schets spoorovergang

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-016

6.0	18-04-2014	Wijzigingen mastlocaties
5.0	27-01-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
4.0	28-07-2013	Diverse aanpassingen
3.0	06-06-2013	Diverse aanpassingen

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-004V

Design state: Definitief		Scale: 1:1000	
Drawn by: RBE	18-04-2014	Units: m	
Checked by: AJP	18-04-2014	Project no: 000.145	
Approved by: AW	18-04-2014	Company: TenneT	

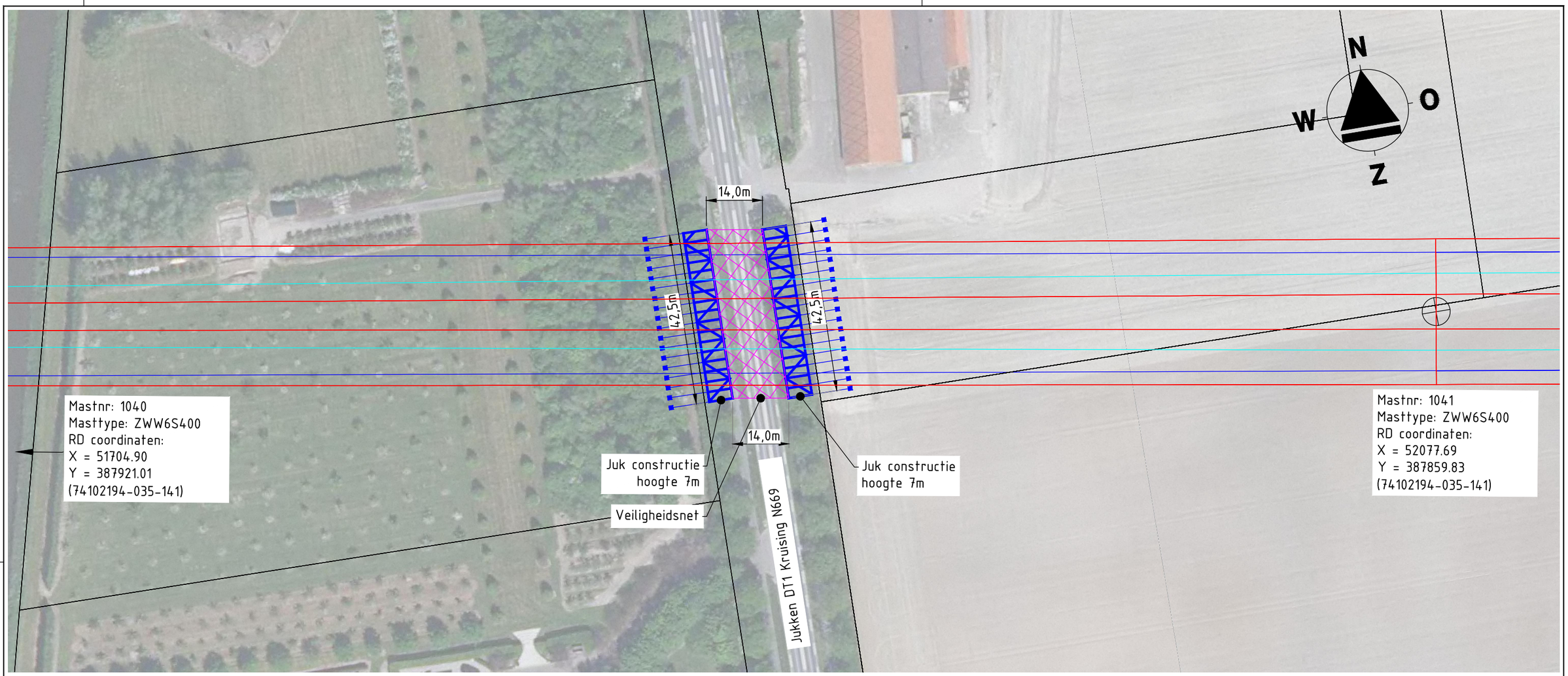
Description: Kruising S04
Jukken over Spoorweg
Deeltracé 1
Tussen masten 1039A-1040

Revision: 6.0

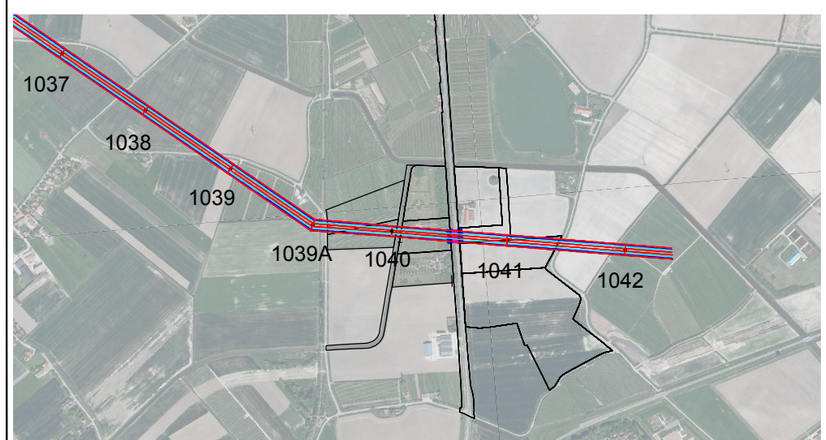
Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-004 - Kruising S04 rev 6.0.dwg



Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-016

6.0	18-04-2014	Wijzigingen mastlocaties
5.0	27-01-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
4.0	26-07-2013	Diverse aanpassingen
3.0	06-06-2013	Diverse aanpassingen

KEMA DNV

Projectname: Engineering ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-035-005V

Design state: Definitief		Scale: 1:1000	
Drawn by: RBE	18-04-2014	Units: m	
Checked by: AJP	18-04-2014	Project no: 000.145	
Approved by: AW	18-04-2014	Company: TenneT	

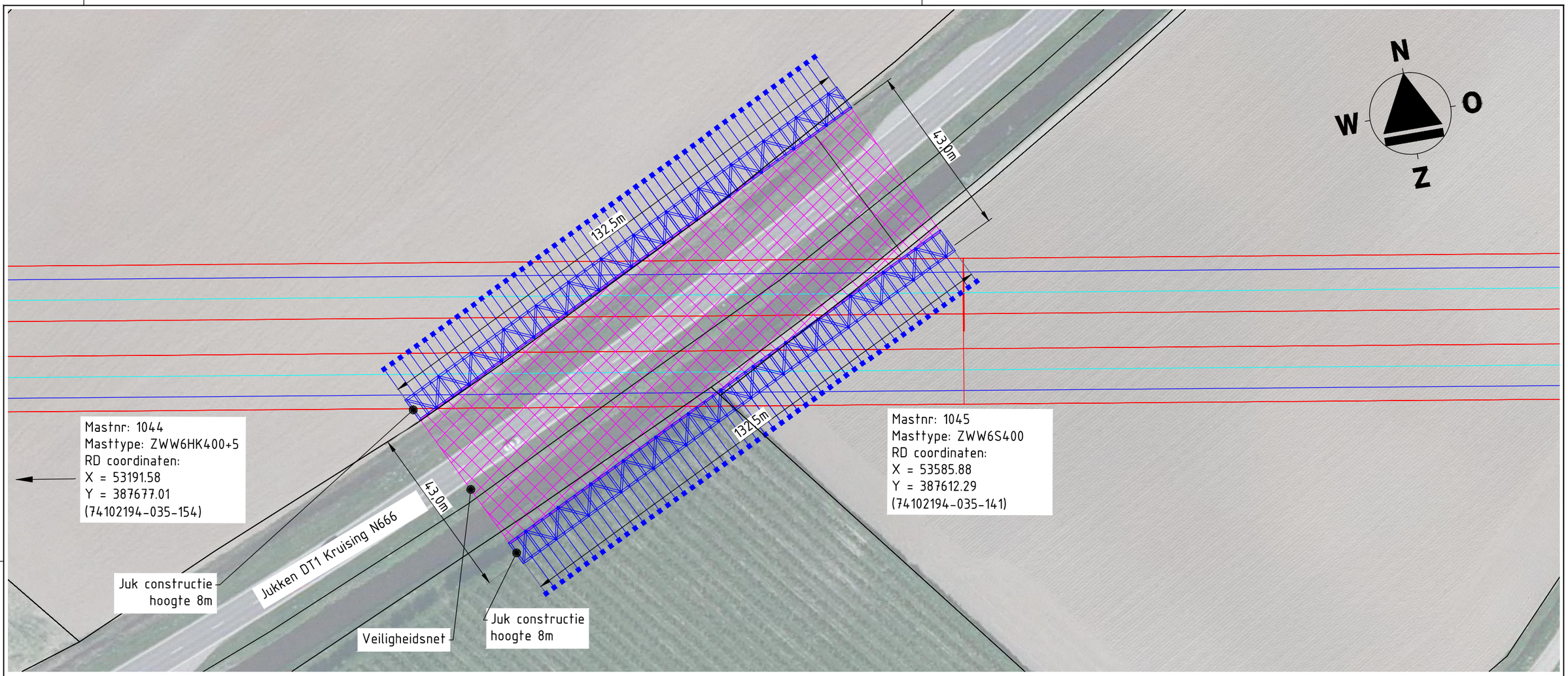
Description: Kruising S05 Juk over N669 Deeltracé 1 Tussen masten 1040-1041

Revision: 6.0

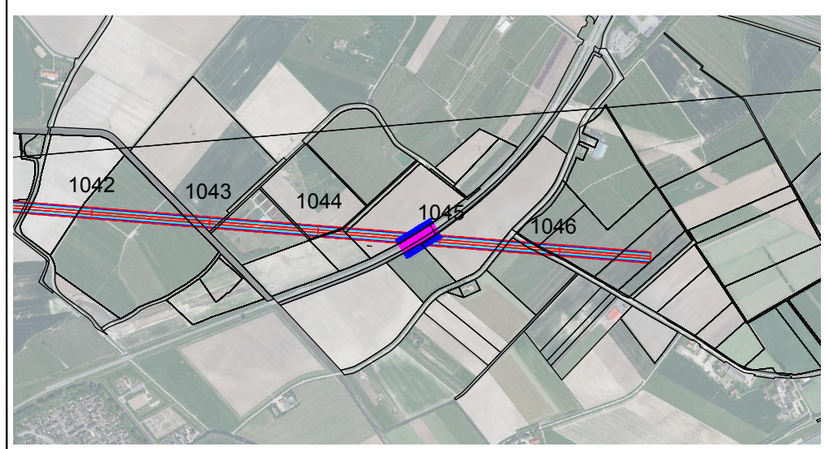
Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-005 - Kruising S05 N669 rev 6.0.dwg



Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-016

5.0	03-07-2014	Mast types en naam weg aangepast
4.0	27-01-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
3.0	26-07-2013	Diverse aanpassingen
2.0	08-02-2013	aanpassen juk hoogte + toevoegen text juk principe

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-006V

Design state:	Definitief		Scale:	1:1000	
Drawn by:	RBE	03-07-2014	Units:	m	
Checked by:	AJP	03-07-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	03-07-2014	Company:	TenneT	

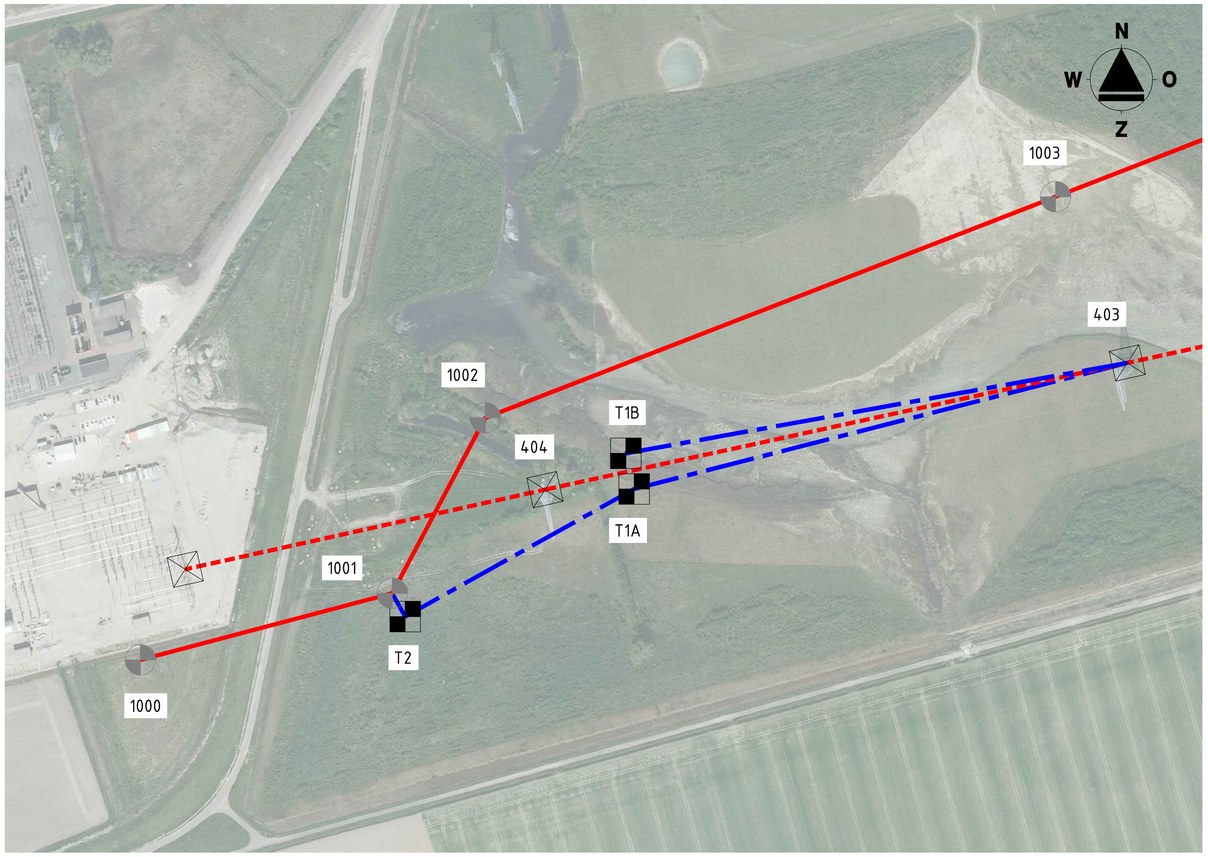
Description: Kruising S06 Jukken over N666 Deeltracé 1 Tussen masten 1044-1045

Revision: 5.0

Format: A3

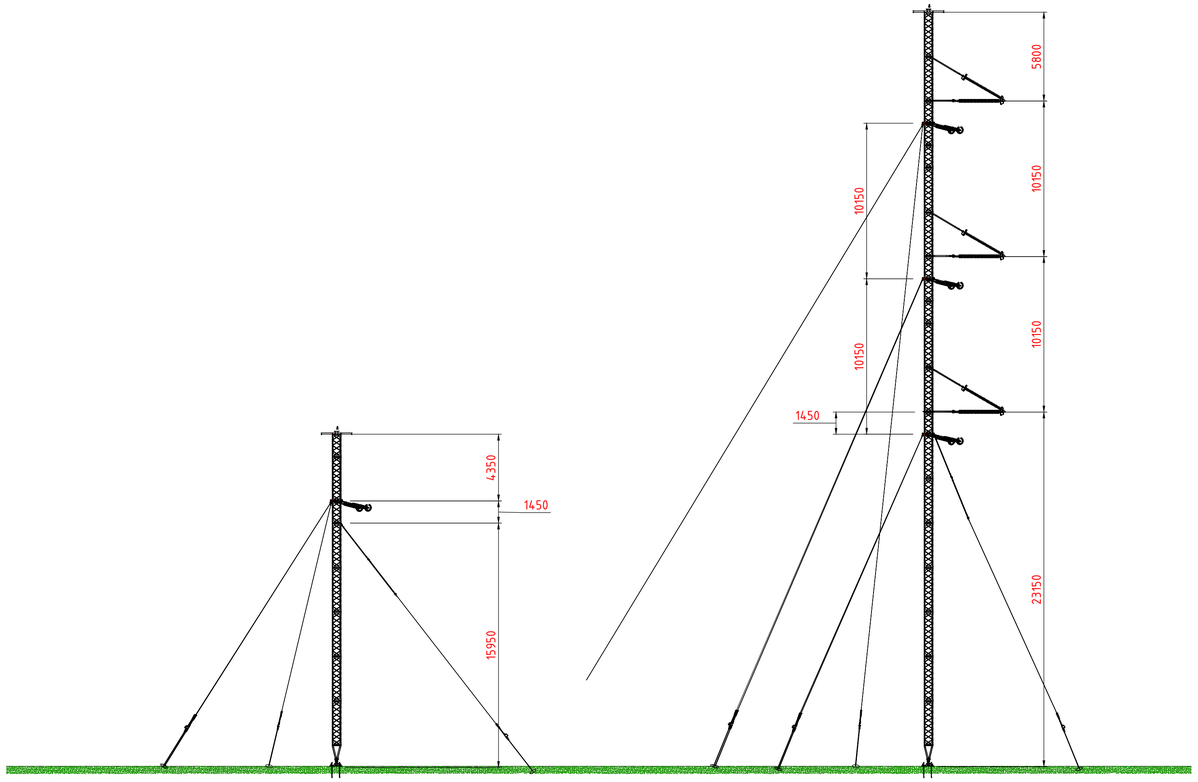
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com

© 2014 - Filename: 74102194-031-006 - Kruising S06 N666 rev 5.0.dwg



LEGENDA:
- Nieuwe ZW380 verbinding
- Bestaande BSL-GT380kV verbinding
- Tijdelijke verbinding t.b.v. ombouw
- Bestaande mast
- Toekomstige mast
- Mast noodlijn

BOVENAANZICHT
1:2000



A = Hoogte afhankelijk mastpositie zie trace desbetrefende trace tekening

T1B en T2 1:200
DE2-3

Mast: 3xT1B en 3xT2
Masttype: DE2-3
(74102194-035-228)

A = Hoogte afhankelijk mastpositie zie trace desbetrefende trace tekening

T1A 1:200
AT2+0

Mast: T1A
Masttype: AT2+0
(74102194-035-227)

Mastnr.	Masttype	Coordinaten		Hoogte t.o.v. maaiveld
		X	Y	(m)
403	S+0	40437,22	384137,02	47,875
404	S+0	40056,99	384054,28	47,875
1001	ZWM6E400	39957,24	383986,65	59,3
1002	ZWW6E400	40018,02	384101,46	59,3
1003	ZWW6S400	40391,06	384245,85	59,9
T1A	AT2+0	40115,23	384055,00	49,25
T1B	DE2-3	40109,80	384078,27	21,75
T2	DE2-3	39965,71	383971,44	21,25

- Afmetingen indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

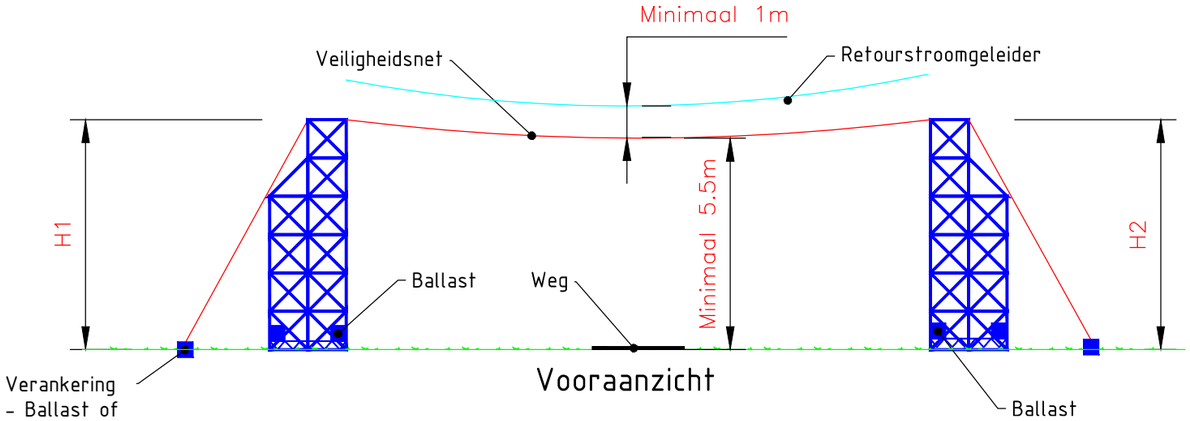
5.0	25-07-2014	wijziging t.b.v. Kelsop berekening
4.0	08-01-2014	Mast nummers bestaande lijn aangepast
3.0	12-12-2013	Schaal aangepast

Projectname: Engineering verbindingen ZW380
Third angle projection:
Drawing no.: 74102194-031-007

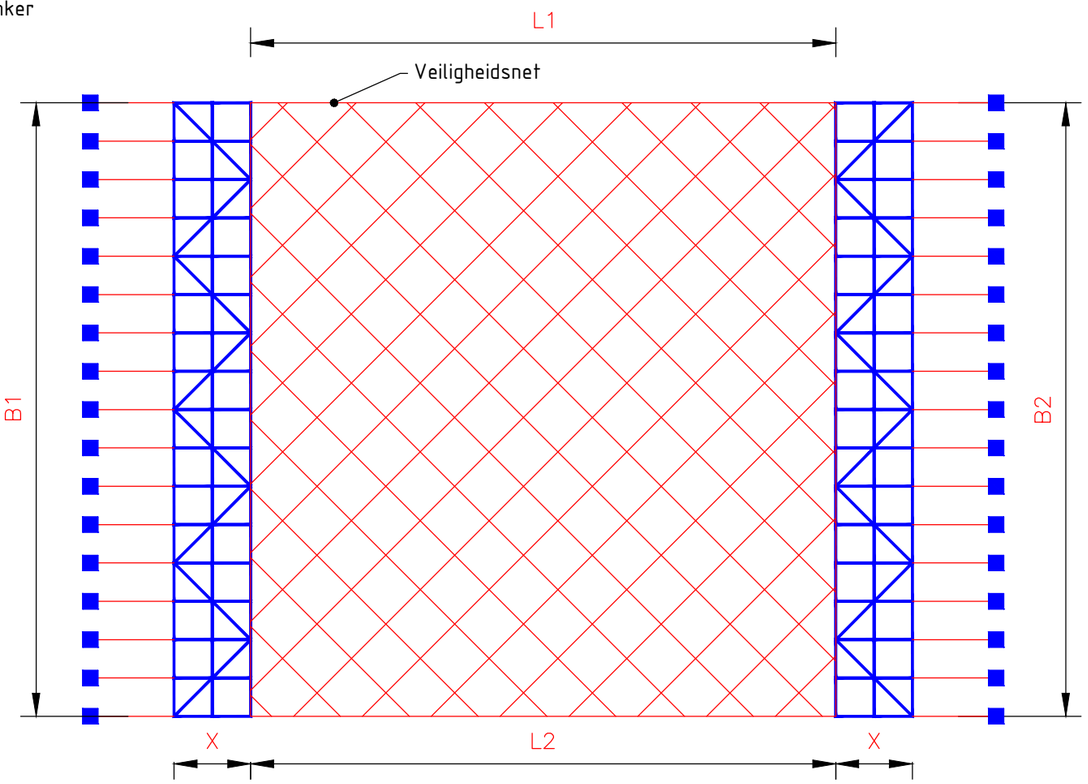
Design state: Definitief		Scale: 1:200 / 1:2000	Description: Situatie overzicht Noodlijn nabij Borssele Deeltraject 1	Revision: 5.0
Drawn by: RBE	25-07-2014	Units: mm / m		
Checked by: AJP	25-07-2014	Project no: 000.145		Format: A1
Approved by: AW	25-07-2014	Company: TenneT		

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

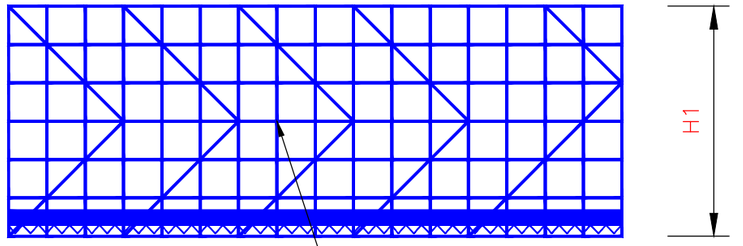
© 2014 - Filename: 74102194-031-007 - Situatie overzicht Noodlijn Borssele_Rev3.0.dwg



Vooraanzicht

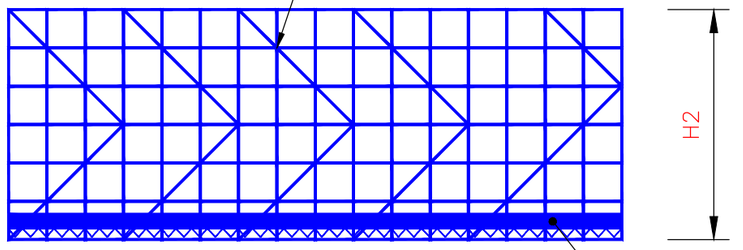


Bovenaanzicht



Linkerzijaanzicht

Oppervlakte Juk: Opp. Juk 1 + Opp. Juk 2



Rechterzijaanzicht

NOTE

VOOR KRUISINGSOVERZICHT ZIE TEK. 74102194-031-001 t/m 006

Opp. Juk : (H1 * B1) + (H2 * B2)

X = afmetingen door aannemer te bepalen

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

Juk afmetingen per lokatie per meter DT1

Tekeningnummer	Kruising	L1 (m)	L2 (m)	B1 (m)	B2 (m)	H1 (m)	H2 (m)	Opp. Net (m²)	Opp. Juk (m²)
74102194-031-001	S01 Kruising over N62	33	33	42	42	8	8	1386	672
74102194-031-002	S02 Kruising over N666	32.6	32.6	67.5	67.5	10	10	2200.5	1350
	& N667	20	20	42.5	42.5	10	12.5	850	956.25
74102194-031-003	S03 Kruising over N665	38.8	38.8	65	65	7.5	7.5	2522	975
74102194-031-004	S04 Kruising over spoor	13.7	13.7	42.5	42.5	13	13	582.25	1105
74102194-031-005	S05 Kruising over N669	14	14	42.5	42.5	7	7	595	595
74102194-031-006	S06 kruising N666	43	43	132.5	132.5	8	8	5697.5	2120

5.0	25-09-2014	Minimale jukhoogte aangepast
4.0	04-07-2014	Weg namen en jukhoogtes aangepast

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

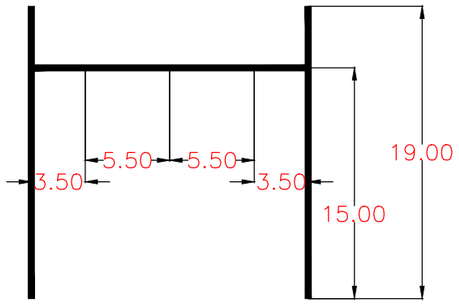
Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-016V

Design state:	Definitief	Scale:	N.v.t.	Description: Principe tekening jukken Deeltraject 1	Revision: 5.0
Drawn by:	RBE 25-09-2014	Units:	mm		
Checked by:	AJP 25-09-2014	Project no:	000.145		Format: A3
Approved by:	AW 25-09-2014	Company:	TenneT		

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-016 - Jukken principe tekening DT1_Rev 5.0.dwg



Portaal Zwart circuit

Mast num: 21
Mast type: H3+0

X:45292.91
Y:385514.05

Mast num: 1018
Masttype: ZWW6HL400+5

Mast num: 1017
Masttype: ZWW6HK400+10

Portaal Zwart circuit
X:45298.06
Y:385279.85

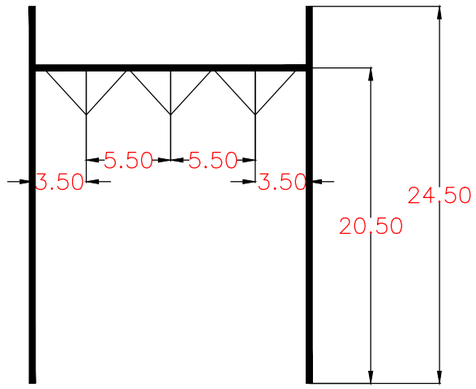
Portaal Wit circuit
X:45368.55
Y:385249.53

135°

35°

X:45313.96
Y:385164.34

Mast num: 22N
Masttype: H3+0



Portaal Wit circuit

Note: Portaal wit circuit voorzien van stijve V i.v.m. interne spanningsafstanden

Mast num: 1016
Masttype: ZWW6HL400+5

T.□.V. Vergunnings aanvraag

2.0	05-09-2014	masttype 1017 gewijzigd

KEMA DNV

Projectname:
Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.:
74102194-031-121V

Design state:	CONCEPT		Scale:	N.A.	
Drawn by:	RBE	06-06-2013	Units:	03-06-2013	
Checked by:	AP	06-06-2013	Project no:	000.145	
Approved by:	EGB	06-06-2013	Company:	TenneT	

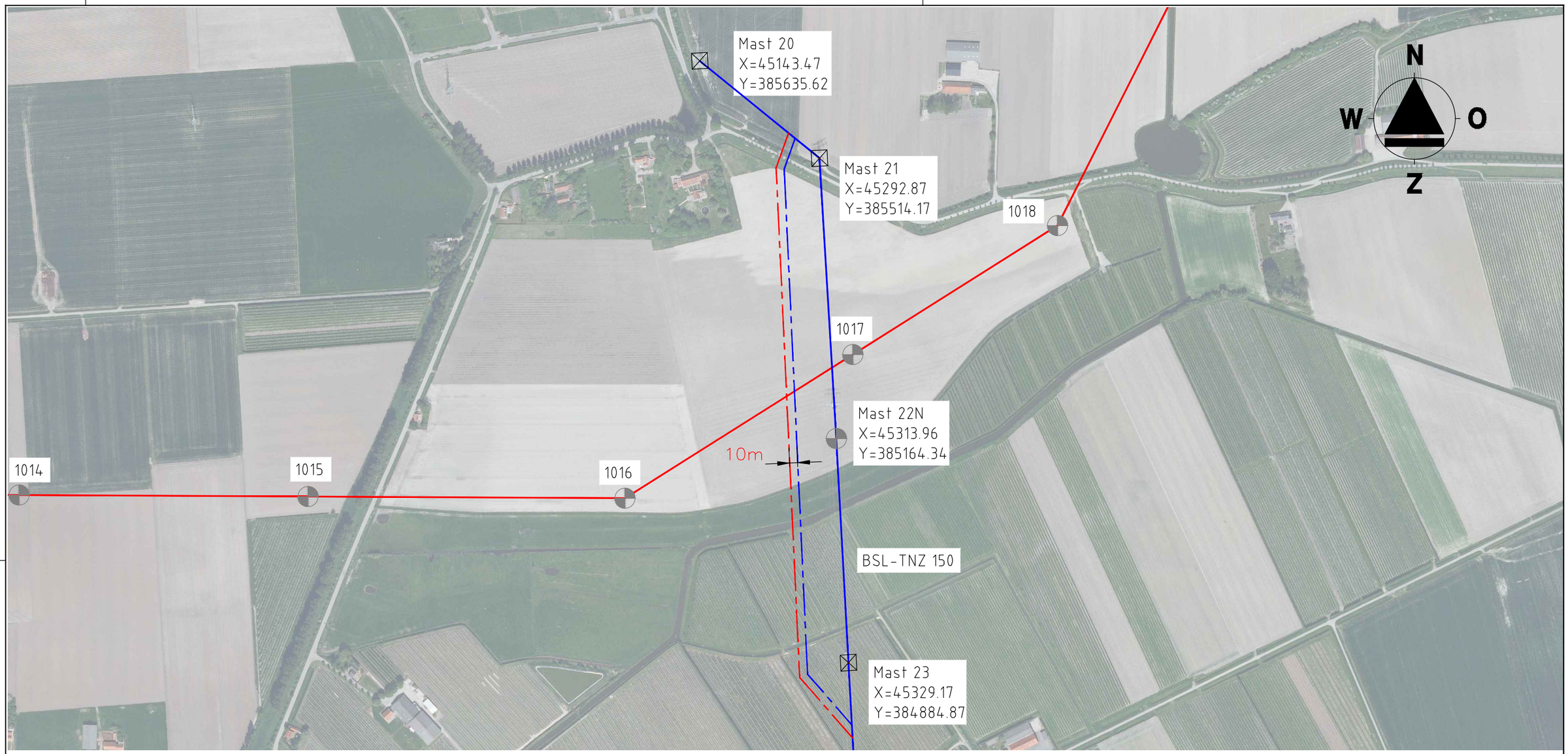
Description:
Ombouw BSL-RLL 380 kruising
BSL-TNZ 150 kV

Revision: 2.0

Format: A3

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

© 2013 - Filename: 74102194-031-121 overzicht ellewoutsdijk rev2.0.dwg



- Afmetingen indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

BOVENAANZICHT 1:5000

LEGENDA:

- ZW380 kV verbinding
- Verbinding BSL-TNZ150
- Witte circuit noodkabel
- Zwarte circuit noodkabel
- ☒ Bestaande mast
- Toekomstige mast

3.0	08-01-2014	Verbinding naam aangepast
2.0	13-12-2013	Schaal en coordinaten aangepast
1.0	02-08-2013	Eerste uitgave

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbinding ZW380

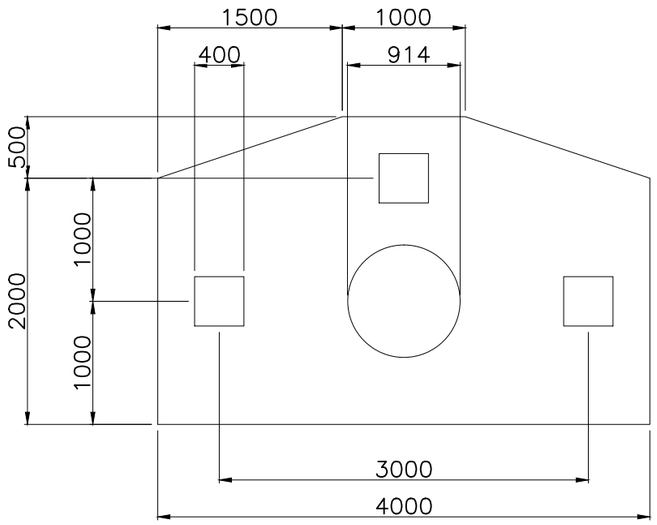
Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-122V

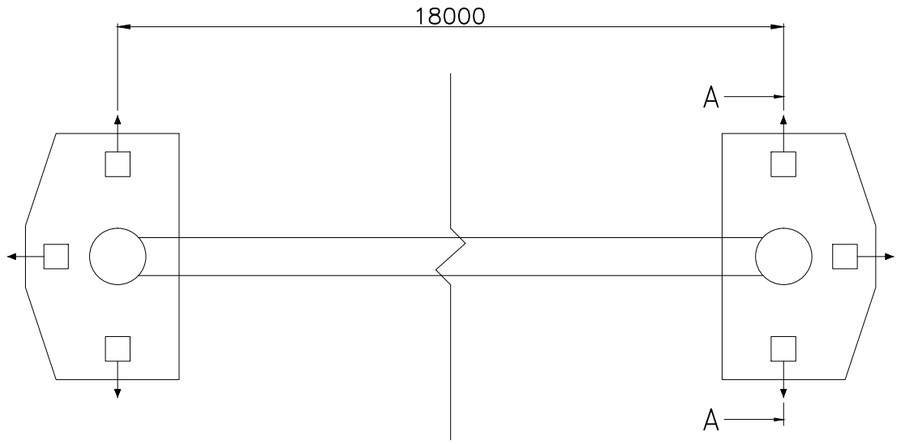
Design state: CONCEPT		Scale: 1:5000	Description: Tracé BSL-TNZ 150 noodkabel tussen mast 21 & mast 23	Revision: 3.0	
Drawn by: RBE	08-01-2014	Units: m			
Checked by: AJP	08-01-2014	Project no: 000.145		Format: A3	
Approved by: AW	08-01-2014	Company: TenneT			

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

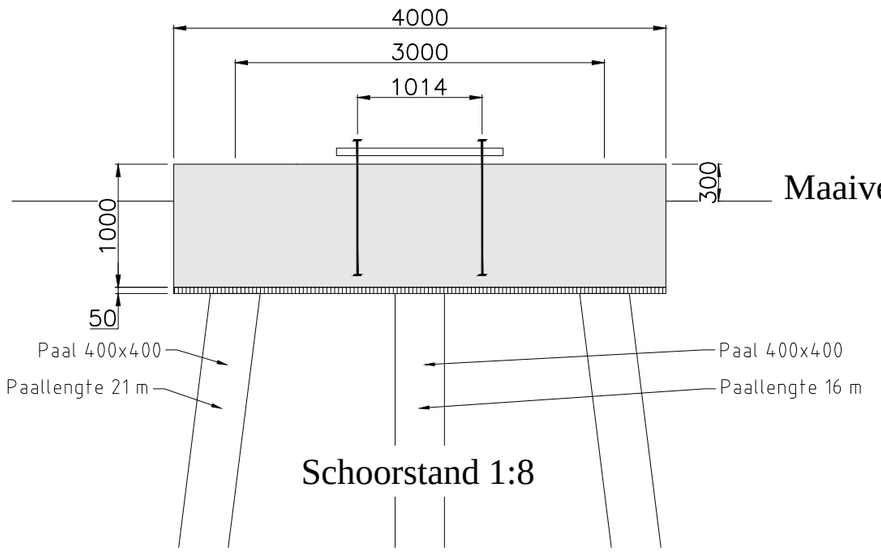
© 2013 - Filename: 74102194-031-122 - Noodkabel Ellewoutsdijk_Rev3.0.dwg



Schaal 1:50 Bovenaanzicht



Schaal 1:100 Bovenaanzicht totaal



Schaal 1:50 Doorsnede A-A

Verklaring

Gewapend beton
Werkvloer

Opmerkingen

Maten in mm
Hoogtematen in mm t.o.v. maaiveld
Coordinaten in mm, in het stelsel van de rijksdriehoekmeting
Maatvoering in het 360 graden stelsel
Vellingkanten niet getekend
Ringleiding in bovenkant poer op het bovennet plaatsen in de eerste laag
Calweldplaten toepassen t.b.v. aarding

Opmerking: Afmetingen indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

4.0	30-06-2014	Anker afmeting gewijzigd
3.0	20-02-2014	Bemating toegevoegd
2.0	20-11-2013	Schoor verwijderd

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-032-711V

Design state:	Definitief		Scale:	1:100 / 1:50	
Drawn by:	BJT	30-06-2014	Units:	mm	
Checked by:	AJP	30-06-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	EJP	30-06-2014	Company:	TenneT	

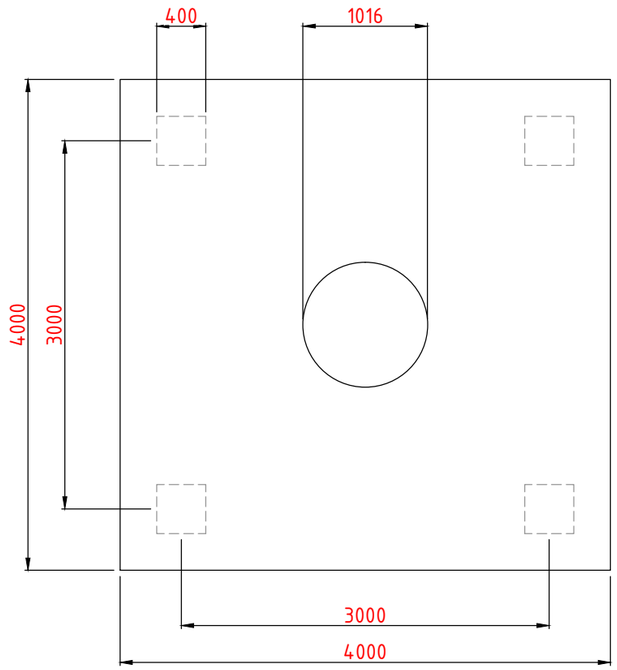
Description: Fundatie principe tekening Ellewoutsdijk BSL-TNZ 150 kV Portaal 21a (zwart circuit)

Revision: 4.0

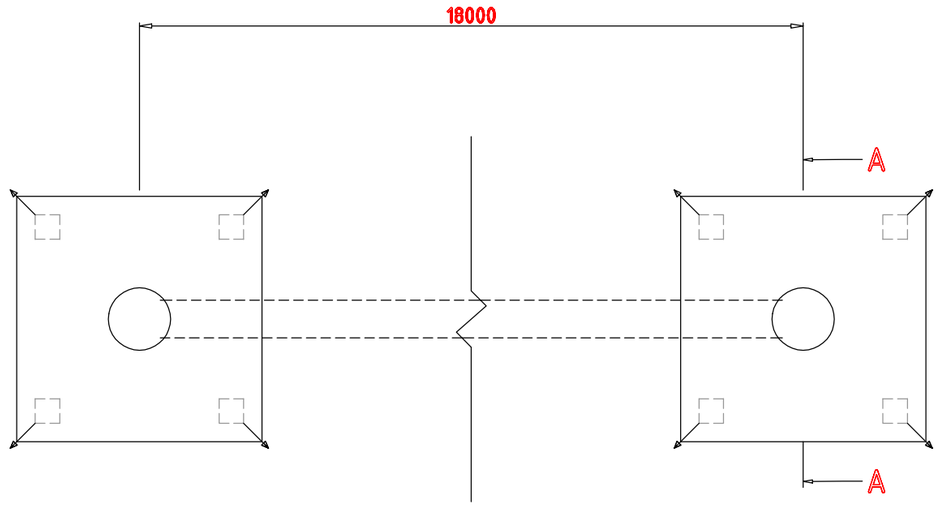
Format: A3

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

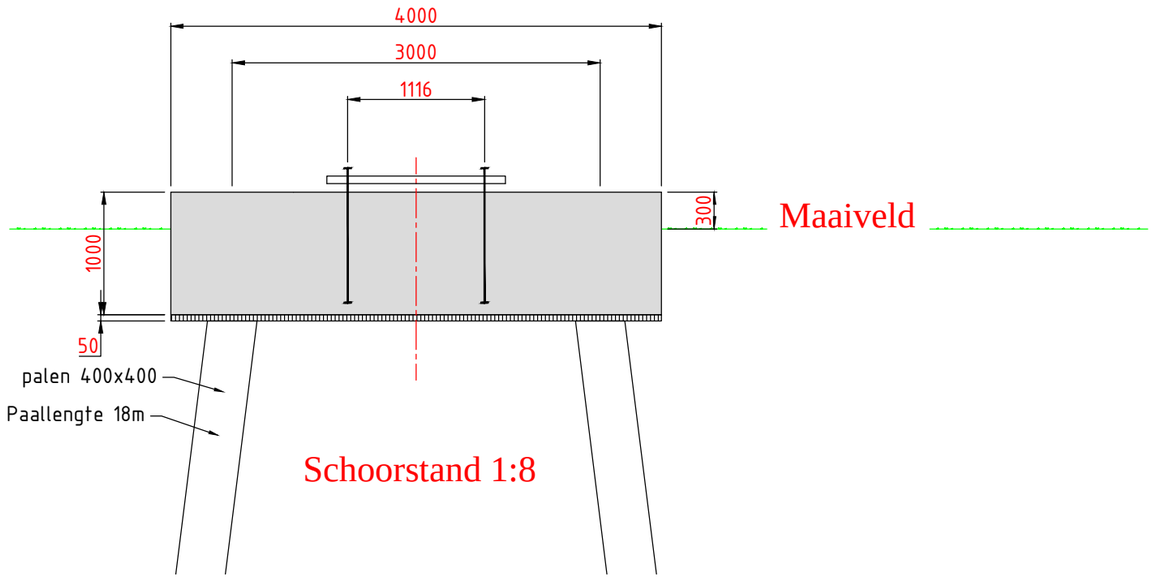
© 2012 - Filename: 74102194-032-711 - Fundatie t.b.v. portaal 21a kruising Ellewoutsdijk rev_4.0.dwg



Schaal 1:50 Bovenaanzicht



Schaal 1:100 Bovenaanzicht totaal



Schaal 1:50 Doorsnede A-A

Verklaring

Gewapend beton

Werkvloer

Opmerkingen

Maten in mm
Hoogtematen in mm t.o.v. maaiveld
Coordinaten in mm, in het stelsel van de rijksdriehoekmeting
Maatvoering in het 360 graden stelsel
Vellingkanten niet getekend
Ringleiding in bovenkant poer op het bovennet plaatsen in de eerste laag
Caldweldplaten toepassen tbv aarding

- Afmetingen indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

4.0	25-07-2014	Anker afmetingen gewijzigd
3.0	30-06-2014	Anker afmetingen gewijzigd
2.0	20-11-2013	Schoor verwijderd

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-032-712V

Design state:	Definitief		Scale:	1:50 / 1:100	
Drawn by:	RBE	25-07-2014	Units:	mm	
Checked by:	AJP	25-07-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	EJP	25-07-2014	Company:	TenneT	

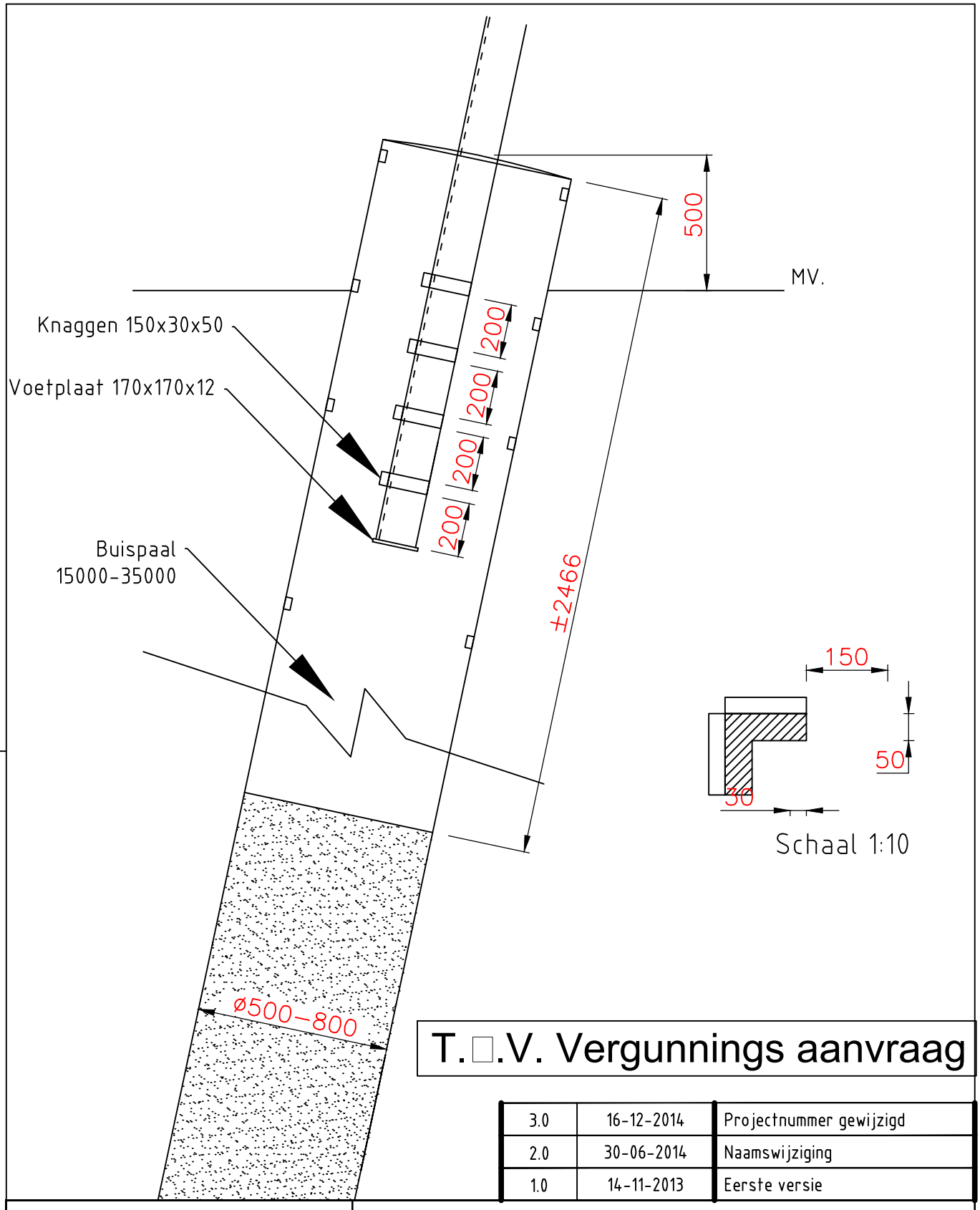
Description: Fundatie principe tekening Ellewoutsdijk BSL-TNZ 150 kV Portaal 21b (wit circuit)

Revision: 4.0

Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-032-712 - Fundatie t.b.v. portaal 21b kruising Ellewoutsdijk rev_4.0.dwg



T.□.V. Vergunnings aanvraag

3.0	16-12-2014	Projectnummer gewijzigd
2.0	30-06-2014	Naamswijziging
1.0	14-11-2013	Eerste versie

KEMA DNV

Projectname:
Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.:
74102194-032-717V

Design state:	Definitief		Scale:	1:20	
Drawn by:	SGR	30-06-2014	Units:	mm	
Checked by:	BJT	30-06-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	30-06-2014	Company:	TenneT	

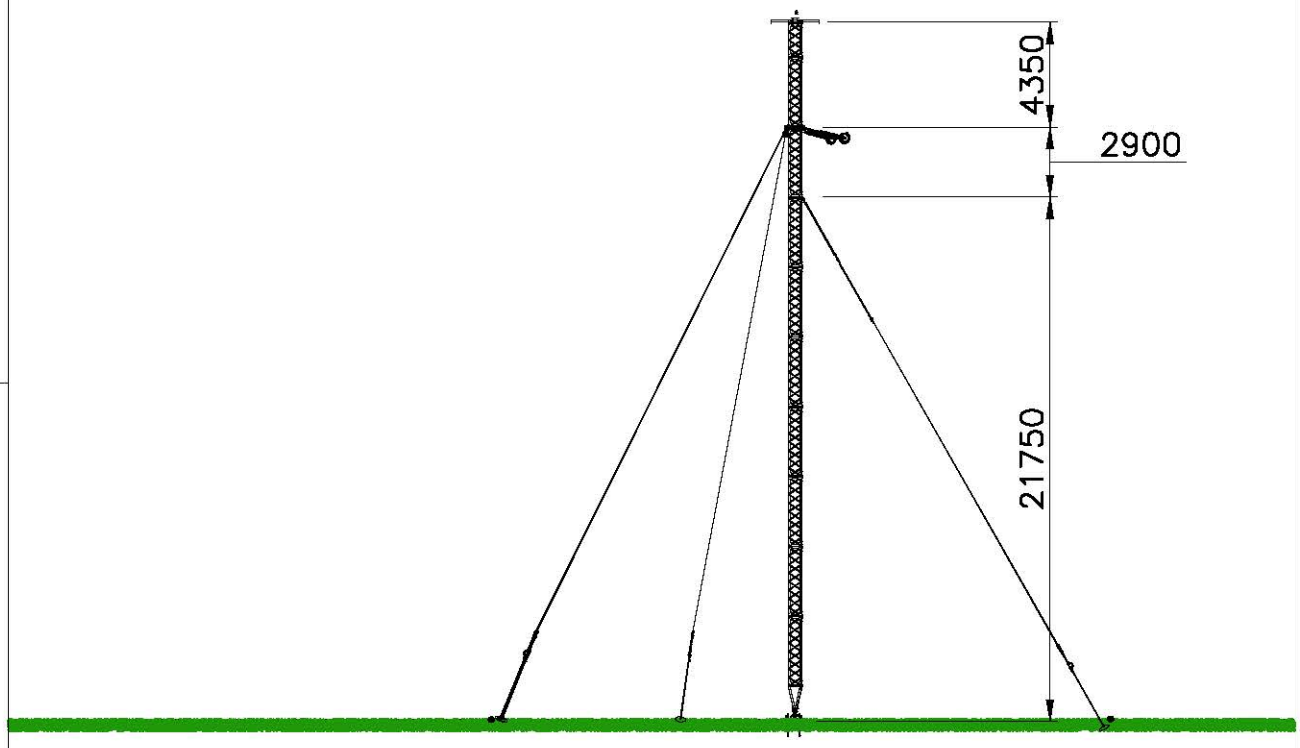
Description:
Pricipe tekening buispaalfundatie 150kV

Revision: 3.0

Format: A4

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

© 2012 - Filename: 74102194-032-717 - Principe tekening fundatie 150kV Rev3.0.dwg



T.B.V. Vergunnings aanvraag

2.0	28-10-2014	Projectno. adjustment
1.0	08-03-2012	First edition

KEMA DNV

Projectname:
Engineering verbinding ZW380

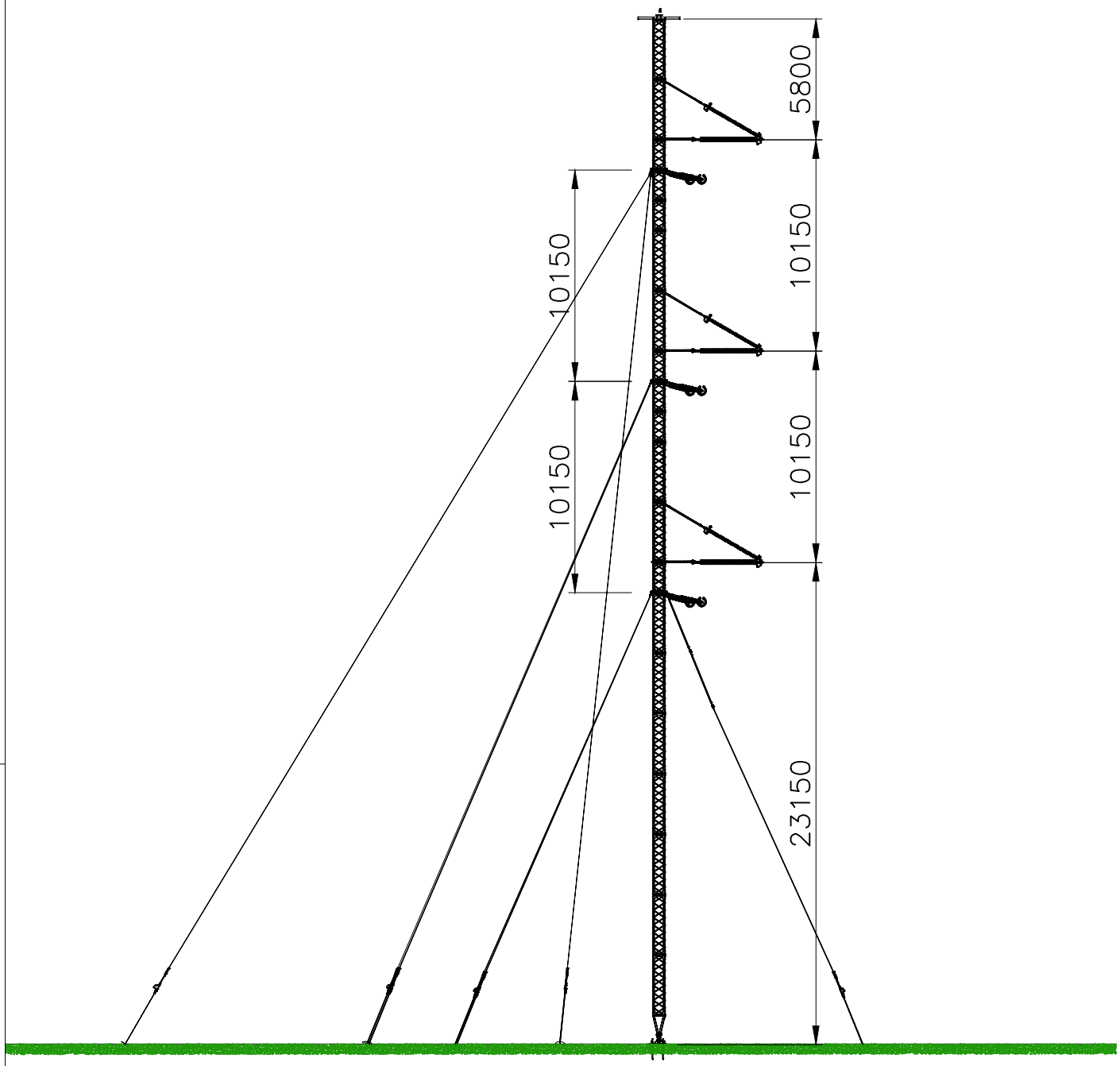
Third angle projection:

Drawing no.:
74102194-035-219V

Design state: CONCEPT		Scale: 1:300	Description: Principe ontwerp Tijdelijk mast DE2+0
Drawn by: PWE	28-10-2014	Units: mm	Revision: 2.0
Checked by: EKA	28-10-2014	Project no: 000.145	Format: A4
Approved by: AW	28-10-2014	Company: TenneT	

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

© 2013 - Filename: 74102194-035-219 - Principe ontwerp Tijdelijke mast DE2+0_Rev2.0.dwg



T.□.V. Vergunnings aanvraag

2.0	28-10-2014	Projectno. adjustment
1.0	08-07-2014	First edition

KEMA DNV

Projectname:
Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.:
74102194-035-227V

Design state:	Definitief		Scale:	1:300	
Drawn by:	RBE	28-10-2014	Units:	mm	
Checked by:	AJP	28-10-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	28-10-2014	Company:	TenneT	

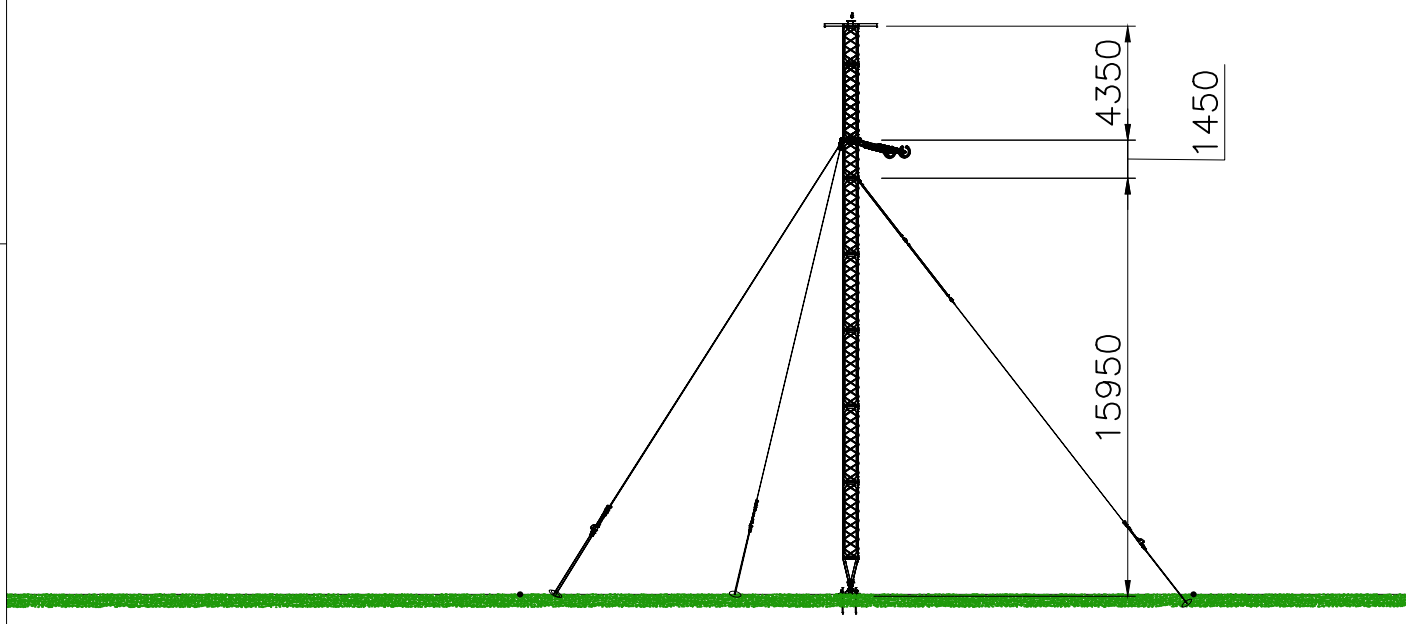
Description:
Principe ontwerp
Tijdelijk mast AT2+0

Revision: 2.0

Format: A4

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

© 2014 - Filename: 74102194-035-227 - Principe ontwerp Tijdelijke mast AT2+0_Rev2.0.dwg



T.□.V. Vergunnings aanvraag

2.0	28-10-2014	Projectno. adjustment
1.0	08-03-2012	First edition

Projectname:
Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.:
74102194-035-228V

Design state:	Definitief		Scale:	1:300	
Drawn by:	RBE	28-10-2014	Units:	mm	
Checked by:	AJP	28-10-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	28-10-2014	Company:	TenneT	

Description:
Principe ontwerp
Tijdelijk mast DE2-3

Revision: 2.0

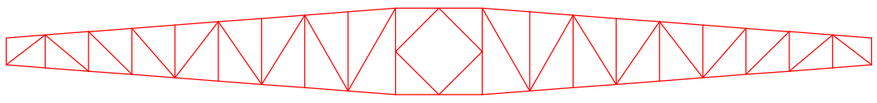
Format: A4

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

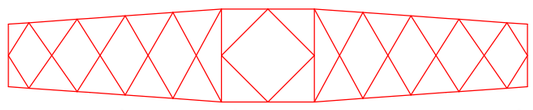
© 2014 - Filename: 74102194-035-228 - Principe ontwerp Tijdelijke mast DE2-3_Rev2.0.dwg

Legenda:

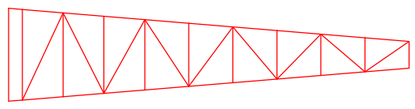
Originele Mastenontwerp voldoet voor nieuwe mastlocaties 2□en 22□. □itgangspunten profielering□conform tekeningnummer
A0.64.05-1366 met omschrijving "Hoekmast 120° - 140° Type H3-85"



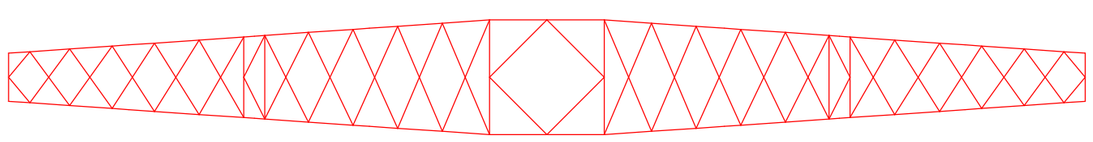
Doorsnede A-A □boven traverse boven□



Doorsnede □-□ □boven traverse onder□



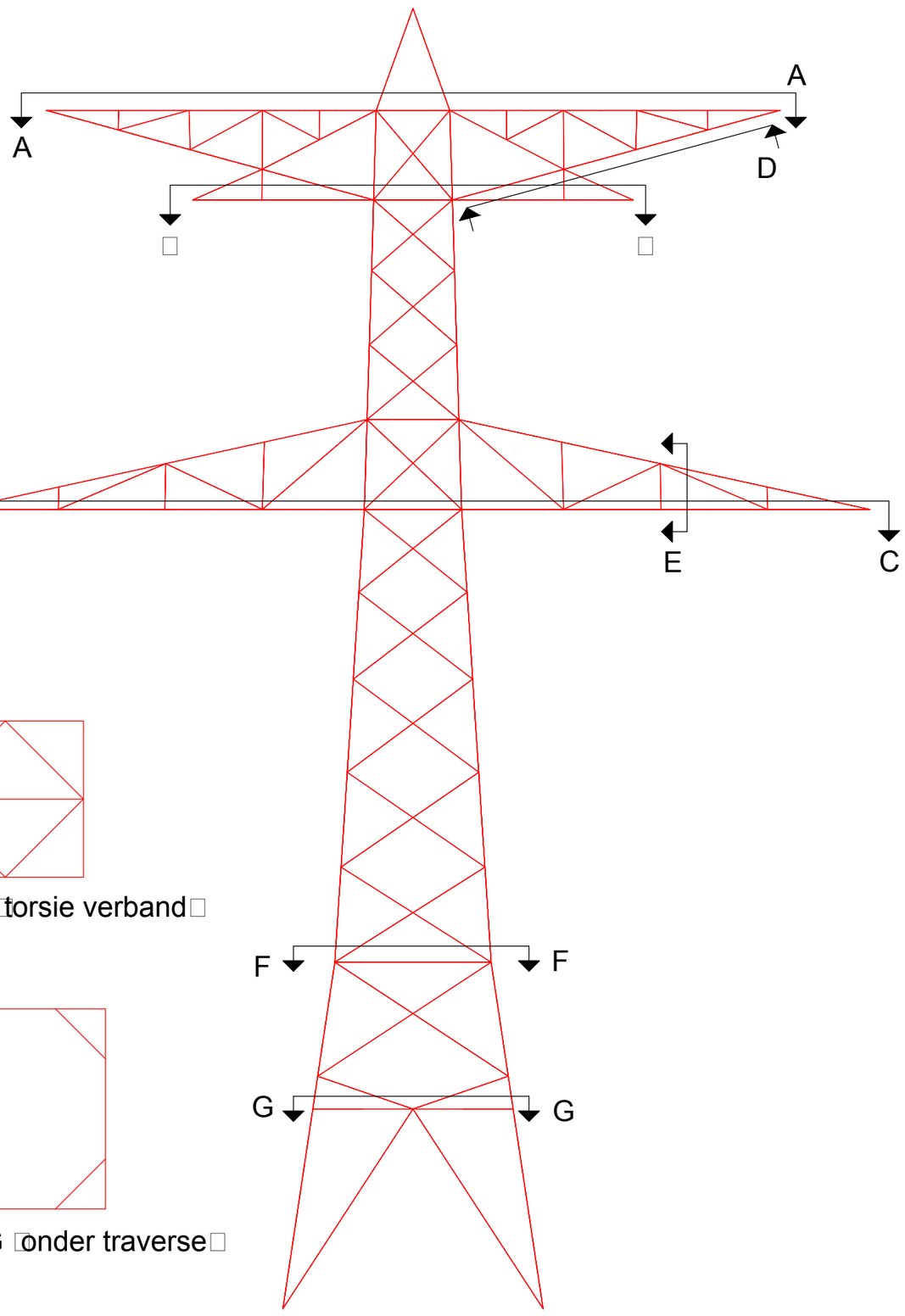
Doorsnede D-D □boven traverse□



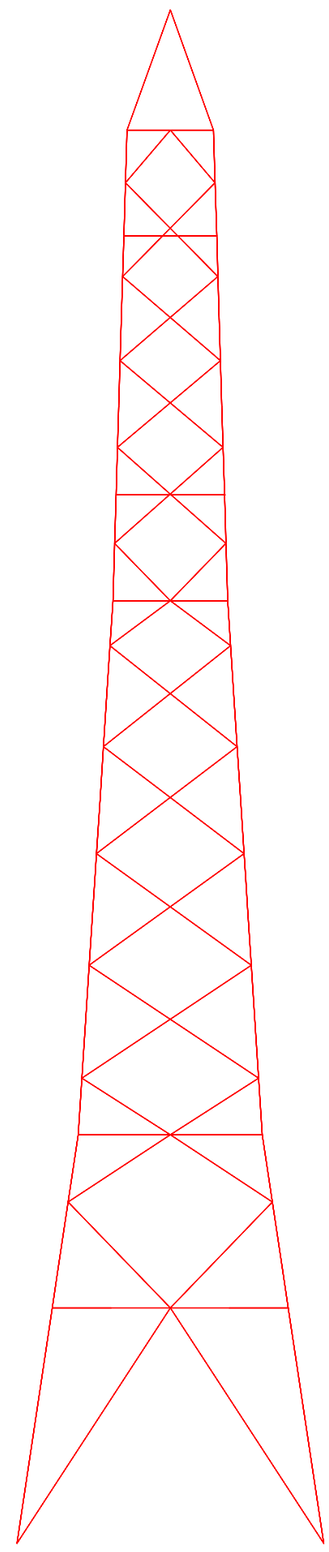
Doorsnede C-C □onder traverse□



Doorsnede E-E □onder traverse□



Vooraan□icht



Zijaan□icht

Doorsnede F-F □torsie verband□

Doorsnede G-G □onder traverse□

T.□.V. Vergunnings aanvraag

3.0	30-06-2014	Kleine wijziging omschrijving
2.0	22-04-2014	Legenda aangepast
1.0	09-01-2013	

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-035-604V

Design state:	Definitief		Scale:	1:200	
Drawn by:	AJP	30-06-2014	Units:	mm	
Checked by:	EKA	30-06-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	30-06-2014	Company:	TenneT	

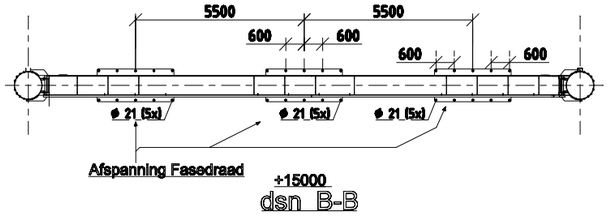
Description: Mast aanpassing voor H3+0
Lijndeel 150 kV verbinding BSL - TNZ
Mastnr. 21 en 22N

Revision: 3.0

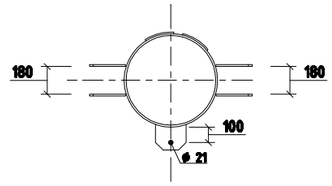
Format: A2

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

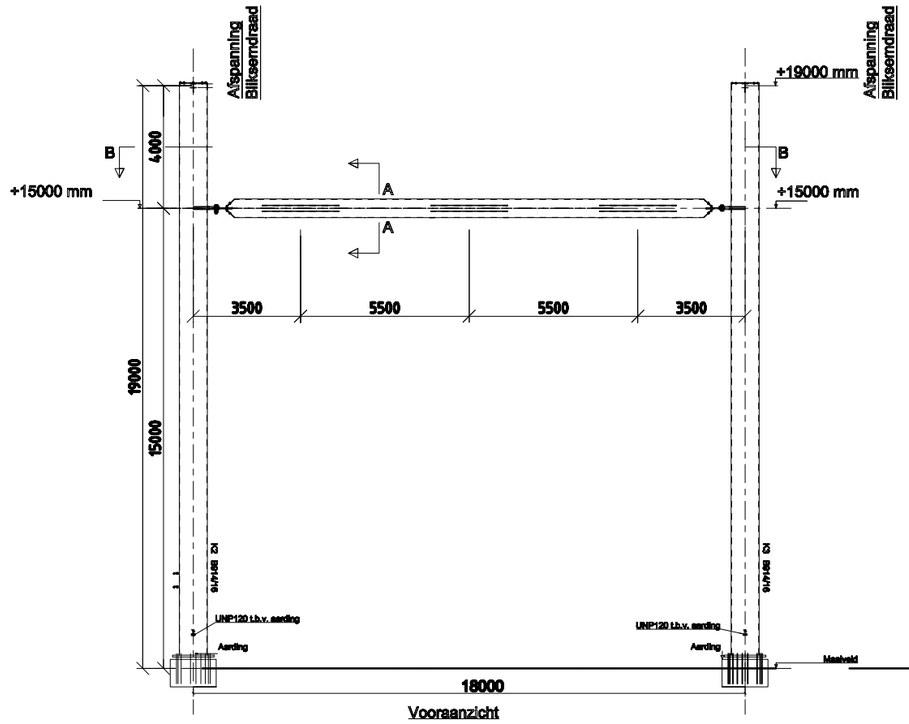
© 2012 - Filename: 74102194-035-604 - Profiel aanpassing mast 021 H3+0 (geen verzwaring nodig)_Rev3.0.dwg



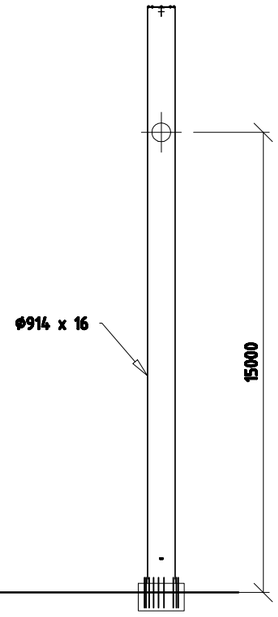
dsn B-B

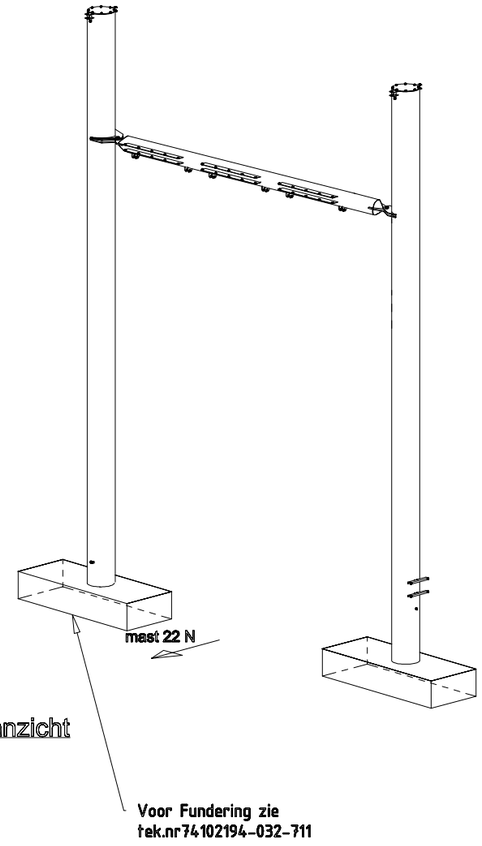


dsn A-A



Vooraanzicht





3D aanzicht

Voor Fundering zie
tek.nr74102194-032-711

Portaal BSL-TNZ 150kV circuit zwart

Opmerkingen

- Staal kwaliteit: S355J2
- Bouten kwaliteit: 8.8
  Ankers kwaliteit: 8.8
- De constructie en alle voor de constructie te gebruiken onderdelen moeten in thermisch verzinkte uitvoering worden geleverd.
  Eisen en methoden zijn vastgesfeld in NEN-EN-ISO 1461.
- Alle maten staan weergegeven in mm.

- Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

3.0	03-02-2014	Schoor verwijderd

KEMA DNV

Projectname: Portaal kruising Ellewoutsdijk

Third angle projection:

Drawing no.: 742194-035-711V

Design state:	Definitief		Scale:	N.A.	
Drawn by:	SGR	03-02-2014	Units:	mm	
Checked by:	AJP	03-02-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	03-02-2014	Company:	TenneT	

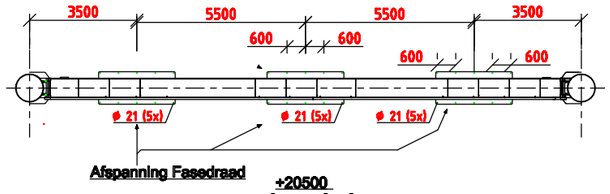
Description:
Portaal 21a kruising Ellewoutsdijk
BSL - TNZ 150 kV
Circuit zwart

Revision: 3.0

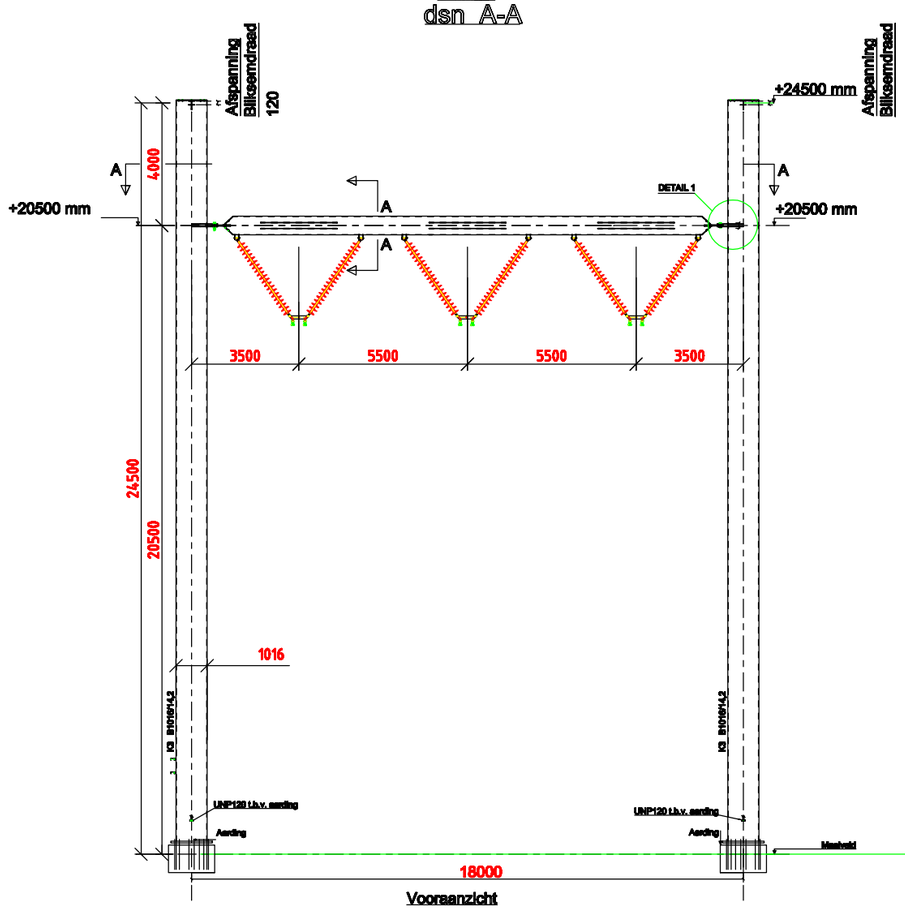
Format: A3

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

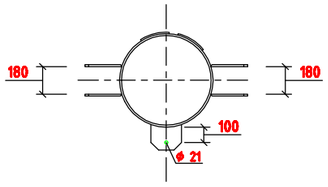
© 2013 - Filename: 74102194-035-711 - Portaal kruising Ellewoutsdijk circuit zwart rev3.0.dwg



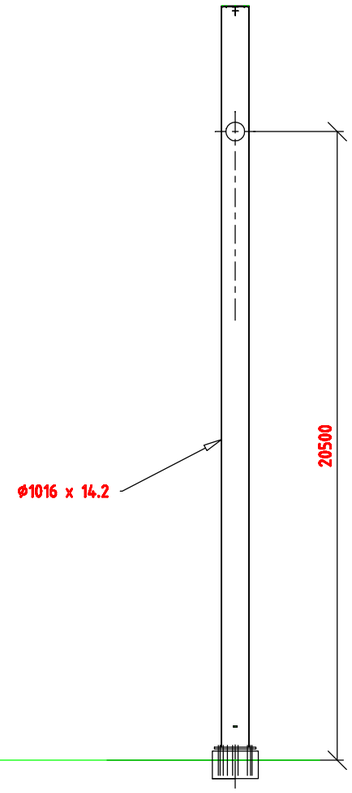
dsn A-A

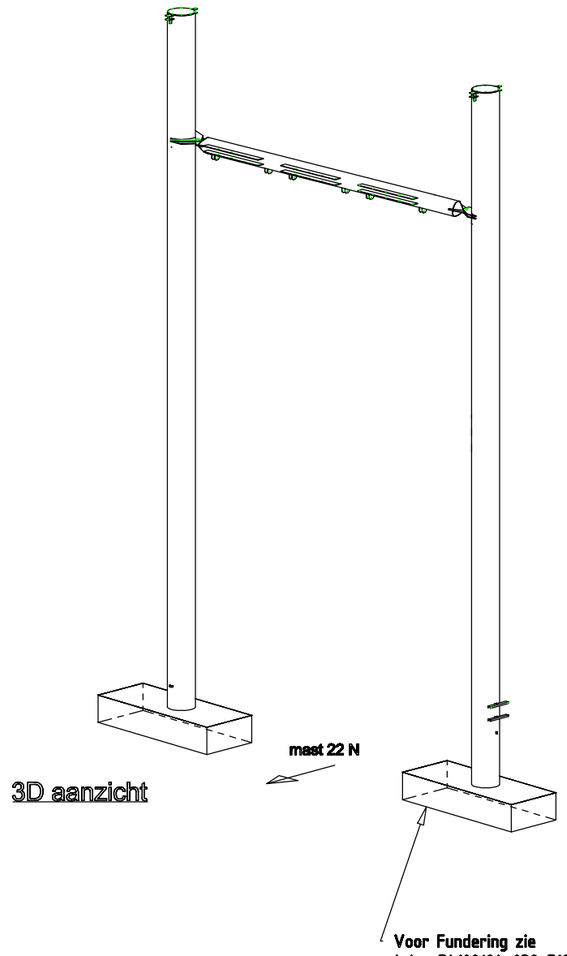


Vooraanzicht



Detail 1





3D aanzicht

Portaal BSL-TNZ 150kV circuit wit

Opmerkingen

Staal kwaliteit: S355J2
Bouten kwaliteit: 8.8
Ankers kwaliteit: 8.8
De constructie en alle voor de constructie te gebruiken onderdelen moeten in thermisch verzinkte uitvoering worden geleverd.
Eisen en methoden zijn vastgesteld in NEN-EN-ISO 1461.
Alle maten staan weergegeven in mm.

T.□.V. Vergunnings aanvraag

5.0	25-07-2014	Diameter staander aangepast
4.0	22-04-2014	Verwijzing tekening gewijzigd

KEMA DNV

Projectname:
Portaal kruising Ellewoutsdijk

Third angle projection:

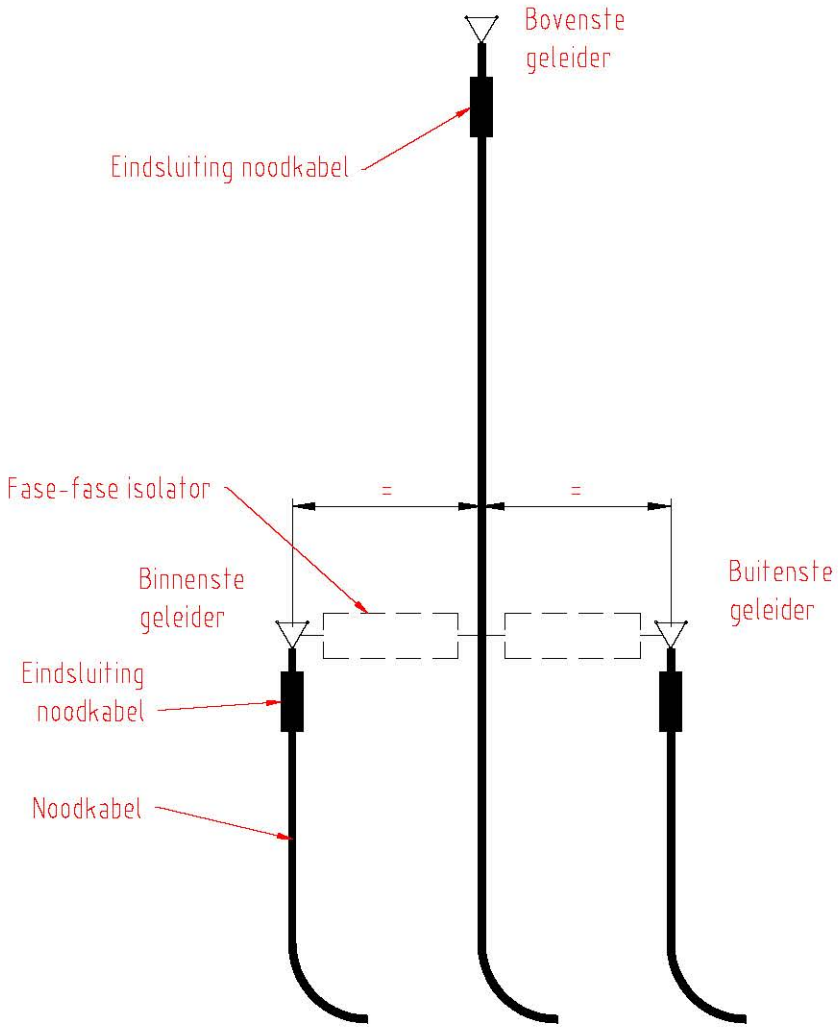
Drawing no.:
742194-035-712V

Design state:	Definitief		Scale:	N.A.	Description: Portaal 21b kruising Ellewoutsdijk BSL - TNZ 150 kV Circuit wit
Drawn by:	RBE	25-07-2014	Units:	mm	Revision: 5.0
Checked by:	AJP	25-07-2014	Project no:	000.145	Format: A3
Approved by:	AW	25-07-2014	Company:	TenneT	

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

- Maatvoering indicatief

© 2014 - Filename: 74102194-035-712 - Portaal kruising Ellewoutsdijk circuit wit rev 5.0.dwg



T.B.V. Vergunnings aanvraag

KEMA DNV

Projectname:
Engineering verbinding ZW380

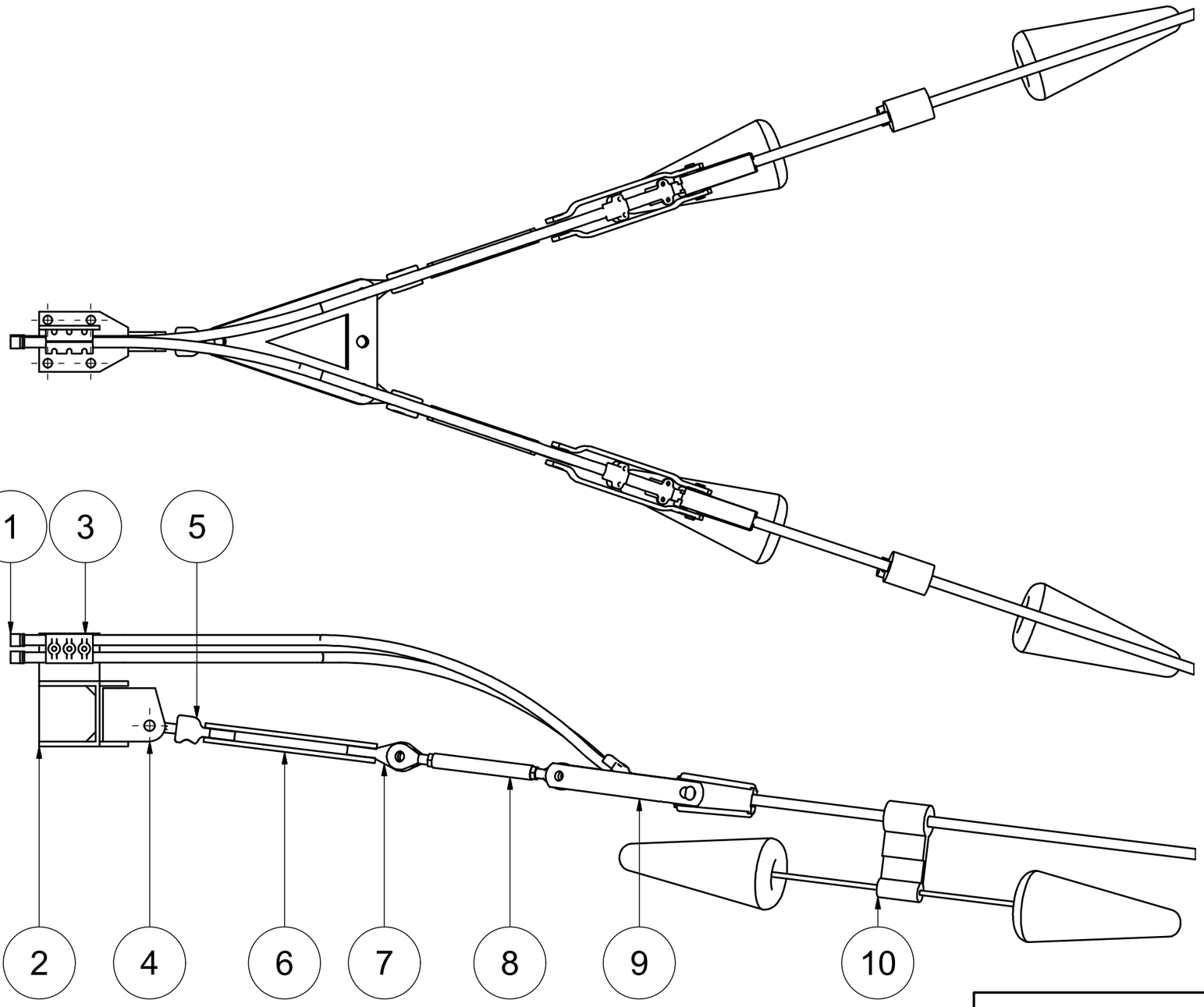
Third angle projection:

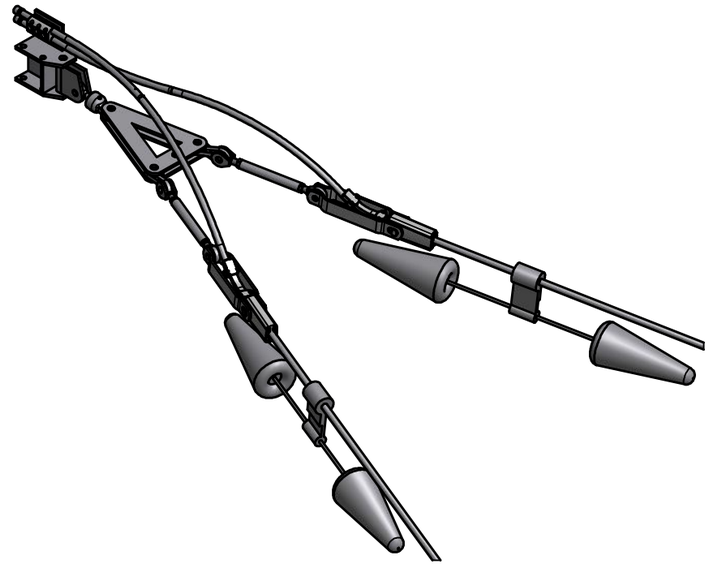
Drawing no.:
74102194-040-005V

Design state: Definitief		Scale: n.v.t.	Description: Principe ontwerp fase-fase isolatoren t.b.v. de aansluiting van noodkabels op de fasegeleiders van de mast	Revision: 1.0	
Drawn by: RBE	05-08-2013	Units: mm			
Checked by: EGB	05-08-2013	Project no: 000.145		Format: A4	
Approved by: AW	05-08-2013	Company: TenneT			

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

© 2013 - Filename: 74102194-040-005 - Principe ontwerp fase-fase isolatoren t.b.v.noodkabels.dwg





Vergunning

Item	Qty	Drawingnr	Description	Supplier	remark
10	2	-	Trillingsdemper tbv Ground Wire		
9	2	-	Wedge-type Tension clamp		
8	2	-	Turnbuckles Ground Wire		
7	2	-	Double eye twisted		
6	1	-	Triangel		
5	1	-	Z-rotatie		
4	1	-	Tension hinges		
3	1	-	Dubble eye twisted		
2	1	-	Parallel clamp mounting frame special		
1	2	-	End caps		

Revision history

Rev.	Date	Description
1.0	9-9-2013	First edition

KEMA DNV

Projectname:
Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.:
74102194-040-010

Design state:	WorkInProgress	Scale:	1:10
Drawn by:	SGR 9-9-2013	Units:	mm
Checked by:	APE 9-9-2013	Project no:	145.11
Approved by:	AW 9-9-2013	Company:	TenneT

Description:
Afspanning dubbele topbliksemdraad

Revision:
1.0

Format:
A3

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

Block connector in solid slabs According to NVN-ENV 1994-1-1, bijlage F.1

	Kracht	druk		$F_{d;c}$	kN	-986	-986.00
		trek		$F_{d;t}$	kN	862	862.00
Hoekstaal							
	material type					S355	
	dimensions					Gho 223x223x10	
	Area				mm^2	4360	4360.00
Buisprofiel							
	material type					S355	
	dimensions					Rodance RP 53_124	
Beton							
	Sterkte klasse					C28/35	C28/35
	Karakteristieke cilinderdruksterkte			f_{ck}	N/mm^2	28.0	
	materiaalfactor				γ	1.5	
Blokdeuvels							
	aantal blokken					8	8.00
	aantal rijen					2	2.00
	aantal deuvels totaal					16	
	material type					235	235
	dimensions	hoogte		h	mm	30	30
		breedte		b	mm	30	
		lengte		l	mm	200	200
		tussen afstand		a	mm	120	120
		scheefstand 1:5					
		oppervlak onder een helling 1:5			mm	35	35
	Oppervlakte drukvlak			A_{f1}	mm^2	6000	
	Gecorrigeerde drukvlak			A_{f2}	mm^2	13070	
				η		1.48	
	Capaciteit blokdeuvel			P_{Rd}	kN	165	
Voetplaat							
	dimensions	breedte		b	mm	223	223
		lengte		l	mm	110	110
		afvlakking	(geen vierkante voetpl		mm	0	0
		dikte		d	mm	20	20
		tussen afstand		a	mm	135	135
		scheefstand 1:5			mm		
		oppervlak van de onder een helling			mm	40	40
		oppervlakte	druk	$A_{f1;c}$	mm^2	24530	
		oppervlakte	trek	$A_{f1;t}$	mm^2	20170	
		oppervlakte	druk	$A_{f2;c}$	mm^2	45305	
		oppervlakte	trek	$A_{f2;t}$	mm^2	40945	
			druk	η		1.36	
			trek	η		1.42	
	diepte tov bovenkant fundatie			d	mm	1660	

Capaciteit Voetplaat	druk	$P_{Rd;c}$	kN	622	
	trek	$P_{Rd;t}$	kN	536	
Blokdeuvels fundatiepaal	NVT!				
aantal blokken				6	
aantal rijen				2	
aantal deuvels totaal				12	
material type				S255	
dimensions	hoogte	h	mm	20	
	breedte	b	mm	30	
	lengte	l	mm	120	
	tussen afstand	a	mm	170	
	scheefstand		mm	0.200	
	oppervlak van de onder een helling		mm	34	
Oppervlakte drukvlak		A_{f1}	mm^2	3600	
Gecorrigeerde drukvlak		A_{f2}	mm^2	12032	
		η		1.828	
Capaciteit blokdeuvel		P_{Rd}	kN	123	
Krachten per blokdeuvel op het profiel					
kracht per blokdeuvel	druk	$P_{Sd;c}$	kN	23	
	trek	$P_{Sd;t}$	kN	20	
Krachten per blokdeuvel op de fundatiepaal					
kracht per blokdeuvel	druk	$P_{Sd;c}$	kN	82	
	trek	$P_{Sd;t}$	kN	72	
Unity Check blokdeuvels fundatiepaal					
U.C.	druk			0.67	
U.C.	trek			0.58	

1543	-1116	-100000	0
1284	1396	0	100000
	S355	S355	
	Gho 223x223x10	Gho 223x223x10	
	4800	0	100000
	S355	S355	
	Rodance RP 53_124		
	28	0	100
	1.5	0	100
	6	0	100
	2	1	100
	16	1	400
	S255	100	500
	50	0	100
	30	0	100
	120	0	500
	170	0	350
	0.2	0	350
	24	1	351
$\eta = \sqrt{\frac{A_{f2}}{A_{f1}}}$	6000	0	10000
	13070	0	100
	1.47591779	0	100
$P_{Rd} = \eta \cdot A_{f1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma}$	165	0	100
	30	0	1000
	120	0	1000
	120	0	1000
	12	0	100
	170	0	350
	0.2	0	350
	27	1	351
	24530	0	100000
	20170	0	100000
	45305	0	100
	40945	0	100
	1.35901513	0	100
	1.42477895	0	100
	1660	0	10000

$$P_{Rd} = \eta \cdot A_{f1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma}$$

622	0	100
536	0	100
6	0	100
2	1	100
12	1	400
S255	100	500
20	0	100
30	0	100
120	0	2000
170	0	1000
0.2	0	350
34	1	351
3600	0	10000
12032	0	100
1.83	0	100
123	0	100

$$\eta = \sqrt{\frac{A_{f2}}{A_{f1}}}$$

$$P_{Rd} = \eta \cdot A_{f1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma}$$

22.7322519	0	100
20.3475768	0	100
82.1666667	0	100
71.833	0	100
0.13751886	0	100
0.12309276	0	100
0.669	0	100
0.585	0	100

		K160	11
		K225	16
		K300	22
		B12.5	10
		B17.5	14
		B22.5	18
		B30	25
		B37.5	30
		B45	35
		B52.5	
		B60	
		B15	12
		B25	20
		B35	28
		B45	35
		B55	45
		B65	53
		C8/10	8
		C12/15	12
		C16/20	16
		C20/25	20
		C25/30	25
		C28/35	28
235	355	C30/37	30
		C35/45	35
		C40/50	40
		C45/55	45
		C50/60	50
		C53/65	53
		C55/67	55

235 355

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-M21.S01				
Type paal	Stalen buispaal				

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	1.35	*(m)*	Diameter schacht	0.425	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.14	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * (F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} / F_{s;max;rep})$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	1875	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	584	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	0	-1	0	0.01	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	0	0.01	0.0	0.0	0.0
zand	-2	-3	2.5	0.007	6.8	9.1	9.1
zand	-3	-4	5	0.007	13.5	18.2	27.3
zand	-4	-5	3	0.007	8.1	10.9	38.3
zand	-5	-6	5.5	0.007	14.9	20.1	58.3
klei	-6	-7	1	0.007	2.7	3.6	62.0
klei	-7	-8	1	0.007	2.7	3.6	65.6
klei	-8	-9	1.5	0.0125	7.2	9.8	75.4
zand	-9	-10	4	0.007	10.8	14.6	90.0
zand	-10	-11	4.5	0.007	12.2	16.4	106.4
zand	-11	-12	2.5	0.007	6.8	9.1	115.5
zand	-12	-13	6.5	0.007	17.6	23.7	139.2
zand	-13	-14	10	0.007	27.0	36.5	175.7
zand	-14	-15	6.5	0.007	17.6	23.7	199.3
zand	-15	-16	12	0.007	32.4	43.8	243.1
zand	-16	-17	11	0.007	29.7	40.1	283.2
zand	-17	-18	11.5	0.007	31.1	41.9	325.1
	-18	-19	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-19	-20	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-20	-21	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-21	-22	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-22	-23	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-23	-24	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-24	-25	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-25	-26	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-26	-27	0	FALSE	0.0	0.0	325.1

			$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. MV	-18	*(m)*	325 kN	292.5

Aantal palen	3	877.5 kN	

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats					
Sondering	DKM-M21.S01				
Diameter paalpunt	0.425	*(m)*	$O_{p;gem}$	1.35	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	0.43	*(m2)*
Δl	7	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.14	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef	ja				
$P_{r;max;punt;i}$<15	11.375	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	1.61	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	13	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	12.5	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	10	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.076	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.01	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	7.6	*(MPa)*	Conusweerstand

$F_{r;max;schacht;i}$	0.72	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	2.33	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	1.52	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.2	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	1250.2	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. MV	-18 *(m)*

Block connector in solid slabs

According to NVN-ENV 1994-1-1, bijlage F.1

Kracht	druk		$F_{d;c}$	kN	-1100
	trek		$F_{d;t}$	kN	1000
Hoekstaal					
material type					S355
dimensions					GHo150x150x14
Area				mm^2	4031
Buisprofiel					
material type					S355
dimensions					Rodance RP 53_124
Beton					
Sterkte klasse					C28/35
Karakteristieke cilinderdruksterkte			f_{ck}	N/mm^2	28.0
materiaalfactor				γ	1.5
Blokdeuvels					
aantal blokken					4
aantal rijen					2
aantal deuvels totaal					8
material type					235
dimensions	hoogte		h	mm	50
	breedte		b	mm	30
	lengte		l	mm	200
	tussen afstand		a	mm	100
	scheefstand 1:5				
	oppervlak onder een helling 1:5			mm	40
Oppervlakte drukvlak			A_{f1}	mm^2	6000
Gecorrigeerde drukvlak			A_{f2}	mm^2	14080
			η		1.53
Capaciteit blokdeuvel			P_{Rd}	kN	172
Voetplaat					
dimensions	breedte		b	mm	170
	lengte		l	mm	150
	afvlakking	(geen vierkante voetplaat)		mm	0
	dikte		d	mm	12
	tussen afstand		a	mm	200
	scheefstand 1:5			mm	
	oppervlak van de onder een helling 1:5			mm	40
	oppervlakte	druk	$A_{f1;c}$	mm^2	25500
	oppervlakte	trek	$A_{f1;t}$	mm^2	21469
	oppervlakte	druk	$A_{f2;c}$	mm^2	44750
	oppervlakte	trek	$A_{f2;t}$	mm^2	40719
		druk	η		1.32
		trek	η		1.38
diepte tov bovenkant fundatie			d	mm	1660

Capaciteit Voetplaat	druk		$P_{Rd;c}$	kN	631
	trek		$P_{Rd;t}$	kN	552

Blokdeuvels fundatiepaal

aantal blokken					4
aantal rijen					1
aantal deuvels totaal					4
material type					S255
dimensions	hoogte		h	mm	20
	breedte		b	mm	20
	lengte		l	mm	1885
	tussen afstand		a	mm	170
	scheefstand			mm	0.200
	oppervlak van de onder een helling 1:5			mm	40
Oppervlakte drukvlak			A_{f1}	mm^2	37700
Gecorrigeerde drukvlak			A_{f2}	mm^2	117900
			η		1.768
Capaciteit blokdeuvel			P_{Rd}	kN	1244

Krachten per blokdeuvel op het profiel

kracht per blokdeuvel	druk		$P_{Sd;c}$	kN	59
	trek		$P_{Sd;t}$	kN	56

Krachten per blokdeuvel op de fundatiepaal

kracht per blokdeuvel	druk		$P_{Sd;c}$	kN	275
	trek		$P_{Sd;t}$	kN	250

Unity Check blokdeuvels profiel

U.C.	druk	BLOKDEUVELS VOLDOEN	0.34
U.C.	trek		0.33

Unity Check blokdeuvels fundatiepaal

U.C.	druk	0.22
U.C.	trek	0.20

-1100.00	1543		-1116	-100000	0
1000.00	1284		1396	0	100000
			S355	S355	
			GHo150x150x14	30x130x12	
4031.00			4031	0	100000
			S355	S355	
			Rodance RP 53_124		
C28/35					
			28	0	100
			1.5	0	100
4.00			6	0	100
2.00			2	1	100
			8	1	400
235			S255	100	500
			50	0	100
			30	0	100
200			120	0	500
100			170	0	350
			0.2	0	350
40			20	1	351
		$\eta = \sqrt{\frac{A_{f2}}{A_{f1}}}$	6000	0	10000
			14080	0	100
			1.53188337	0	100
		$P_{Rd} = \eta \cdot A_{f1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma}$	172	0	100
170			30	0	1000
150			120	0	1000
0			120	0	1000
12			12	0	100
200			170	0	350
			0.2	0	350
40			40	1	351
			25500	0	100000
			21469	0	100000
			44750	0	100
			40719	0	100
			1.32472713	0	100
			1.37718614	0	100
			1660	0	10000

	$P_{Rd} = \eta \cdot A_{f1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma}$	631	0	100
		552	0	100
4		6	0	100
1		2	1	100
		4	1	400
		S255	100	500
20		20	0	100
20		30	0	100
1885		120	0	2000
		170	0	1000
		0.2	0	350
40.00		34	1	351
	$\eta = \sqrt{\frac{A_{f2}}{A_{f1}}}$	37700	0	10000
		117900	0	100
		1.77	0	100
	$P_{Rd} = \eta \cdot A_{f1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma}$	1244	0	100
		58.6787359	0	100
		56.0107783	0	100
		275	0	100
		250.000	0	100
		0.3420086	0	100
		0.32645843	0	100
		0.221	0	100
		0.201	0	100

K160	11
K225	16
K300	22
B12.5	10
B17.5	14
B22.5	18
B30	25
B37.5	30
B45	35
B52.5	
B60	
B15	12
B25	20
B35	28
B45	35
B55	45
B65	53
C8/10	8
C12/15	12
C16/20	16
C20/25	20
C25/30	25
C28/35	28
C30/37	30
C35/45	35
C40/50	40
C45/55	45
C50/60	50
C53/65	53
C55/67	55

235 355

11 0.191986

235 355

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-17.S13				
Type paal	Heipaal				

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem}\int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i}\,dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	1.88	*(m)*	Diameter schacht	0.6	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.28	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	nee				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} \Big/ \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.32	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * \left(F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} \Big/ F_{s;max;rep}\right)$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	970	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	854	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	0	-1	0	0.01	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	2	0.0125	9.4	17.6	17.6
zand	-2	-3	7	0.007	18.3	34.6	52.2
zand	-3	-4	7	0.007	18.3	34.6	86.7
zand	-4	-5	11	0.007	28.8	54.3	141.0
zand	-5	-6	6.5	0.007	17.0	32.1	173.1
klei	-6	-7	0	0.01	0.0	0.0	173.1
klei	-7	-8	0	0.01	0.0	0.0	173.1
klei	-8	-9	0	0.01	0.0	0.0	173.1
klei	-9	-10	0	0.01	0.0	0.0	173.1
zand	-10	-11	4	0.007	10.5	19.7	192.9
zand	-11	-12	10.5	0.007	27.5	51.8	244.7
zand	-12	-13	9.5	0.007	24.9	46.9	291.6
zand	-13	-14	7	0.007	18.3	34.6	326.1
klei	-14	-15	3.4	0.0125	15.9	30.0	356.1
zand	-15	-16	7	0.007	18.3	34.6	390.7
zand	-16	-17	15	0.007	39.3	74.0	464.7
zand	-17	-18	15	0.007	39.3	74.0	538.8
zand	-18	-19	15	0.007	39.3	74.0	612.8
zand	-19	-20	13	0.007	34.0	64.2	677.0
zand	-20	-21	15	0.007	39.3	74.0	751.0
zand	-21	-22	12	0.007	31.4	59.2	810.3
zand	-22	-23	15	0.007	39.3	74.0	884.3
zand	-23	-24	13	0.007	34.0	64.2	948.5
zand	-24	-25	15	0.007	39.3	74.0	1022.5
	-25	-26	0	FALSE	0.0	0.0	1022.5
	-26	-27	0	FALSE	0.0	0.0	1022.5

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. MV	-23 *(m)*	884 kN	884kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats
Sondering DKM-17.S13

Diameter paalpunt	0.6	*(m)*	$O_{p;gem}$	1.88	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	0.60	*(m2)*
Δl	15.5	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.28	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		

Negatieve kleef

$P_{r;max;punt;i}$<15	11	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$
$F_{r;max;punt;i}$	3.11	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	13	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	11	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	10	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.088	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.01	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	8.8	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	2.57	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	5.68	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	3.59	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.2	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.32	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	3586.7	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. MV	-23 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-17.S06
Type paal	Heipaal

$F_{r;trek;d}=$ $O_{p;gem}\int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i}\,dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	1.60	*(m)*	Diameter schacht	0.4	*(m)*
Paalvorm	Vierkant	*(m)*	A paal	0.16	*(m2)*
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} \Big/ \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * (F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} \Big/ F_{s;max;rep})$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	746	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	542	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	0	-1	0	0.01	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	0	0.01	0.0	0.0	0.0
klei	-2	-3	2	0.0125	9.6	15.4	15.4
klei	-3	-4	2	0.0125	9.6	15.4	30.9
klei	-4	-5	0	0.01	0.0	0.0	30.9
klei	-5	-6	0	0.01	0.0	0.0	30.9
klei	-6	-7	0	0.01	0.0	0.0	30.9
klei	-7	-8	3	0.0125	14.5	23.1	54.0
zand	-8	-9	4	0.007	10.8	17.3	71.3
klei	-9	-10	3	0.0125	14.5	23.1	94.4
klei	-10	-11	2	0.0125	9.6	15.4	109.9
zand	-11	-12	6	0.007	16.2	25.9	135.8
zand	-12	-13	10.5	0.007	28.4	45.4	181.2
zand	-13	-14	10	0.007	27.0	43.2	224.4
zand	-14	-15	4	0.007	10.8	17.3	241.7
zand	-15	-16	12	0.007	32.4	51.9	293.5
zand	-16	-17	12	0.007	32.4	51.9	345.4
	-17	-18	0	FALSE	0.0	0.0	345.4
	-18	-19	0	FALSE	0.0	0.0	345.4
	-19	-20	0	FALSE	0.0	0.0	345.4
	-20	-21	0	FALSE	0.0	0.0	345.4
	-21	-22	0	FALSE	0.0	0.0	345.4
	-22	-23	0	FALSE	0.0	0.0	345.4
	-23	-24	0	FALSE	0.0	0.0	345.4
	-24	-25	0	FALSE	0.0	0.0	345.4
	-25	-26	0	FALSE	0.0	0.0	345.4
	-26	-27	0	FALSE	0.0	0.0	345.4

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. MV	-17 *(m)*	345.4 kN	300.498kN

Aantal palen	2	300.5 kN	601kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats					
Sondering	DKM-17.S06				
Diameter paalpunt	0.4	*(m)*	$O_{p;gem}$	1.60	*(m)*
Paalvorm	Vierkant	*(m)*	Deq	0.45	*(m2)*
Δl	7	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.16	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef					
$P_{r;max;punt;i}$<15	8.5	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\frac{(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem})}{2} + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	1.36	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	12	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	12	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	5	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)
$P_{r;max;schacht;i}$	0.082	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.01	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	8.2	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	0.92	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	2.28	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	1.44	*(MN)*	$F_{r;max;i} / \Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.2	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.32	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	1438.4	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. MV	-17 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-17.S06				
Type paal	Heipaal				

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem}\int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i}\,dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	1.60	*(m)*	Diameter schacht	0.4	*(m)*
Paalvorm	Vierkant	*(m)*	A paal	0.16	*(m2)*
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} \Big/ \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * \left(F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} \Big/ F_{s;max;rep}\right)$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	554	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	387	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	0	-1	0	0.01	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	0	0.01	0.0	0.0	0.0
klei	-2	-3	2	0.0125	9.6	15.4	15.4
klei	-3	-4	2	0.0125	9.6	15.4	30.9
klei	-4	-5	0	0.01	0.0	0.0	30.9
klei	-5	-6	0	0.01	0.0	0.0	30.9
klei	-6	-7	0	0.01	0.0	0.0	30.9
klei	-7	-8	3	0.0125	14.5	23.1	54.0
zand	-8	-9	4	0.007	10.8	17.3	71.3
klei	-9	-10	3	0.0125	14.5	23.1	94.4
klei	-10	-11	2	0.0125	9.6	15.4	109.9
zand	-11	-12	6	0.007	16.2	25.9	135.8
zand	-12	-13	10.5	0.007	28.4	45.4	181.2
zand	-13	-14	10	0.007	27.0	43.2	224.4
zand	-14	-15	4	0.007	10.8	17.3	241.7
zand	-15	-16	12	0.007	32.4	51.9	293.5
zand	-16	-17	12	0.007	32.4	51.9	345.4
zand	-17	-18	10	0.007	27.0	43.2	388.6
zand	-18	-19	10	0.007	27.0	43.2	431.8
zand	-19	-20	10	0.007	27.0	43.2	475.0
	-20	-21	0	FALSE	0.0	0.0	475.0
	-21	-22	0	FALSE	0.0	0.0	475.0
	-22	-23	0	FALSE	0.0	0.0	475.0
	-23	-24	0	FALSE	0.0	0.0	475.0
	-24	-25	0	FALSE	0.0	0.0	475.0
	-25	-26	0	FALSE	0.0	0.0	475.0
	-26	-27	0	FALSE	0.0	0.0	475.0

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. MV	-20 *(m)*	475 kN	422.75kN

Paalpuntniveau t.o.v. MV	-15 *(m)*	241 kN	214.49kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats	21a (zwart) 20m paal				
Sondering	DKM-17.S06				
Diameter paalpunt	0.4	*(m)*	$O_{p;gem}$	1.60	*(m)*
Paalvorm	Vierkant	*(m)*	Deq	0.45	*(m2)*
Δl	8	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.16	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef					
$P_{r;max;punt;i}$<15	8.75	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	1.40	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	11.5	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	9.5	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	7	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.106	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.01	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	10.6	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	1.36	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	2.76	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	1.79	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.2	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	1794.8	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. MV	-20 *(m)*

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats	21a (zwart) 15m paal				
Sondering	DKM-17.S06				
Diameter paalpunt	0.4	*(m)*	$O_{p;gem}$	1.60	*(m)*
Paalvorm	Vierkant	*(m)*	Deq	0.45	*(m2)*
Δl	4	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.16	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef					
$P_{r;max;punt;i}$<15	7.25	*(MN/m2)*			
$F_{r;max;punt;i}$	1.16	*(MN)*			

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	13	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	12	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	2	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)
$P_{r;max;schacht;i}$	0.07625	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.01	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	7.625	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	0.49	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	1.65	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	1.07	*(MN)*	$F_{r;max;i} / \Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.2	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	1072.9	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. MV	-15 *(m)*

Berekening portaal BSL-TNZ 150kV **Zwart**

Krachten op BSL-TNZ 150kV		AHEAD			BACK			
		V	T	L	V	T	L	Samengestelde kracht (N)
NL3/1b	GW / opgw	412	996	15928	0	0	0	15959
Wind, -20°C	150C1F1	-101	1534	46942	0	0	0	46967
Permanent loads yg= 1.2	150C1F2	1741	1434	46381	0	0	0	46403
Wind angle: 90°	150C1F3	1741	1434	46381	0	0	0	46403

NL1/1a
Wind, 10°C
Permanent loads yg= 1.2
Wind angle: 90°

	Type	Diameter	wanddikte	A (mm2)	W (mm3)	m3	kg	N
Type kolom	914/16	914	16	45943	10497896	0,87	6852	67222
Type ligger	610/12.5	610	12,5	23955	3653083	0,43	3385	33205

Berekening spanning onderin de kolom

Geleider	Kracht (N)	Aantal (x)	Totaal (N)	Hoogte (m)	Moment (kNm)
GW / opgw	16	2	32	19	606
150C1F1	47	1	47	15	705
150C1F2	46	1	46	15	696
150C1F3	46	1	46	15	696
Totaal (kNm)					2703

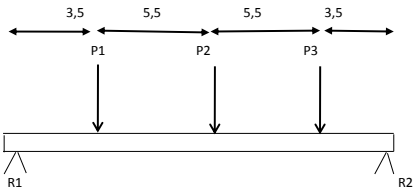
	Kolom		
Windbelasting (0,3 kN/m2)	0,274	(kN/m1)	
	49,49	(kNm)	
	Ligger		
	0,183	(kN/m1)	
	24,71	(kNm)	

De belasting wordt verdeeld over	2	palen	
Moment per paal wordt:	1413,4	(kNm)	
Type kolom	914/16		
Weerstandsmoment	10497895,7	mm3	In beschouwde vlak
Spanning in paal	135	Mpa	

Krachten in vertikale richting

	Geleider	V		
Dominate belasting	GW / opgw	0,4	(kN)	
	150C1F1	-0,1	(kN)	
	150C1F2	1,7	(kN)	
	150C1F3	1,7	(kN)	
Totaal (N) Uit geleiders		4	(kN)	
Totaal (N) uit portaallichaam		168	(kN)	
Per paal		86	(kN)	
Spanning per paal		1,87	Mpa	
Totale spanning		136,50	MPa	
Toelaatbare spanning		284	Mpa	80% van 355 Mpa
Unity check		0,48		Kolom voldoet

Spanning in ligger



Type ligger	610/12.5						
Weerstandsmoment	3,65E+06	mm3	Staalkwaliteit	355	MPa	Lengte	18 mm
			Vloeigrens	80%			18 m
			Toelaatbaar	284	MPa		
150C1F1	47						
150C1F2	46						
150C1F3	46						
R1	70	(kN)					
R2	70	(kN)					

			Spanning	Unity check	
M1	243,9	(kNm)	66,76	0,24	Ligger voldoet
M2	372,0	(kNm)	101,84	0,36	Ligger voldoet
M3	243,9	(kNm)	66,76	0,24	Ligger voldoet

Funderingsbelasting

Paalafstand	3	(m)
Moment	1413	(kNm)
Kracht (druk & trek)	471	(kN)

Engineering verbinding ZW380
Deelgebied 2: WAP – Rilland
Vergunningsdocumentatie

TenneT TSO B.V.

Rapport nr.: 13-0891, revisie 9.0
Datum: 2015-03-17



		DNV GL - Energy
Rapport titel:	Engineering verbinding ZW380	KEMA Nederland B.V.
	Deelgebied 2: WAP - Rilland	Postbus 9035
	Vergunningsdocumentatie	6800 ET ARNHEM
Klant:	TenneT TSO B.V.	
	Projectnummer 000.145.11	
		Tel: +31 26 356 9111
Datum:	2015-03-17	KvK 09080262
Project nr.:	74102194	
Unit:	PMT/POL	
Rapport nr.:	13-0891, revisie 9.0	

Auteur:	Beoordeeld:	Goedgekeurd:
A. Peroz B.J.T. Jansen	A.J.P. van der Wekken	A. van der Wal

☒ Unrestricted distribution (internal and external)
☐ Unrestricted distribution within DNV GL
☐ Limited distribution within DNV GL after 3 years
☐ No distribution (confidential)
☐ Secret

Reference to part of this report which may lead to misinterpretation is not permissible.

Versie	Datum	Reden voor uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
9.0	2015-03-17	Reconstructie Krabbendijke	A. Peroz B.J.T. Jansen	A.J.P. van der Wekken	A. van der Wal

© 2015 KEMA Nederland B.V.

Inhoud

VERSIEBEHEER 1

MANAGEMENT SAMENVATTING 2

1 INLEIDING EN SCOPE 3
1.1 BO ontwerp 4

2 UITGANGSPUNTEN 4
2.1 Toegepaste geleidertypes en hun kenmerken 5

3 ONTWERP MASTENFAMILIE 6
3.1 Masttype 7
3.2 Indeling masttype 8
3.3 Mastafmetingen 10
3.4 Mastdimensionering 10
3.5 Verhoogde mast Zuid-Beveland kanaal 11
3.6 Belastingsgevallen 11
3.7 Windrichting 13
3.8 Richting van de krachten 14
3.9 Voorbeeld mastbelasting 14
3.10 Constructie typering 15

4 ONTWERP FUNDATIEFAMILIE 16
4.1 Funderingsprincipe 16
4.2 Materialen 17
4.3 Overige uitgangspunten 18
4.4 Voorspanning 19
4.5 Berekening onderplaat betonfundering 19
4.6 Ondersteuning betonpoer 19
4.7 Fundatie belastingen 20

5 ONTWERP TIJDELIJKE KRUISINGEN ALGEMEEN 21
5.1 Jukken 21
5.2 Kruising met A58 - 1 22
5.3 Kruising met N289 22
5.4 Kruising met spoorweg 22
5.5 Kruising Kanaal door Zuid-Beveland 22
5.6 Kruising met N673 23
5.7 Kruising met N289, spoorweg en A58-2 23
5.8 Overzicht en de duur van de stremmingen 23
5.9 Stremming Kruising Kanaal door Zuid-Beveland 23

6 RECONSTRUCTIE HOOGSPANNINGSLIJNEN 24
6.1 150 kV GSP – WAP – KNG – RLL nabij WAP 24
6.2 Aansluiting DT1 op de bestaande mast 354 32

7 ONTWERP OPSTIJGPUNT PORTAAL 38

8 ONTWERP OPSTIJGPUNT LANGS MAST 38

9 LIJST MET BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN 39

Appendix A Tekeningen
Appendix B Berekeningen
Appendix C Voorbeeld Sondering DKM-39 S01
Appendix D Voorbeeld fundatie ZWW2S400
Appendix E Masttypen ZWW2SXXX en ZWW2HXXX
Appendix F Masttypen ZWW4SXXX en ZWW4HXXX
Appendix G Masttypen ZWW6SXXX en ZWW6HXXX
Appendix H Masttypen ZWM6SXXX en ZWM6HXXX
Appendix I Voorbeeld jukken

VERSIEBEHEER

Versie	Datum	Auteur	Wijziging
1.0	14-01-2013	GJB	Concept verstuurd aan TenneT
2.0	14-06-2013	GJB	RFA verwerkt+M354 toegevoegd
3.0	27-09-2013	EJP/BJT	RFA verwerkt 2.0 en vier tijdelijke alternatieven reconstructie Krabbendijke
4.0	17-02-2014	BJT	RFA 3.0 verwerkt
5.0	11-04-2014	BJT/AJP	RFA 4.0 verwerkt
6.0	27-06-2014	BJT/AJP	RFA 5.0 verwerkt
7.0	17-09-2014	BJT/AJP	RFA 6.0 verwerkt
8.0	08-12-2014	BJT/AJP	RFA 7.0 verwerkt
9.0	17-03-2015	BJT/AJP	Reconstructie Krabbendijke

MANAGEMENT SAMENVATTING

DNV GL maakt vergunningstechnische ontwerprapporten voor een aantal deeltracés die onderdeel zijn van de nieuwe viercircuit hoogspanningslijn Zuid West 380, (ZW380). Dit document beschrijft het vergunningstechnische ontwerprapport voor het deeltracé 2, de verbinding tussen Willem Anna Polder (WAP) en Rilland en de werkzaamheden naast de (normale) werkzaamheden voor de nieuwe masten. Hierin zijn de volgende onderdelen beschouwd:

- De volgende reconstructies zijn voorzien in deeltracé 2:
  - 150 kV GSP – WAP – KNG – RLL nabij WAP
  - 380 kV verbinding BSL – RLL380, aansluiting mast 1050B op mast 354
  - 380 kV verbinding BSL – RLL380, mast 321 tot en met 328 (nieuwe uitvoering mast 321aN t/m 327N in vakwerk).
- De volgende op- en afstappen zijn voorzien in deeltracé 2:
  - 150 kV Aansluiting WAP
  - 150 kV Kabel aansluiting Kruiningen
  - 150 kV Kabel aansluiting Rilland.
- Kruisingen met onderliggende infrastructuur (weg, water en spoorinfrastructuur):
  - A58 mast 1055 – 1056
  - N289 mast 1056 – 1057
  - Spoorweg mast 1058 – 1059
  - Kanaal door Zuid–Beveland mast 1061 – 1062
  - N673 mast 1067 – 1068
  - N289 + Spoorweg + A58 mast 1101 – 1102.

Dit rapport omvat het vergunningstechnische ontwerp en de resultaten van de toetsingen voor bovenstaande onderdelen.

Wintrack berekeningen

- voor de nieuw te bouwen lijn in deelgebied 2 zijn de volgende berekeningen uitgevoerd:
  - ontwerp mastenfamilie Wintrack
  - ontwerp fundatiefamilie Wintrack.

1 INLEIDING EN SCOPE

TenneT heeft DNV GL opdracht verleend voor het uitvoeren van de engineering van de verbinding ZuidWest 380 kV (ZW380). Het project ZW380 omvat de realisatie van de nieuwe verbinding tussen Borssele en Tilburg en de reconstructie van bestaande 150 en 380 kV-verbindingen, maar ook de nieuwbouw en aanpassing van 150 en 380 kV stations en de nieuwe aanleg van een 150 kV-kabel. Tot slot zullen, nadat de nieuwbouw gereed is, de bestaande verbindingen worden geamoveerd. Omwille van de beheersbaarheid is het gehele tracé in 5 deeltracés ingedeeld. Dit document bevat het vergunningstechnische ontwerp van het deeltracé 2 van de nieuwbouw en aanpassing van de 380 kV en 150 kV bovengrondse verbindingen.

Het deeltracé 2 van ZW380 heeft betrekking op de nieuw te bouwen 380 kV verbinding vanaf mast 1050 in de nabijheid van het bestaande 150 kV station Willem Anna Polder (WAP) tot en met locatie Rilland (RLL380) en de werkzaamheden naast de (normale) werkzaamheden voor de nieuwe masten. Deeltracé 2 zal worden uitgevoerd als een 2x380 + 2x150 kV Wintrack verbinding die daar waar mogelijk zal worden gebundeld met de bestaande 380 kV-lijn Borssele- Geertruidenberg. De twee nieuwe 380kV circuits dienen aangesloten te worden op het nieuw te bouwen station RLL380. De lengte van de verbinding in deeltracé 2 is ongeveer 20,4 km.

Dit document behandelt het vergunningstechnische ontwerp van de in de werkomschrijving van TenneT omschreven kruisingen, reconstructies, amoveringen en tijdelijke lijnen. De scope in deeltracé 2 betreft de volgende onderdelen:

- De volgende reconstructies zijn voorzien in deeltracé 2:
  - 150 kV GSP – WAP – KNG – RLL nabij WAP
  - 380 kV verbinding BSL – RLL380, aansluiting mast 1050B op mast 354.
- De volgende op- en afstappen zijn voorzien in deeltracé 2:
  - 150 kV aansluiting WAP
    - plaatsen 2-circuit juk ten behoeve van de afspanning van de bestaande 150 kV lijn
    - witte circuit aansluiten op de Wintrack mast vanaf het 2-circuit juk
    - plaatsen 1-circuit juk aan zuidzijde van de nieuwe lijn
    - zwarte circuit aansluiten op de Wintrack mast vanaf het 1-circuit juk
  - 150 kV kabelaansluiting Kruiningen
  - 150 kV kabelaansluiting Rilland.
- Kruisingen met onderliggende infrastructuur (weg, water en spoorinfrastructuur):
  - A58 mast 1055 – 1056
  - N289 mast 1056 – 1057
  - Spoorweg mast 1058 – 1059
  - Kanaal door Zuid–Beveland mast 1061 – 1062
  - N673 mast 1067 – 1068
  - N289 + Spoorweg + A58 mast 1101 – 1102.
- Wintrack berekeningen
  - voor de nieuw te bouwen lijn in deelgebied 2 zijn de volgende berekeningen uitgevoerd:
    - ontwerp mastenfamilie Wintrack
    - ontwerp fundatiefamilie Wintrack.

1.1 BO ontwerp

In document, "Basis ontwerp Zuid West 380 Deeltracé 2, versie 1.1, d.d. juni 2012, heeft TenneT een BO gemaakt van het desbetreffende tracé.

Het voorliggende document bevat een verdere detaillering van deze technische keuzes. Het elektrisch ontwerp is opgenomen in document "12-01844 Engineering ZW380 EOR DT2". Het mechanisch ontwerp is opgenomen in document " 12-01845 Engineering ZW380 MOR 8.0".

2 UITGANGSPUNTEN

De in de onderstaande opsomming opgenomen documenten zijn de uitgangspunten voor het vergunningstechnische ontwerp van het betreffende deeltracé:

- tekeningen Mott Movares, lengteprofiel Borssele – Tilburg ZW380 "Preliminary Line Profile Drawings, Section DT2 (Structure 1050 to 1105)", ZW380_LPD_DT2-P2_ALT-4_150220
- NEN - EN50341-1, "Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen - Gemeenschappelijke specificaties
- NEN - EN50341-1-3, "Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning - Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten"
- NEN-EN 1990:2002, "Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp"
- NEN-EN 1993, "Ontwerp en berekening van staalconstructies"
- NEN-EN1994, "Ontwerp en berekening van betonconstructies"
- NEN-EN 1997: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels
- CUR2001-4, "Ontwerpregels voor trekpalen"
- lijnen – "Standaard Programma van Eisen" met referentie PVE.05.000 versie 1.0 d.d. 25 november 2010
- lijnen – "Specifiek Programma van Eisen ZuidWest 380kV" met referentie PVE.05.001 versie 2.3 d.d. 14 september 2012
- werkomschrijving engineering bovengrondse verbindingen ZW380 versie 1.0 d.d. juni 2012
- rapportage "ZW380 matrices" met als kenmerk 12-01997
- rapportage "Uitgangspuntendocument ZW 380"met als kenmerk 12-01483
- memo " Onderbouwing VNB tijden " met als kenmerk 13-1634
- document 30613067 – Consulting 07-0638 Tripout level
- mechanisch ontwerprapport DT2 "12-01845 Engineering ZW380"

Het overzicht van de gebruikte software is vermeld in tabel 1.

Tabel 1 Overzicht toegepaste software

Programma	Versie
PLS-CADD/Tower	12.50
Autocad	12.00

2.1 Toegepaste geleidertypes en hun kenmerken

Tabel 2geeft de geleidertypes en hun kenmerken aan die toegepast zijn in de ZW380 verbinding als in de 150 kV verbinding RLL-GSP150.

Tabel 2 Toegepaste geleidertypen met bijbehorende kenmerken

			Trekparameter 10°C [m]	Oppervlak [mm2]	Diameter[mm]	Gewicht [kg/km]	Maximale trekbelasting [N]	Elasticiteit modulus [N/mm2]	Uitzettingscoëfficiënt [1/°C]	Aantal geleiders per bundel [stuks]	Bundel afmetingen verticaal [mm]	Nominale bedrijfsspanning [kV]	Maximale temperatuur ° [C]	Minimale temperatuur ° [C]	IJsbelasting [vd]
GSP- RLL 150 kV	Fase geleider lijn	ACSR 20/224	1100	244,5	20,34	775	63500	66000	2,04E-5	2	400*	150	80	-20	1,8
	Bliksemdraad	ACSR 30/52	1600	82,35	11,75	378	44700	105500	1,53E-5	1	0	0	35	-20	5
ZW380 kV	Fase geleider 380 kV	LF AMS 620 UHC AAAC UHC	1800	620,9	32,4	1771	185800	56000	2,03E-05	4	500	380	70	-20	1,8
	Fase geleider 150 kV	LF AMS 620 UHC AAAC UHC	1800	620,9	32.4	1771	185800	56000	2,03E-05	2	500	150	70	-20	1,8
	OPGW	BRUGG OPGW 226-AL3/38-A20SA	1800	264	21,7	980	119000	81000	2,02E-05	1	0	0	35	-20	5
	Retour-stroomgeleider	WDI AACSR acc. ASTM B232 HAWK	1800	281,1	21,8	971	135000	47000	2,03E-05	2	200	0	35	-20	5

			Trekparameter 10°C [m]	Oppervlak [mm2]	Diameter[mm]	Gewicht [kg/km]	Maximale trekbelasting [N]	Elasticiteit modulus [N/mm2]	Uitzettingscoëfficiënt [1/°C]	Aantal geleiders per bundel [stuks]	Bundel afmetingen verticaal [mm]	Nominale bedrijfsspanning [kV]	Maximale temperatuur ° [C]	Minimale temperatuur ° [C]	IJsbelasting [vd]
BSL – RLL380	Fase geleider bestaand	ACSR 423/37	1575	460,53	27,93	1517	118000	66000	2,03E-05	3	500	380	90	-20	1,8
	Bliksemdraad	Hawk_St/Al	1575	280,84	21,77	978,4	135000	76000	1,89E-05	1	0	0	35	-20	5
	OPGW	NKT LES 226/44 AMS	1575	271,1	21,7	950	121100	84000	1,98E-05	1	0	0	35	-20	5

* Horizontale ophanging

3 ONTWERP MASTENFAMILIE

De ontwerpbelastingen voor de Wintrack II masten voor de nieuwe verbinding tussen Borssele en Tilburg (ZW380) zijn gebaseerd op het DNV-KEMA document 74102018-ETDPOL 12-01908 Geleiderhoogte ZW380 versie 1.1.

Voor alle masten, welke in deeltracé 2 zijn opgenomen, zijn de ontwerpbelastingen bepaald. De belastingen zijn zo opgesteld dat deze niet locatie specifiek worden bepaald maar generiek voor de gehele verbinding. In deeltracé 2 worden geen masten site specifiek bepaald.

Het van TenneT ontvangen bestand: "Staking-Table_DT1-DT2-RLL380 140902" is gebruikt als referentie voor het bepalen van de masttypen voor deeltracé 2.

In paragraaf 3.1 zijn, per masttype, de windspan per zijde, de maximale lijnhoek en de aangrenzende masten gegeven. In paragraaf 3.2 is een overzicht gegeven van alle bijbehorende bijlagen. Een tekening en verklaring van de ophangpunten is gegeven in appendix E tot en met H. Hoe de belastingsgevallen, belastingsfactoren en de wind richtingen zijn gedefinieerd wordt verklaard in de paragrafen 3.6 en 3.7. Een voorbeeld van de in de bijlage opgenomen belastingsgevallen is weergegeven in paragraaf 3.9. Paragraaf 3.5 gaat in op het verhoogde masttype voor het kanaal Zuid-Beveland.

De ontwerpbelastingen voor alle masten, zoals opgenomen in de bijlagen, dienen te worden gebruikt voor de berekening van het mastlichaam van de desbetreffende mast. Aanvullende materiaal- en/of belastingsfactoren zijn van toepassing voor de isolatoren en andere componenten. De aanvullende belastingsfactoren dienen apart in rekening gebracht te worden voor deze onderdelen.

Voor het project ZW380 wordt een onderscheid gemaakt tussen een aantal veldlengten. Er wordt een onderscheid gemaakt in de onderstaande opgesomde veldlengte:

- 240
- 350
- 400
- 450.

Voor steunmasten met een verhoging van maximaal 10 meter geldt verder dat deze berekend worden voor een maximale lijnhoek van 2 x 2.5°. Voor verhogingen hoger dan 10 meter worden voor de steunmasten ontwerpbelastingen opgesteld zonder lijnhoek. Als er locaties zijn met een verhoging groter dan 10 meter en waarop een hoek optreedt worden deze als specials behandeld.

Voor hoekmasten wordt er een onderscheid gemaakt in de maximaal toelaatbare hoek op de mast. Er wordt per onderscheid een aparte codering aangehouden voor de masten:

- hoeken tussen de 180° en 150° -> codering K -> voorbeeld ZWWXHKXXX
- hoeken tussen de 150° en 130° -> codering L -> voorbeeld ZWWXHLXXX
- hoeken tussen de 130° en 120° -> codering M -> voorbeeld ZWWXHMXXX.

3.1 Masttype

Alle masttypen voor de ZWW2, ZWW4, ZWW6 en ZWM6 voor de nieuwe verbinding welke in deeltracé 2 voorkomen zijn opgenomen in onderstaande tabel. Voor de opstijgmasten is een afspanning van de 150 kV naar de grond voorzien langs de mast. Voor het ontwerp zie document ZW380 met rapport nummer 74102914-ETD/POL 13-3149.

Tabel 3 Masttypen

Mast type	Max. ahead span [m]	Max. back span [m]	Max. Lijn hoek [deg]	Mast type aangrenzende mast
ZWM6S350	350	350	2 x 2,5	ZWM6HK350
ZWW2HK400	400	400	2 x 15	ZWW2HK400
ZWW2S400+5	400	400	2 x 2,5	ZWW2HK400
ZWW4AA400	400	400	2 x 15	ZWW4HK400
ZWW4AE400	400	-	-	ZWW4HK400
ZWW4HK400	400	400	2 x 15	ZWW4HK400
ZWW4HK400S+5	400	400	*	ZWW4HK400
ZWW4HK450	450	450	2 x 15	ZWW4HK450
ZWW4HK450+5	450	450	2 x 15	ZWW4HK450
ZWW4HL350+10	350	350	2 x 25	ZWW4HL350
ZWW4HL400	400	400	2 x 25	ZWW4HK400
ZWW4HL400+5	400	400	2 x 25	ZWW4HL400
ZWW4HL450+5	450	450	2 x 25	ZWW4HL450
ZWW4HL450	450	450	2 x 25	ZWW4HL450
ZWW4HM400+5	400	400	2 x 30	ZWW4HM400

Mast type	Max. ahead span [m]	Max. back span [m]	Max. Lijn hoek [deg]	Mast type aangrenzende mast
ZWW4S350+10	350	350	2 x 2,5	ZWW4HK350
ZWW4S400	400	400	2 x 2,5	ZWW4HK400
ZWW4S400+10	400	400	2 x 2,5	ZWW4HK400
ZWW4S400+5	400	400	2 x 2,5	ZWW4HK400
ZWW4S450	450	450	2 x 2,5	ZWW4HK450
ZWW4S450+5	450	450	2 x 2,5	ZWW4HK450
ZWV4S400+33	400	400	-	ZWW4S400+10

* Mast is locatiespecifiek, zie tabel 20

3.2 Indeling masttype

De ontwerpbelastingen per masttypen zijn weergegeven in desbetreffende bijlagen. In de bijlage is onderscheid gemaakt tussen de verschillende grenstoestanden zoals omschreven in de geldende standaard NEN-EN 50341-1-3. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bijlage per mast type en de bijbehorende masttekening.

Tabel 4 Bijlage referentie

Masttype	NL1. Uiterste grenstoestand	NL3. Speciale grenstoestand	NL4. Bruikbaarheids grenstoestand
ZWM6S350	BB	-	BB2
ZWW2S400+5	BS	-	BS2
ZWW4AA400	AY	AY1	AY2
ZWW4AE400	AR	-	AR2
ZWW4HK400	I	I1	I2
ZWW4HK400S+5	BZ	BZ1	BZ2
ZWW4HK450	M	M1	M2
ZWW4HK450+5	BT	BT1	BT2
ZWW4HL350+10	BU	BU1	BU2
ZWW4HL400	J	J1	J2
ZWW4HL400+5	CC	CC1	CC2
ZWW4HL450+5	BV	BV1	BV2
ZWW4HL450	CN	CN1	CN2
ZWW4HM400+5	L	L1	L2
ZWW4S350+10	BW	-	BW2
ZWW4S400	N	-	N2
ZWW4S400+10	O	-	O2
ZWW4S400+5	R	-	R2
ZWW4S450	S	-	S2
ZWW4S450+5	T	-	T2
ZWV4S400+33	CL	-	CL2

Voor de laatste revisie van de tekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102914-ETD/POL 13-3149.

De bijlage, behorende bij de kolommen NL1 en NL3, dienen te worden gebruikt voor het bepalen van de mast sterkten. De bijlage, behorende bij de kolommen NL4, zijn van toepassing voor de het bepalen van de doorbuigingen en kromming van de masten. De schematische weergave van de punten waarop de belastingen aangrijpen zijn in appendix E tot en met H weergegeven.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van het tekeningnummer per masttype.

Tabel 5 Bijlage referentie

Masttype*	Tekening nummer:
ZWM6S350	74102194-035-181V
ZWW2S400+5	74102194-035-022V
ZWW2HK400	74102194-035-031V
ZWW4AA400	74102194-035-401V
ZWW4AE400	74102194-035-403V
ZWW4HK400	74102194-035-091V
ZWW4HK400S+5	74102194-035-100V
ZWW4HK450	74102194-035-111V
ZWW4HK450+5	74102194-035-114V
ZWW4HL350+10	74102194-035-077V
ZWW4HL400	74102194-035-094V
ZWW4HL400+5	74102194-035-099V
ZWW4HL450+5	74102194-035-115V
ZWW4HL450	74102194-035-112V
ZWW4HM400+5	74102194-035-096V
ZWW4S350+10	74102194-035-064V
ZWW4S400	74102194-035-081V
ZWW4S400+10	74102194-035-083V
ZWW4S400+5	74102194-035-082V
ZWW4S450	74102194-035-101V
ZWW4S450+5	74102194-035-102V
ZWV4S400+33	74102194-035-670V

Voor de laatste revisie van de tekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

3.3 Mastafmetingen

De mastafmetingen van de ZW380 masten zijn indicatief bepaald voor de verschillende masttypen binnen deeltracé 2. In paragrafen 3.6 en 3.7 worden de belastingsgevallen en windrichtingen voor het bepalen van de mastafmetingen verder verklaard. In het mastenontwerpdossier, met documentnummer 13-3149, zijn de afmetingen en de mastvoetmomenten gegeven. De resultaten van de berekening dienen als input voor het ontwerp van de fundatie.

3.4 Mastdimensionering

De in appendix B gegeven optredende belastingen uit de geleider dienen als input voor de berekening van het mastlichaam. De constructieberekeningen van de masten zijn weergegeven in de bijlagen conform onderstaande tabel.

Tabel 6 Bijlage mastdimensionering bepaling

Masttype	Mastdimensionering
ZWM6S350	BBB
ZWW2S400+5	BBS
ZWW2HK400	BH
ZWW4AA400	BAY
ZWW4AE400	BAR
ZWW4HK400	BI
ZWW4HK400S+5	BBZ
ZWW4HK450	BM
ZWW4HK450+5	BBT
ZWW4HL350+10	BBU
ZWW4HL400	BJ
ZWW4HL400+5	BCC
ZWW4HL450+5	BBV
ZWW4HL450	BCN
ZWW4HM400+5	BL
ZWW4S350+10	BBW
ZWW4S400	BN
ZWW4S400+10	BO
ZWW4S400+5	BR
ZWW4S450	BS
ZWW4S450+5	BT
ZWV4S400+33	nvt

Voor de laatste revisie van de berekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

3.5 Verhoogde mast Zuid-Beveland kanaal

Voor het project Engineering R380 Noord heeft DNV KEMA de gevoeligheid voor vortex excitatie van verhoogde masten onderzocht. Om onder andere vortex te voorkomen worden masten hoger dan 80m uitgevoerd als vakwerkmast. De resultaten van dit onderzoek hebben ook invloed op het ZW380 project.

Om het Zuid Beveland kanaal te kruisen is er een mast hoger dan 80 meter benodigd. Dit in verband met de gewenste doorvaarthoogte. Als gevolg van dit onderzoek worden de masten ten behoeve van de kruising van het Zuid Beveland kanaal uitgevoerd als vakwerkmast. De resultaten van de verhoogde vakwerkmast, ZWV4S400+33, bij het Zuid Beveland kanaal zijn terug te vinden in rapport 74102194-ETD-POL 13-4380 en 74102194-ETD-POL 13-3149.

3.6 Belastingsgevallen

3.6.1 Omgevingscondities

De volgende omgevingscondities zijn in acht genomen:

- wind regio : 2
- referentie periode : 50 jaar
- ijsgebied A voor bliksemdraad en OPGW : 5√d
- ijsgebied A voor retourstroom geleider : 5√d
- ijsgebied B voor fase geleider : 1,8√d.

Voor alle masten zijn de belastinggevallen en betreffende combinatie factoren toegepast zoals omschreven in de NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1, 4.2.11/NL.3 en 4.2.11/NL.4.

3.6.2 Uiterste grenstoestand

Tabel 4.2.11/NL.1 omschrijft de belastinggevallen voor de uiterste grenstoestand met de bijbehorende partiële en combinatie factoren voor alle masttypen. De belastingfactoren zijn weergegeven in tabel 7. De resultaten voor de mastbelastingen van de uiterste grens toestand zijn weergegeven in rapport nummer 74102914-ETD/POL 13-3149.

Tabel 7 Uiterste grens toestand

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 γ_G = 0,9.
[2] Only the load at the end of the crossarm, see 4.2.6.
[3] $\chi_Q = \chi_o \cdot \gamma_Q$, with reference to ENV 1991-1 "Basis of Design".

3.6.3 Speciale grenstoestand

Tabel 4.2.11/NL.3 omschrijft de belastinggevallen welke van toepassing zijn voor de special grenstoestand waarbij rekening gehouden wordt met de desbetreffende partiële factoren en combinatie factoren. De speciale grenstoestand is alleen van toepassing voor de hoekmasten. Bij de belastinggevallen, in de speciale grenstoestand, wordt rekening gehouden met de afwezigheid van geleiders van een geheel veld of aan 1 zijde van een veld. De resultaten voor de speciale grenstoestand zijn weergegeven in rapport nummer 74102914-ETD/POL 13-3149. De belastingfactoren zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 8 Special limit state

Table 4.2.11/NL.3 - Partial factor and combination factor (special limit state)

Load case and temperature	Value for γ_G, γ_Q, χ_Q and γ_A for the ultimate limit state during specific circumstances				
	γ_G [1]	γ_Q or χ_Q [4],[5]			γ_A
Loads	G_K	Q_{PK}	Q_{WK}	Q_{iK}	A_K
1a Wind, 10° C	1,2	-	0,78	-	-
1b Wind, - 20° C	1,2	-	0,24	-	-
3 Wind+ice - 5° C	1,2	-	0,36	0,34 0,12	-
4 Construction/maintenance + 5° C	1,2	1,2	0,24	-	-

1) If permanent loads have a positive effect on the structural forces e.g. uplift forces on foundation γ_G = 0,9.
2) For ice region B.
3) For ice region C.
4) $\chi_Q = \chi_o \gamma_Q$, with reference to ENV 1991-1 "Basis of Design".
5) γ_Q = 1,2, based on the assumption that the specific circumstances exist during a period of maximum 1 year.

3.6.4 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Tabel 4.2.11/NL.4 omschrijft de belastinggevallen welke van toepassing zijn voor de bruikbaarheidsgrenstoestand waarbij rekening gehouden wordt met de desbetreffende partiële factoren en combinatie factoren. Deze tabel is van toepassing voor alle masttypen. De hieruit voorkomende belastingen zijn toepasbaar voor het bepalen van de doorbuiging en kromming van de masten. De resultaten voor de bruikbaarheidsgrenstoestand zijn weergegeven in rapport nummer 74102914-ETD/POL 13-3149. De belastingfactoren zijn in onderstaande tabel weergegeven.

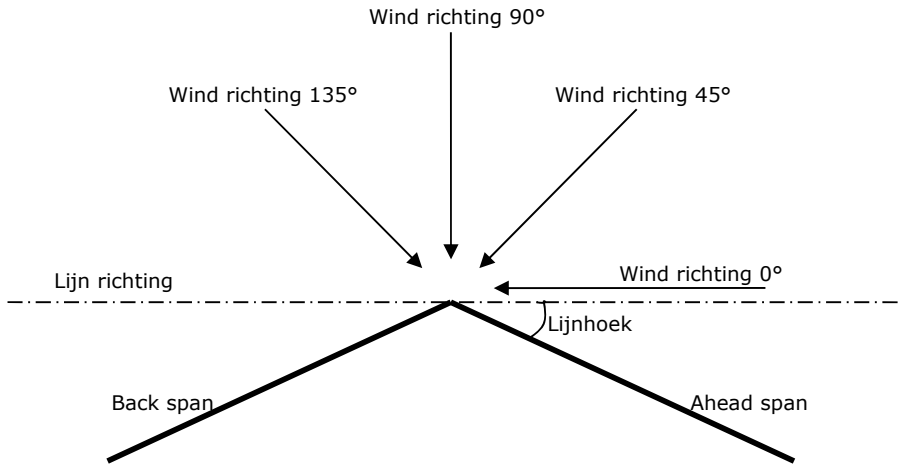
Tabel 9 Bruikbaarheidsgrenstoestand

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	-	-

3.7 Windrichting

De gespecificeerde windhoeken (0^0 / 45^0/ 90^0/ 135^0) zijn beschouwd ten opzichte van de richting van de lijn. De windrichtingen zijn in onderstaande figuur verduidelijkt.



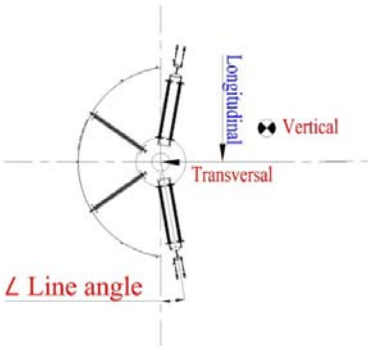
Figuur 1 Windrichting

3.8 Richting van de krachten

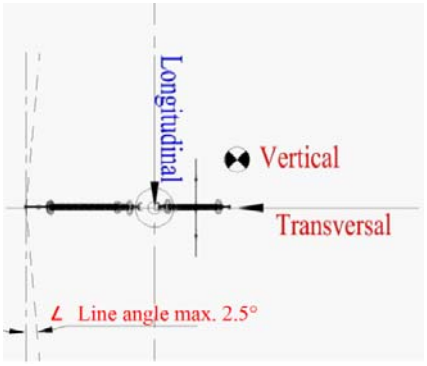
De krachten op de ophangpunten van de geleider worden berekend in drie richtingen zijnde: verticaal, longitudinaal en transversaal.

De volgende omschrijvingen worden toegepast voor de richting van de krachten:

- longitudinaal : in de richting van de hoogspanningslijn
- transversaal : loodrecht op de hoogspanningslijn
- verticaal : naar beneden gericht.



Figuur 2 Hoek- en eindmasten



Figuur 3 Steunmasten

3.9 Voorbeeld mastbelasting

Een voorbeeld van het resultaat van de mastbelasting berekening, is hieronder in tabel 10 verder verklaard.

Tabel 10 Voorbeeld belastingsgeval

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	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
	PL	4617	17812	36487	0	0	0

Belastinggeval omschrijving volgens NEN-EN 50341-3-15

Ophangpunt op de mast

Belastingen in ahead richting in N

Belastingen in back richting in N

eigen gewichtsfactor y_g

Aanblaas hoek wind

3.10 Constructie typering

Veiligheidsklasse	3	1)	$\gamma_{f;g}$ =	1.20	$\gamma_{f;q}$ =	1.50
		2)	$\gamma_{f;g}$ =	1.35		
Referentie periode	50 jaar					
Windgebied	II		onbebouwd			

3.10.1 Normcapaciteit

Of de capaciteit van de mast voldoende is voor de optredende belasting wordt als volgt geverifieerd (NEN-EN 50341-3-15, paragraaf 7.4.5.4):

Tabel 11 Capaciteit conform NEN-EN 50341-3

Normaalkracht [N]			Buigend Moment [M]		
Voorwaarde:	d/t <90*ε2	90*ε2 <d/t<315*ε2	Voorwaarde:	d/t <157,5*ε2	157,5*ε2 <d/t<315*ε2
Reductiefactor ρA	1,0	0,3 + 63* ε2*t/d	Reductiefactor ρw	1,0	0,6 + 63* ε2*t/d

Met:

$$A_{eff} = \rho_A \times A$$

$$W_{eff} = \rho_W \times W$$

Aan het volgende criterium moet voldaan worden:

$$\frac{N}{A_{eff}} + \frac{M}{W_{eff}} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

Met: γ_{M1} = 1,0

4 ONTWERP FUNDATIEFAMILIE

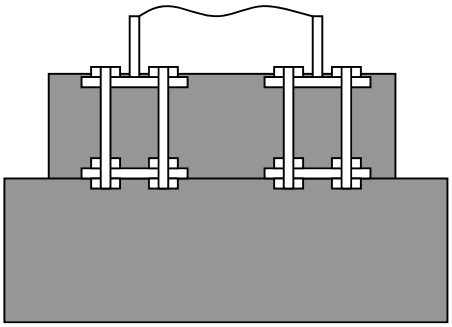
Het funderingontwerp is gebaseerd op een betonnen poer, samengesteld uit opstort en onderplaat, met een voorgespannen ingestorte kooianker. Het funderingsprincipe is identiek aan wat is gepland bij de Wintrack masten voor Randstad 380. Uitgangspunt is een smalle opstort van 1,8 meter hoogte waarvan 0,3 meter boven maaiveld. Op deze wijze is het grondbeslag minimaal maar is relatief veel ontgraving nodig door de diepe ligging van de grondplaat.

Dit hoofdstuk beschrijft het voorontwerp van funderingsconstructies. Uitgangspunt is dat zowel de opstort als de onderplaat cirkelvormig is. Voor de opstort is dat om esthetische redenen. Gezien de verschillende richtingen van de belastingen is een cirkelvormige onderplaat bij een hoekmast het meest optimaal. Indien de hart op hart afstand van de masten kleiner is dan 10 meter wordt er een rechthoekige onderplaat toegepast. Deze wordt haaks op de lijn geprojecteerd.

Uitgangspunt is dat betonkwaliteit C38/45 toegepast kan worden en dat naast het gebruikelijke wapeningsstaal geen splijtwapening nodig is. Om de druk op het beton binnen de toelaatbare grenzen te houden zonder toepassing van splijtwapening dient de mastvoet voldoende breedte te hebben.

4.1 Funderingsprincipe

Het funderingsprincipe is gebaseerd op een kooianker met een instortring en voorspanning op de bouten.



Figuur 4 Kooianker met instortring en voorspanning

Een betonfundering met voorgespannen kooianker wordt toegepast in de Wintrack masten te Bleiswijk en is voorzien voor de verbinding Randstad 380 Zuid. Door deze toepassing is dit principe een proven technologie. Op basis van een door KEMA in 2011 gehouden beperkte marktconsultatie blijkt dat een betonfundering met voorgespannen kooianker technisch de voorkeur verdiend.

Het uitgangspunt is een betonnen fundering op palen met een kooianker als instortdeel. Het betondeel is opgebouwd uit een relatief smalle opstort met een brede onderplaat. In het standaard ontwerp heeft de opstort een hoogte van 1,8 meter waarvan 1,5 meter onder maaiveld, zoals weergegeven in tabel 12.

De hoogte van de funderingsopstort wordt bepaald aan de hand van de locatie, met name of het landbouwgebied betreft en eventuele begrenzingen aan de ontgravingdiepte. Voor één locatie (twee pylonen) wordt 1 ontgraving toegepast.

Tabel 12 Toepassing fundering

Opstort [m]	Gronddekking [m]	Opstort meter boven maaiveld [m]
1,8	1,5	0,3

4.2 Materialen

De materialen dienen minimaal te voldoen aan:

- kooi-ankers staalkwaliteit 8.8, bouttypes M42 en M48
- beton C38/45, milieuklasse XC4 en XF3, consistentieklasse 3
- ondersabeling met krimpvrije gietmortel, kwaliteit vergelijkbaar met C80 of beter
- prefab beton palen afmeting 400 x 400 of 500 x 500.

Voor zowel de opstort als de funderingplaat wordt betonkwaliteit C38/45 gehanteerd. Afmetingen van de mastvoetflens en de ankerbouten dienen zo gedimensioneerd te worden dat het aanbrengen van voorspanning niet tot een hogere betonkwaliteit leidt. Een reden dat toch betonkwaliteit C45/55 noodzakelijk kan zijn, is de hoge belasting uit de mast. Het betreft hier dan vooral de dwarskracht geïntroduceerd door het mastvoetmoment. Om deze reden dient de mastvoetdiameter niet kleiner te zijn dan de in dit rapport genoemde afmetingen. Dit geldt eveneens voor de hoogte van de onderplaat,

indien de in het vervolg genoemde optimale afmetingen worden aangehouden is geen hogere betonkwaliteit nodig of aanvullende wapening. De fundatie wordt voorzien van prefab betonnen palen van vierkant 400mm. Afhankelijk van de detailberekeningen door de aannemer kunnen de palen in afmeting wijzigen. De afmetingen in dit rapport zijn als aanname bedoeld.

Van betonkwaliteit C45/55 en hoger is de kwaliteit in het werk moeilijker te garanderen, om deze reden dient toepassing van betonkwaliteit C45/55 en hoger zoveel mogelijk vermeden te worden en bij voorkeur niet te worden toegepast.

Een hogere betonkwaliteit, en extra wapening, voor de onderplaat is nodig indien de onderplaat dunner wordt gemaakt omdat er door bevoegd gezag beperkingen worden gesteld aan de ontgravingdiepte.

4.3 Overige uitgangspunten

De ZW380 mastfunderingen dienen aan een aantal uitgangspunten te voldoen, waarvan de belangrijkste in onderstaande tabel worden samengevat. Uitgangspunt is dat zowel de beton opstort als de funderingplaat cirkelvormig zijn.

Per mastlocatie worden twee Wintrack pylonen opgesteld met een zodanig grote hart-op-hart afstand dat het uitgangspunt is dat per mast een aparte fundering wordt gebouwd.

Tabel 13 Uitgangspunten fundatie

Onderwerp	Uitgangspunten / aannames
Hoogte fundering boven maaiveld	Bovenkant fundering, met of zonder opstort, 0,3 meter boven maaiveld
Lengte ankerbouten	Minimaal 1,6 waarvan minimaal 1.3 meter ingestort in fundatie
Diameter opstort	Steunmast Ø diameter buis + 2 x 0,75 m, incl. remming van 0,75 m Hoekmast Ø diameter buis + 2 x 1,0 m, incl. remming van 1,0 m
Diameter funderingplaat	Steunmast Ø 8 m tot Ø 10 m Hoekmast Ø 8 tot Ø 15 m (± 10%) Indien h.o.h. van pylonen <10: rechthoekig 11 x 19 tot 15 x 24 m
Bovenkant funderingplaat	1,5 meter onder maaiveld
Hoogte funderingplaat	Conform tekeningen
Ontgravingsdiepte*	Ontgravingdiepte gelijk aan diepte ligging onderplaat, vermeerderd met 0,4 meter
Gelimiteerde ontgravingsdieptes	3 meter in de meeste provincies
Ontgravingsoppervlak (maaiveldhoogte)	Oppervlakte van de ontgraving op maaiveldhoogte is gelijk aan: ∅ onderplaat + 2x diepteligging onderplaat + rondom 1 meter waarbij beide ontgravingen als een geheel worden uitgevoerd
Voorzieningen	Er worden 2 mantelbuizen voorzien van ∅ 150 mm t.b.v. de telecom doorvoer en 2 mantelbuizen voorzien van ∅ 40 mm t.b.v. de OPGW

* Voor de ontgravingdiepte is 0,4 meter extra genomen ten behoeve van het zandbed en werkvloer

4.4 Voorspanning

De ankerbouten worden zodanig voorgespannen dat bij een belasting uit mast en geleiders tot de Service Limit State (SLS) de voorspanning niet opgeheven wordt. De SLS belasting is in de ontwerpnorm NEN-EN 50341 gedefinieerd als de maximale belasting uit mast en geleiders zonder toepassing van een belastingfactor.

De ankerbouten worden gedimensioneerd op de uiterste grenstoestand (ULS) trekbelasting als gedefinieerd in de ontwerpnorm. Deze is 1,5*SLS (of ULS).

De maximale betondruk op de bovenkant van de opstort is de optelsom van de druk door voorspanning, uitwendige belasting uit de mast en een reductie door de afname van voorspanning bij een uitwendige druk. De reductie op de voorspanning is 15%.

De maximale betondruk is gebaseerd op de belasting: 0,85*SLS + 1,5*SLS = 2,35 SLS (of 1,57*ULS). De maximale trekbelasting in de ankers blijft 1,5*SLS (of ULS).

De betondruk wordt gemaximeerd op 18,9 Mpa, zodat geen splijtwapening nodig is.

4.5 Berekening onderplaat betonfundering

De onderplaat van de fundering wordt op het volledige buig- of kantelmoment uit de mast belast. De kosten van de onderplaat lopen onder de volgende omstandigheden sterk op:

- onder- en bovenwapening niet meer in prefab delen kan worden aangeleverd en door het hoge gewicht matig tot slecht hanteerbaar worden
- ponswapening nodig is.

Voor een kosteneffectieve fundering worden onder- en bovenwapening opgebouwd uit de volgende staven FeB500: Ø 20-100 of Ø 25-110. Dit type wapening is goed hanteerbaar en levert plaatdiktes waarbij geen splijtwapening nodig is en slechts een beperkte hoeveelheid ponswapening. Met een omschrijving als Ø 20-100, wordt bedoeld wapeningstaal met een diameter van 20 mm en een tussenruimte van 100 mm. Een minimale plaatdikte kan bereikt worden bij een wapening van Ø 32-120, deze is slecht hanteerbaar en wordt enkel in combinatie met splijtwapening en ponswapening toegepast. Afmeting van de onderplaat dient conform de tekeningen uitgevoerd te worden.

4.6 Ondersteuning betonpoer

De funderingen worden ondersteund door palen. Afhankelijk van de bodemgesteldheid is de lengte van de palen tussen de 15 en 35 meter. De palen staan in schoorstand (1:8) naar buiten gericht. Het aantal palen is sterk verschillend bij steun- en hoekmasten. Voor aantal benodigde palen wordt verwezen naar vergunningstekeningen. Per locatie zijn er twee funderingen, zodat het genoemde aantal palen per locatie verdubbelt moet worden.

De palen worden gedimensioneerd op de maximaal optredende trekbelasting. De afmetingen van de funderingsplaten zijn zodanig gekozen dat prefab betonpalen, vierkant 400 mm, voldoen. Voor de bepaling van de trekcapaciteit en de drukcapaciteit is sondering DKM-39 S01 gehanteerd, deze opgenomen in appendix C. De paallengte voor deze sondering is 27 meter, deze lengte is gebaseerd op een draagkrachtige laag met een conusweerstand van minimaal 12-14 Mpa met een diepte van 5 meter. Voor de overige sonderingen dienen de paallengte door de aannemer bepaald te worden. De maximale capaciteiten voor druk- en trekwaarde zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 14 Druk- en trekcapaciteit

	400 x 400	500 x 500
Max. Druk [kN]	1875	2695
Max. Trek [kN]	537	670

Er zijn voor deeltracé 2 sonderingen in bezit van DNV GL een overzicht van te verwachten paallengten in dit deeltracé is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 15 Paallengte per sondering

Mast	Sondering	Paallengte [m]
1053	DKM-53.S04	24,5
1063	DKM-63.S03	22,5
1076	DKM-76.S03	29,5
1087	DKM-87.S01	18
1095	DKM-95.S05	20
1101	DKM-101.S01	21

4.7 Fundatie belastingen

De in het mastenontwerpdossier, met documentnummer 13-3149, gegeven optredende mastvoet momenten en verticaal belastingen dienen als input voor de berekening van het fundament. De constructie berekening van de mastfundaties is weergegeven in de bijlagen conform onderstaande tabel. In appendix D wordt de fundatie berekening in stappen verder uitgewerkt door middel van een voorbeeld (ZWW2S400).

Tabel 16 Bijlage mastfundatie bepaling

Masttype	Dimensionering van de fundering
ZWM6S350	CBB
ZWW2S400+5	CBS
ZWW2HK400	CH
ZWW4AA400	CAY
ZWW4AE400	CAR
ZWW4HK400	CI
ZWW4HK400S+5	CBZ
ZWW4HK450	CM
ZWW4HK450+5	CBT
ZWW4HL350+10	CBU
ZWW4HL400	CJ
ZWW4HL400+5	CCC
ZWW4HL450+5	CBV
ZWW4HL450	CCN
ZWW4HM400+5	CL
ZWW4S350+10	CBW
ZWW4S400	CN
ZWW4S400+10	CO
ZWW4S400+5	CR
ZWW4S450	CS
ZWW4S450+5	CT
ZWV4S400+33	nvt

Voor alle ZW380 wintrack masten zijn tekeningen gemaakt. Voor tekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

5 ONTWERP TIJDELIJKE KRUISINGEN ALGEMEEN

5.1 Jukken

In de tekeningen van de desbetreffende kruisingen van de onderliggende infrastructuur worden de posities en de afmetingen van de jukken globaal weergegeven. De aannemer van de jukken zal voor aanvang van de werkzaamheden detailberekeningen van de verankering en het ontwerp uitvoeren ten behoeve van de goedkeuring door de desbetreffende instantie. Een voorbeeld berekening en foto's van de toepassing van de jukken zijn toegevoegd in appendix I. Document "Statik Modul 12m Netz 60 m mit Konterlast" is een voorbeeld berekening van de toepassing van de jukken. Deze jukken zijn toegepast voor de kruising de A12 en de spoorweg bij Bleiswijk. Als verankering zijn hier gewichtsfunderingen toegepast, foto 1. En andere principe van verankering is de toepassing van grondankers, foto 2. In

overzichtstekening 74102194-031-214V is een overzicht gegeven van de toe te passen jukken voor deeltracé 2.



Foto 1 Gewichtsfundering



Foto 2 Grondanker

Voor ieder kruising is een tekening gemaakt waarbij de situatie in beeld wordt gebracht. Daarnaast is een overzicht van de jukken met de bijbehorende afmetingen voor alle kruisingen. Voor afmetingen van de jukken wordt verwezen naar tekening nummer 74102194-031-214V 'Principe tekening jukken".

5.2 Kruising met A58 - 1

De ZW380 verbinding kruist de A58 ter hoogte van mast 1055 en 1056. Voor deze kruisingen wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijden van de A58 worden opgesteld. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummers 74102194-031-200V "Kruising S07".

5.3 Kruising met N289

De ZW380 verbinding kruist de N289 ter hoogte van mast 1056 en 1057. Voor het kruisen van de N289 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N289 worden opgesteld. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-201V "Kruising S08".

5.4 Kruising met spoorweg

De ZW380 verbinding kruist de spoorweg ter hoogte van mast 1058 en 1059. Voor het kruisen van de spoorweg wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de spoorweg worden opgesteld. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-202V "Kruising S09".

5.5 Kruising Kanaal door Zuid-Beveland

De ZW380 verbinding kruist kanaal door Zuid-Beveland ter hoogte van mast 1061 en 1062. De masten 1061 en 1062 zijn verhoogde vakwerkmasten. De vereiste doorvaarthoogte is weergegeven in tabel 4

van elektrisch ontwerp rapport. Voor het kruisen van het kanaal wordt geen gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijden van het kanaal worden opgesteld. Dit omdat de overspanning over het kanaal te groot wordt. Er wordt aanbevolen om ten tijde van het geleider trekken tijdelijk het scheepvaartverkeer stil te leggen.

5.6 Kruising met N673

De ZW380 verbinding kruist de N673 ter hoogte van mast 1067 en 1068. Voor het kruisen van de N673 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N673 worden opgesteld. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-204V "Kruising S11".

5.7 Kruising met N289, spoorweg en A58-2

De ZW380 verbinding kruist de N289, de spoorweg en A58 ter hoogte van mast 1101 en 1102. Voor het kruisen van de N289, de spoorweg en A58 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N289 en de spoorweg en aan beide zijden van A58 worden opgesteld. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-206V "Kruising S13".

5.8 Overzicht en de duur van de stremmingen

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de ingeschatte duur van de stremmingen met onderliggende infrastructuur. Hierin is ook de duur van het overbrengen van de voortrekdraden ten behoeve van het veiligheidsnet meegenomen. Onderstaande tijden gelden zowel bij het opbouwen als bij het afbreken van de jukken.

Tabel 17 Overzicht en de duur van de stremmingen kruisingen

Weg/spoor	Betreffende masten ZW380	Duur stremming [min]
A58 – 1	mast 1055 – 1056	30-60
N289	mast 1056 – 1057	30-60
Spoorweg	mast 1058 – 1059	30-60
N673	mast 1067 – 1068	30-60
N289, spoorweg en A58-2	mast 1101 – 1102	30-60

5.9 Stremming Kruising Kanaal door Zuid-Beveland

Om geleiders te trekken over het kanaal tussen mast 1061 en 1062 wordt voorgesteld om tijdelijk scheepsvaart te stremmen. Intrekken van de geleiders in het vak wordt per bundel uitgevoerd. Hiermee dient de scheepsvaart 16x met 30 minuten gestremd te worden.

6 RECONSTRUCTIE HOOGSPANNINGSLIJNEN

In de tracégegevens tabel wordt aangegeven welke geleiders, bliksemdraden, OPGW's en retourstroomgeleiders er worden gebruikt die de volgende notering gebruiken: (x1)x(x2)x(x3). De volgende tabel geeft de beschrijving van deze notering:

Tabel 18 Notering geleider gegevens

x1	x2	x3
Aantal circuits	Aantal fases per circuit	Aantal draden per bundel

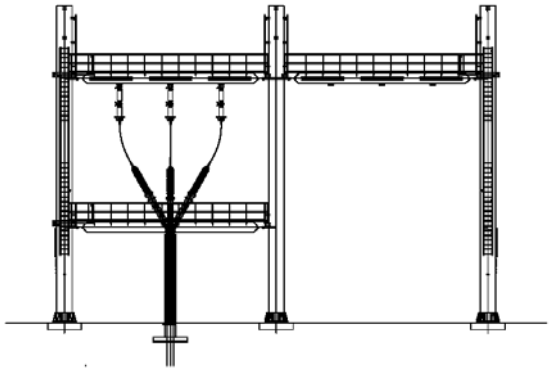
6.1 150 kV GSP – WAP – KNG – RLL nabij WAP

6.1.1 Situatie

De nieuwe 380 kV lijn wordt vlak achter 150 kV station Willem Anna Polder (WAP150) gecombineerd met de bestaande 150 kV lijn RLL-GSP150. De 150 kV lijn wordt op de nieuwe combi-lijn aangesloten door middel van jukken voor de aansluiting.

Jukken

De aansluiting wordt gerealiseerd met behulp van 2 jukken. Het eerste juk is het 2 circuit juk 153a (zie figuur 5) en is gepositioneerd tussen de bestaande mast 154 op station WAP150 en de nieuwe mast 1054. Vanuit WAP150 worden beide circuits van de bestaande lijn afgespannen op het juk.



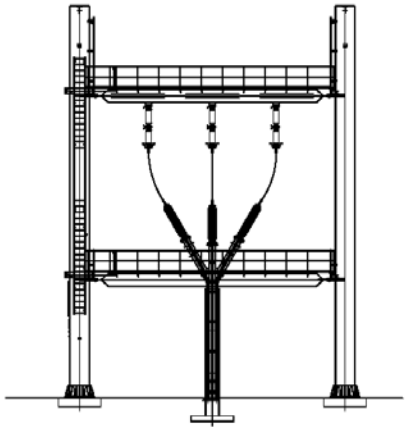
Figuur 5 Juk 153a nabij WAP150

Het witte circuit zal aangesloten worden met de bestaande geleiders op het rechter gedeelte van het juk. Het gedeelte tussen juk 153a en de nieuwe mast 1054 wordt uitgevoerd met nieuwe geleiders, een 2-bundel AMS620. De overgang van de bestaande naar de nieuwe geleiders wordt gerealiseerd in de bretel. Het zwarte circuit zal aangesloten worden met de bestaande geleiders op het linker gedeelte van het juk 153a. Middels een kabelverbinding zal dit zwarte circuit naar het juk 153b gebracht worden aan de

andere zijde van de 380kV verbindingen. Voor het verloop van de bliksemdraden, zie EOR document 12-01844.

Het gedeelte tussen juk 153b en de nieuwe mast 1054 wordt uitgevoerd met nieuwe geleiders, een 2-bundel AMS620.

De bepaling van de bliksemdraden is opgenomen in het elektrotechnisch ontwerprapport. De mast is in onderstaande berekening bepaald met het huidige aantal bliksemdraden.



Figuur 6 Juk 153b nabij WAP150

Tabel 19 Situatie kenmerken mast 155-1054

Mastnummer	155		154		153a		1054
Masttype	T13		T13		Dubbel portaal WAP		ZWW4HK 400S+5
Veldlengte [m]		313		170		170	
Trekparameter [m]		1100		1100		1000	
Lijnhoek ahead [◦]	0		0		0		0
Lijnhoek back [◦]	180		180		180		170
Masthoogte [m]	38,7		38,7		17,95		68,2
Fase geleider		2x3x2 ACSR-224/20		2x3x2 ACSR-224/20		1x3x2 AMS 620	
Bliksemdraad		2x1x1 ACSR 30/52		2x1x1 ACSR 30/52		2x1x1 ST/AMS Hawk	

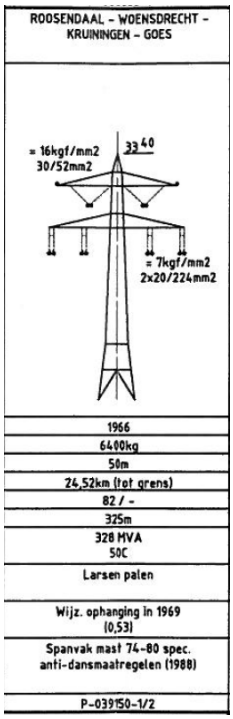
Tabel 20 Situatie kenmerken mast 153b-1054

Mastnummer	153b		1054
Masttype	Enkel portaal WAP		ZWW4HK400S+5
Veldlengte [m]		170	
Trekparameter [m]		1000	
Lijnhoek ahead [◦]	0		0*
Lijnhoek back [◦]	180		170
Masthoogte [m]	17,95		68,2
Fase geleider		1x3x2 AMS 620	
Bliksemdraad		2x1x1 ST/AMS Hawk	

* Op de 380kV verbinding vanaf mast 1053 zit een lijnhoek van 3.5 graden

6.1.2 Geleiderkenmerken

De geleiderkenmerken van de 150 kV Willem Anna Polder – Goes de Poel zijn in tabel 2 weergegeven. De trekparameters zijn afgeleid uit tekeningnummer P-055429-1 van Enexis.



Trekparameter fasegeleider:
Op tekening is optredende trekspanning gegeven van 7 kgf/mm^2 voor de fasegeleider bij -5 °C en ijs of -20 °C.

De fasegeleider is van het type ACSR 20/224 met een soortelijk gewicht van 775 kg/km draad (1603 kg/km met ijs) en een oppervlakte van 244,45 mm^2.

De trekkracht is dan gelijk aan 244,45 * 7 = 1711 kgf. $P = \frac{T}{G} = \frac{1711}{1,603} = 1067m$ bij -5 °C en ijs. Dit levert een trekparameter op, bij 10 °C, van 1100 m.

Trekparameter bliksemgeleider:
Op tekening is optredende trekspanning gegeven van 16 kgf/mm^2 voor de fasegeleider bij -5 °C en ijs of -20 °C. Dit levert een trekparameter op van 1150 m.

De fasegeleider is van het type ACSR 30/52 met een soortelijk gewicht van 378 kg/km draad (1006 kg/km met ijs) en een oppervlakte van 82,35 mm^2.

De trekkracht is dan gelijk aan 82,35 * 16 = 1317 kgf. De bijbehorende trekkracht is dan gelijk aan $P = \frac{T}{G} = \frac{1317}{1,006} = 1309m$ bij -5 °C en ijs. Dit levert een trekparameter op, bij 10 °C, van 1600 m.

6.1.3 Belastingkenmerken

De belasting wordt bepaald door de volgende factoren:

- omgevingsvariabelen:
  - het gehanteerde windgebied is: II onbebouwd
  - de referentieperiode bedraagt 50 jaar
  - ijstracé B voor fasedraad: $1.8\sqrt{d}$
  - ijstracé A voor bliksemdraad: $5\sqrt{d}$
- kenmerken van de fasegeleider en bliksemdraad, zie tabel 2
- trekparameter nieuwe P = 1000 m bij 10 °C windstil
- trekparameter bestaand zie paragraaf 6.1.2.

6.1.4 Belasting op/van constructie

Behalve de belasting uit geleiders wordt de constructie belast door de wind op de mast en het eigen gewicht van de mast. De windbelasting wordt aangebracht door de stuwdruk op een vaste hoogte (10 meter) in twee richtingen op te geven. De stuwdruk bij verschillende hoogten wordt bepaald door een formule die deze variatie beschrijft volgens NEN-EN 50341. De windbelasting op de constructie correspondeert met de windbelasting op de geleiders.

6.1.5 Unity Check

De Unity Check is toegepast om te bepalen bij welke delen van de mast aanpassingen nodig zijn. Hierbij geeft een getalswaarde lager dan (of gelijk aan) 1,0 geeft aan dat de doorsnede voldoet ten aanzien van de capaciteit. De waarde is daarbij een indicatie van de mate van overcapaciteit. Bij een getalswaarde hoger dan 1,0 voldoet de doorsnede niet en zijn aanpassingen noodzakelijk. Ook hierbij geeft de waarde aan hoeveel capaciteit van de doorsnede moet worden verhoogd, of hoeveel de krachten op de betreffende doorsnede moet worden verlaagd. Het eerste is te bewerkstelligen door de dimensies van de doorsnede te vergroten of de kwaliteit te verhogen, het laatste door bijvoorbeeld de constructie te wijzigen. Er zijn alleen aanpassingen toegepast bij een unity check hoger dan 1,0 (alle andere maststaven hebben een lagere unity check). De betreffende aanpassingen voor mast 154 zijn opgenomen in de tekening 74102194-035-605V.

6.1.6 Berekening mast 154 (T13)

In deze paragraaf zijn de geometrische kenmerken, de resultaten van de mechanische belastingen en de benodigde aanpassingen in mast 154 van het type T13 vermeld.

6.1.6.1 Geometrische kenmerken

De gehanteerde hoofdafmetingen, materialen (o.a. aantal en type bouten), profielafmetingen en verbindingskenmerken zijn afgeleid van de door TenneT aangeleverde constructietekeningen voor mast 154. De gebruikte constructietekeningen zijn vermeld in tabel 21.

Tabel 21 - Gebruikte constructietekeningen mast 154 T13

Tekening nummer	Omschrijving
1318-7	1e tussenstuk draagmast T13
A0.64.05-1173	2e tussenstuk draagmast T8 en T13
1318-5	bovenstuk draagmast T8 en T13
5-4-7-6	draagmast T13
A1.150.68-310	Halfverankering in draagmasten
00.027-1	Onderstuk masttype T13 nr. 154
00.027-2	Tussenstuk masttype T13 nr. 154
00.027-3	Boventraverse masttype T13 nr. 154
00.027-4	Ondertraverse masttype T13 nr. 154
00.027-5	Boventraverse masttype T13 nr. 154
00.027-6	Onderdelen tekening t.b.v. tek 3-4-5

6.1.6.2 Resultaten mast 154

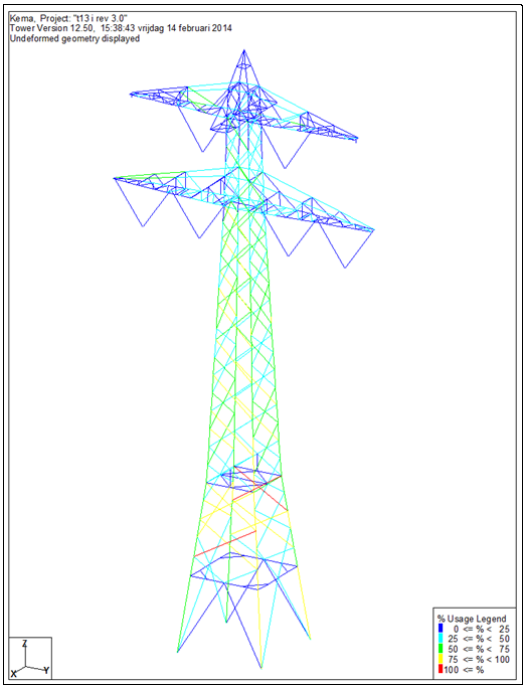
Mast

De berekening op basis van de constructietekeningen, aangeleverd door TenneT, is voor mast 154 van de verbinding 150kV lijn Rilland – Goes voor de nieuwe situatie uitgerekend. In onderstaande tabel zijn de maximale unity check per groep weergegeven welke overschrijden. Groepen welke niet de maximum usage van 100% overschrijden zijn niet weergegeven.

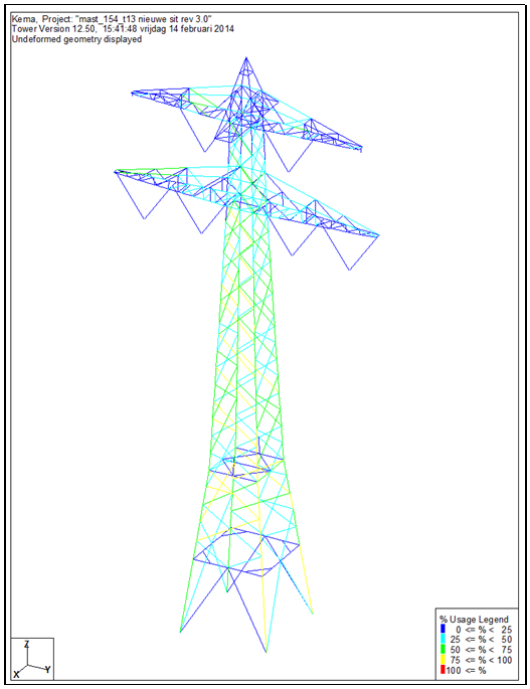
Tabel 22 Maximale usage mast 154

Group label	Angle type	Angle size	Maximum usage [%]
mvd3	GHo	65x65x7	108,4
mvd4	GHo	65x65x7	105,5
mvh4	GHo	75x75x7	126,4

Uit de berekeningen blijkt dat de betreffende mast op enkele locaties in de mast aangepast moet worden. Betreffende aanpassingen zijn ze op tekeningnummer 74102194-035-605V in beeld gebracht. Figuur 8 visualiseert de mast na aanpassing en hieruit is op te maken dat de mast voldoet na aanpassing.



Figuur 7 Initiële overschrijdingen mast 154



Figuur 8 Na modificatie mast 154

Funderingsbelastingen
In de volgende tabel is het vergelijk gegeven tussen de waarde in de bestaande situatie en de nieuwe situatie.

Tabel 23 Funderingsbelasting mast 154 T13

	Mast 154					
	Bestaand	**Nieuw**	**Huidige capaciteit**	**U.c.**	**Nieuwe capaciteit**	**U.c.**
Max. Druk [kN]	485	467	359	1,30	825	0,43
Max. Trek [kN]	-419,0	-405	188	2,15	420	0,96

Zowel de trekkracht als de drukkracht op de fundering nemen in de nieuwe situatie af ten opzichte van de bestaande situatie. Ondanks deze afname is de bestaande fundatiecapaciteit berekend. Hieruit is gebleken dat door aanpassing in de nieuwe norm de fundatie niet voldoet aan de nieuwe belastingen, zie tabel 23. Zie appendix B voor de berekening van de capaciteit. Zie tekening 74102194-032-722V in appendix A voor de principe fundatie aanpassingstekening. Dit principe bestaat uit het toevoegen van 2 extra buispalen die door middel van een zeer stijf juk/balk wordt gekoppeld aan de bestaande fundatie van 0,3m diameter op -10 NAP. Dit principe zal in detail door de aannemer moeten worden uitgedetailleerd.

Er worden 2 extra buispalen met een diameter van 0,3 meter per mast poot toegepast met een lengte van 12,5 meter, zie appendix B.

6.1.7 Ontwerp opstijgpuntportaal

Het ontwerp van het 150 kV opstijgpunt in het portaal staat omschreven in hoofdstuk 7.

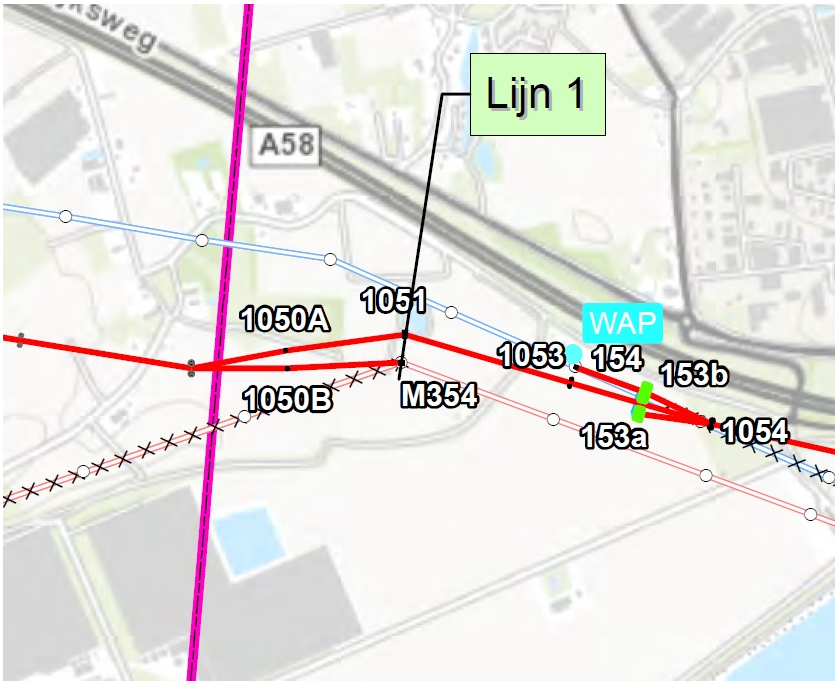
6.2 Aansluiting DT1 op de bestaande mast 354

6.2.1 Situatie

Tabel 24 - Tracégegevens mast 354

Mastnummer	1050P2		1050B		354		353		352		351		350
Masttype	ZWM6 HK400		ZWM6 S350		HB+5		S+5		S+5		S+5		HD+15
Veldlengte [m]		222,2		263,3		375		375		259,7		382,5	
Lijnhoek ahead [◦]	0		0		19.63		0		0		0		0
Lijnhoek back [◦]	180		180		178.3		180		180		180		180
Masthoogte [m]	59,3		53,3		50		52,9		52,9		52,9		60
Fase geleider		2x3x3 ACSR-423/37		2x3x3x ACSR-423/37		2x3x3x ACSR-423/37		2x3x3x ACSR-423/37		2x3x3x ACSR-423/37		2x3x3x ACSR-423/37	
Bliksemdraad		1x1x Hawk_St-Al		1x1x Hawk_St-Al		1x1x Hawk_St-Al		1x1x Hawk_St-Al		1x1x Hawk_St-Al		1x1x Hawk_St-Al	
OPGW		1x1x NKT LES 226/44 AMS		1x1x NKT LES 226/44 AMS		1x1x NKT LES 226/44 AMS		1x1x NKT LES 226/44 AMS		1x1x NKT LES 226/44 AMS		1x1x NKT LES 226/44 AMS	

In deze paragraaf wordt de aansluiting van de lijn in deeltracé 1 op de lijn in deeltracé 2 beschreven. De aansluitingen zijn geschetst in figuur 9.



Figuur 9 Overzicht aansluiting deeltracé 1 op deeltracé 2

In de figuur is de lichtrode lijn met de kruisjes de huidige 380 kV lijn van Borssele naar Rilland. Deze zal deels geamoveerd worden. De rode lijnen geven de nieuwe 380 kV circuits aan richting Rilland. De blauwe lijn geeft de huidige 150 kV lijn aan tussen WAP150 en GSP150. Dit gedeelte van deze lijn blijft ongemoeid binnen het project ZW380.

6.2.2 Belastingkenmerken

De belasting wordt bepaald door de volgende factoren:

- omgevingsvariabelen:
  - het gehanteerde windgebied is: II onbebouwd
  - de referentieperiode bedraagt 50 jaar
  - ijstracé B voor fasedraad: $1.8\sqrt{d}$
  - ijstracé A voor bliksemdraad: $5\sqrt{d}$
- kenmerken van de fasegeleider en bliksemdraad, zie tabel 2
- trekparameter P = 1575 m bij 10 °C windstil (mast 354 -353)
- trekparameter P = 1575 m bij 10 °C windstil (mast 1050B - 354).

6.2.3 Belasting op/van constructie

Behalve de belasting uit geleiders wordt de constructie belast door de wind op de mast en het eigen gewicht van de mast. De windbelasting wordt aangebracht door de stuwdruk op een vaste hoogte (10 meter) in twee richtingen op te geven. De stuwdruk bij verschillende hoogten wordt bepaald door een formule die deze variatie beschrijft volgens NEN-EN 50341. De windbelasting op de constructie correspondeert met de windbelasting op de geleiders.

6.2.4 Unity Check

De Unity Check is toegepast om te bepalen bij welke delen van de mast aanpassingen nodig zijn. Hierbij geeft een getalswaarde lager dan (of gelijk aan) 1,0 geeft aan dat de doorsnede voldoet ten aanzien van de capaciteit. De waarde is daarbij een indicatie van de mate van overcapaciteit. Bij een getalswaarde hoger dan 1,0 voldoet de doorsnede niet en zijn aanpassingen noodzakelijk. Ook hierbij geeft de waarde aan hoeveel capaciteit van de doorsnede moet worden verhoogd, of hoeveel de krachten op de betreffende doorsnede moet worden verlaagd. Het eerste is te bewerkstelligen door de dimensies van de doorsnede te vergroten of de kwaliteit te verhogen, het laatste door bijvoorbeeld de constructie te wijzigen. Er zijn alleen aanpassingen toegepast bij een unity check hoger dan 1,0 (alle andere maststaven hebben een lagere unity check).

6.2.5 Berekening mast 354 (HB+5)

In deze paragraaf zijn de geometrische kenmerken, de resultaten van de mechanische belastingen en de benodigde aanpassingen in mast M354 van het type HB+5 vermeld.

6.2.5.1 Geometrische kenmerken

De gehanteerde hoofdafmetingen, materialen (o.a. aantal en type bouten), profielafmetingen en verbindingskenmerken zijn afgeleid van de door TenneT aangeleverde constructietekeningen voor mast M354. De gebruikte constructietekeningen zijn vermeld in tabel 25.

Tabel 25 Gebruikte constructietekeningen mast 354

Omschrijving	Tekening nummer
HA+5, HB+5, HC+5 Fundatiemal	308105-250
HB+5 In te storten randen	308105-265
HB+5 Onderstuk	308105-266
HB+5 Tussenstuk 1e	308105-268
HB+5 Tussenstuk 2e	308105-269
HB+5 Tussenstuk 3e	308105-270
HB+5 Bovenstuk	308105-271
HB+5 Ondertraverse	308105-272
HB+5 Boventraverse	308105-273

6.2.5.2 Resultaten mast 354

Mast

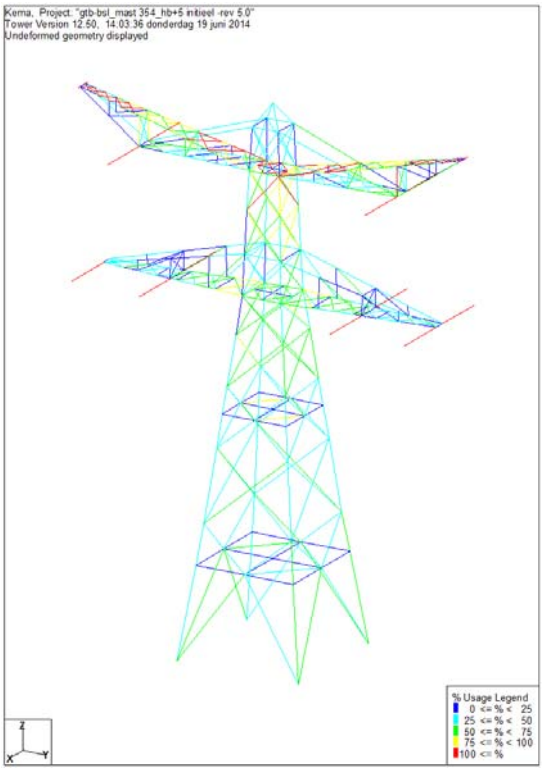
Mast 354 van de verbinding 380 kV verbinding BSL - RLL ter hoogte van de bestaande mast 354 is voor de nieuwe situatie doorgerekend. De berekening is gebaseerd op de constructietekeningen zoals aangeleverd door TenneT.

Tabel 26 Maximale usage mast 354

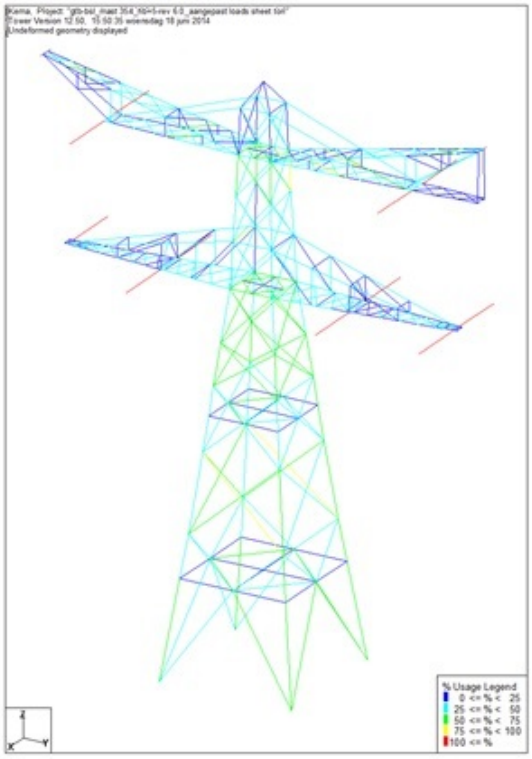
Group label	Angle type	Angle size	Maximum usage [%]
mtd4	GHo	100x100x8	172
mvd9	GHo	150x150x10	136
mzh5	GHo	90x90x8	172
t1bd10	GHo	50x50x5	158
t1bd11	GHo	50x50x5	176
t1bd2	GHo	55x55x6	114
t1bd3	GHo	55x55x6	123
t1bd7	GHo	50x50x5	113
t1bd8	GHo	50x50x5	124
t1bd9	GHo	50x50x5	141
t1br3	GHo	120x120x12	167

Uit de berekeningen blijkt dat de betreffende mast op enkele locaties in de mast aangepast moet worden. Figuur 11 visualiseert de mast na aanpassing en hieruit is op te maken dat de mast voldoet na aanpassing.

Betreffende aanpassingen zijn op tekening nummer 74102194-035-602V in beeld gebracht.



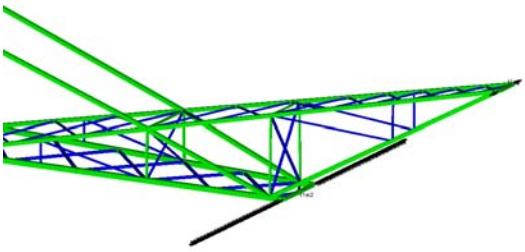
Figuur 10 Initiële overschrijdingen mast 354



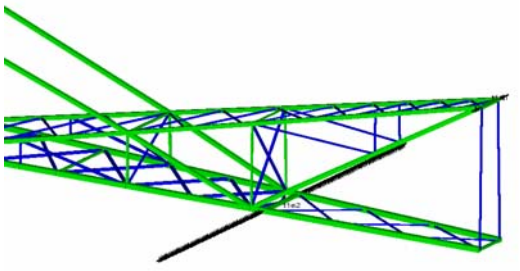
Figuur 11 Mast 354 na modificatie

Fasewisseling

Er is een fasewisseling voorzien in mast 354 van het witte circuit. Om deze fasedraaiing te realiseren is in mast 354 een extra voorziening getroffen. In onderstaande figuur is schetsmatig de voorziening weergegeven in de huidige en nieuwe situatie. Voor het principe zie tekening 74102194-038-002V.



Figuur 12 Bestaande traverse



Figuur 13 Aanpassing traverse tbv fasedraaiing

In onderstaande tabel zijn de mast aanpassing weergegeven welke benodigd zijn voor de fasewisseling.

Tabel 27 Mast aanpassing tbv fasewisseling mast 354

Group	Type	Size	Quality	Bout type	Aantal bouten [#]
t1or3	GHo	120x120x12	S355	M20-8.8	2
t1or3	GHo	120x120x8	S355		
t1or3	GHo	120x120x8	S355	M20-8.8	2
t1oh6	OGH	100x65x11	S355	M20-8.8	1
t1vv6	GHo	50x50x5	S355	M20-8.8	2
t1od6	GHo	60x60x5	S355	M20-8.8	2
t1od7	GHo	60x60x5	S355	M20-8.8	2
t1od8	GHo	60x60x5	S355	M20-8.8	2
t1oh7	OGH	100x65x11	S355	M20-8.8	2

Funderingsbelastingen
De veranderde belastingen uit de lijn op de mast zorgt ook voor veranderde belastingen op het fundament. In onderstaande tabel is het vergelijk gegeven tussen de waarde in de bestaande situatie en de nieuwe situatie.

Tabel 28 Funderingsbelasting mast 354

	Mast 354					
	Bestaand	**Nieuw**	**Huidige capaciteit**	**U.C.**	**Nieuwe capaciteit**	**U.C.**
Max. Druk [kN]	2023	1843	3011	0.61	3011 – 2 * 366	0,81
Max. Trek [kN]	-1712	-1524	1026	1.48	1550	0,98

Zowel de trekkracht als de drukkracht op de fundering nemen in de nieuwe situatie af ten opzichte van de bestaande situatie. Ondanks deze afname is de bestaande fundatiecapaciteit berekend, zie tabel 28. Hieruit is gebleken dat met de nieuwe norm de fundatie niet voldoet aan de nieuwe belastingen. Zie appendix B voor de berekening van de capaciteit. Zie tekening 74102194-032-722V in appendix A voor de principe fundatie aanpassingstekening. De detaillering van de extra voorgespannen fundatiepalen en de verbinding hiervan moet in de detailfase gebeuren. De opneembare drukcapaciteit na aanpassing voor de bestaande paal wordt verlaagd met de voorspankracht die aangebracht wordt op de bestaande paal om de trekcapaciteit te verhogen. Deze voorspankracht op de bestaande paal verhoogt de trekcapaciteit.

Er worden 2 extra buispalen met een diameter van 0,4 meter per mastpoot toegepast met een lengte van 14,0 meter, zie appendix B.

7 ONTWERP OPSTIJGPUNT PORTAAL

Voor het project ZW380 komen op een 2 tal locaties opstijgportalen voor. Te noemen 153b (enkel) en 153a (dubbel) portaal ter hoogte WAP. Ten behoeve van uniformiteit is ervoor gekozen om voor deze twee locaties standard portalen te ontwerpen die voor beide locaties voldoen. Het portaal is door DNV KEMA in detail uitwerkt in het rapport 74102194-ETD/POL 14-0548 “Ontwerp opstijgportalen”.

8 ONTWERP OPSTIJGPUNT LANGS MAST

Er is een ontwerp opgesteld in overleg met TenneT van het opstijgpunt langs de mast. Voor zowel de fundatie als ook het mastontwerp is een apart document opgesteld, zie document 74102194-ETD-POL 13-3721. De mastbelastingen staan vermeld in het mastenontwerpdossier 13-3149 Engineering ZW380.

9 LIJST MET BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

Onderstaand een lijst met begrippen en gehanteerde afkortingen.

Afkorting	Betekenis
AM	Asset Management (Business Unit TenneT)
BIN	Bliksem Isolatie Niveau
EMC	Electro Magnetic Compatibility
EMS	Energie Management Systeem
GS	Grid Service (Business Unit TenneT)
I_n	Nominale Stroom
I_k	Kortsluitstroom
kA	kilo Ampere
KELSoP	KEMA Emergency Solving Program
kN	kilo Newton
kNm	kilo Newton meter
kV	kilo Volt
MM	Multi Mode (fiber)
m.v.	Maaiveld
MPa	Mega Pascal
MVA	Mega Volt Ampere
OPGW	Optical Ground Wire
PVE	Programma van Eisen
S_{f-f}	Slagwijdte fase-fase
S_{f-a}	Slagwijdte fase-aarde
SM	Single Mode (fiber)
TBD	TenneT Beleids Document
U_n	Nominale Spanning
U_m	Maximale Spanning
VAC	Volt Alternating Current
VDC	Volt Direct Current
VNB	Voorziene Niet Beschikbaarheid
ZW380	Zuid West 380

APPENDIX A
Tekeningen

Voor Wintrack mast en fundatie tekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

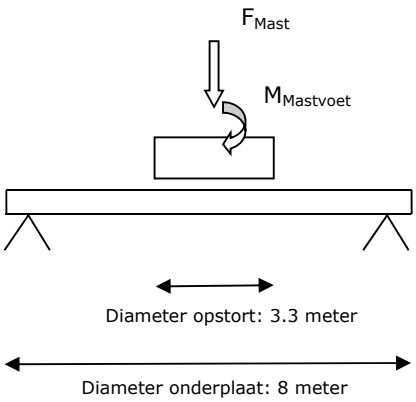
APPENDIX B
Berekeningen

Voor Wintrack mast en fundatie berekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

APPENDIX C
Voorbeeld Sondering DKM-39 S01

APPENDIX D
Voorbeeld fundatie ZWW2S400

De fundatie van mast ZWW2S400 wordt als voorbeeld uitgewerkt. In onderstaande figuur is schematisch de fundatie weergegeven.



Inhoud opstort
Diameter: 3.3 meter
Hoogte: 1.8 meter
Inhoud opstort: $1.8 * 0.25 * \pi * 3.3^2 = 15.9\ m^3$

Inhoud onderplaat
Diameter: 8.0 meter
Hoogte: 1.0 meter
Inhoud onderplaat: $1.0 * 0.25 * \pi * 8.0^2 = 50.3\ m^3$

Voor het bepalen van de benodigde trek- en drukpalen wordt er onderscheid gemaakt in verschillende situaties. Het verschil zit in de belastingsfactoren die in de berekening worden toegepast, de grondwaterstand en het grondgewicht. De volgende tabel geeft aan welke belastingen er worden gebruikt met welke factoren in de twee verschillende situaties.

Druksituatie	**Factor**	**Treksituatie**	**Factor**
E.g. fundering	1.2	E.g. fundering	0.9
$F_{geleider}$	1.0	$F_{geleider}$	1.0
E.g. mast	1.2	E.g. mast	0.9
E.g. Grond (zand 18kN/m^3)	1.2	E.g. Grond (klei 15kN/m^3)	0.9
		Opdrijf	1.2

Optredende krachten

De optredende krachten zijn de maatgevende belastingen die optreden vanuit de mastvoet op de fundatie. Hierin zijn alle belastingcombinaties meegenomen voor het bepalen van de maximale belastingen. Hierbij is rekening gehouden met de belastingsfactoren conform de NEN-EN 50341-3 voor de belastingen uit de geleiders en op de mast.

De optredende belastingen veroorzaken een dwarskracht en een moment vanuit de mastvoet op de opstort.

Belasting op funderingspalen door:

Dwarskracht

De belastingen vanuit de geleiders veroorzaken een dwarskracht op de aansluiting van de mast op de opstort. Deze dwarskracht levert een extra moment op de onderzijde van de onderplaat dat door de funderingspalen dient opgenomen te worden.

Afstand aangrijpingspunt * dwarskracht = (1.0 + 1.8) * 345 = 966 kNm

Moment

De geleiders geven op een bepaalde hoogte een belasting wat onderaan de mast een moment geeft. Voor deze mast is het dan ook 13445 kNm inclusief 2^e orde effect van 10 procent.

Het totale optredende moment aan de onderzijde van de onderplaat zal 966+13445 = 14421 kNm zijn.

Het moment zal zich spreiden over de palen. De belasting wordt bepaald op de twee verst uit elkaar staande palen ten opzicht van de moment as. De belasting op deze palen zal het grootst zijn. Het hart van de palen staat 0.5m van de zijkant van de fundering.

Verticale belastingen

Eigen gewicht

Inhoud opstort + onderplaat * gewicht beton = (15.9 + 50.3) * 24 = 1588.3 kN

Er wordt in de berekening van de fundatie een soortelijk gewicht gehanteerd van beton gehanteerd van 24 kN/m^3

Grondgewicht

Om het maximale of minimale grondgewicht te bepalen moeten we onderscheid maken in twee situaties. Wanneer de palen op druk worden belast moet er een uiterste situatie worden geschetst waarbij een zware grondsoort (zand) wordt gebruikt. In een situatie waarbij de palen op trek worden belast wordt er een lichte grondsoort gebruikt (klei).

Inhoud grond * gewicht grond:

Gewicht grond druksituatie = $(4^2 * \pi - 1{,}65^2 * \pi) * 1{,}5 * 18 = 1126.2$ kN

Gewicht grond treksituatie = $(4^2 * \pi - 1{,}65^2 * \pi) * 1{,}5 * 15 = 938.5$ kN

Verticale belasting

Ook bij de verticale belastingen wordt er onderscheid gemaakt in een druk en trek situatie. Deze verschillen zitten bij de verticale belasting in de veiligheidsfactoren.

Belasting uit de geleiders + eigen gewicht mast * veiligheidsfactor = 116 + 375 * (x) = 491 kN

Water

Inhoud fundering * gewicht water = 15.9 + 50.3 * 10 = 662 kN

Totalen:

Het aantal palen gecorrigeerd voor het feit dat het zwaartepunt van alle palen niet op de rand van de fundatie ligt maar op ongeveer 0.6 van de rand (zwaartepunt halve cirkel). Het aantal palen is het maximum van de benodigde trek- of drukpalen. Het maximum geldt voor één kant van de mast. Het totaal aantal palen is 2 x het maximum benodigde palen.

De opneembare drukbelasting per paal is 1875 kN berekend uit sondering S039 met een paalengte van 27 meter. De opneembare trekbelasting in dezelfde situatie is 584 kN.

Aantal benodigde palen op druk

E.g. * 1.2 + Gewicht grond * 1.2 + Verticale belasting * 1.2 + Belasting vanuit moment =

$$\frac{1588.3 * 1.2 + 1126.2 * 1.2 + (375 * 1.2 + 116)}{2} + \frac{13445 + 966}{8 - 1} = 3970.3 = \frac{3970.3}{0.6 * 1875} = 4\ palen$$

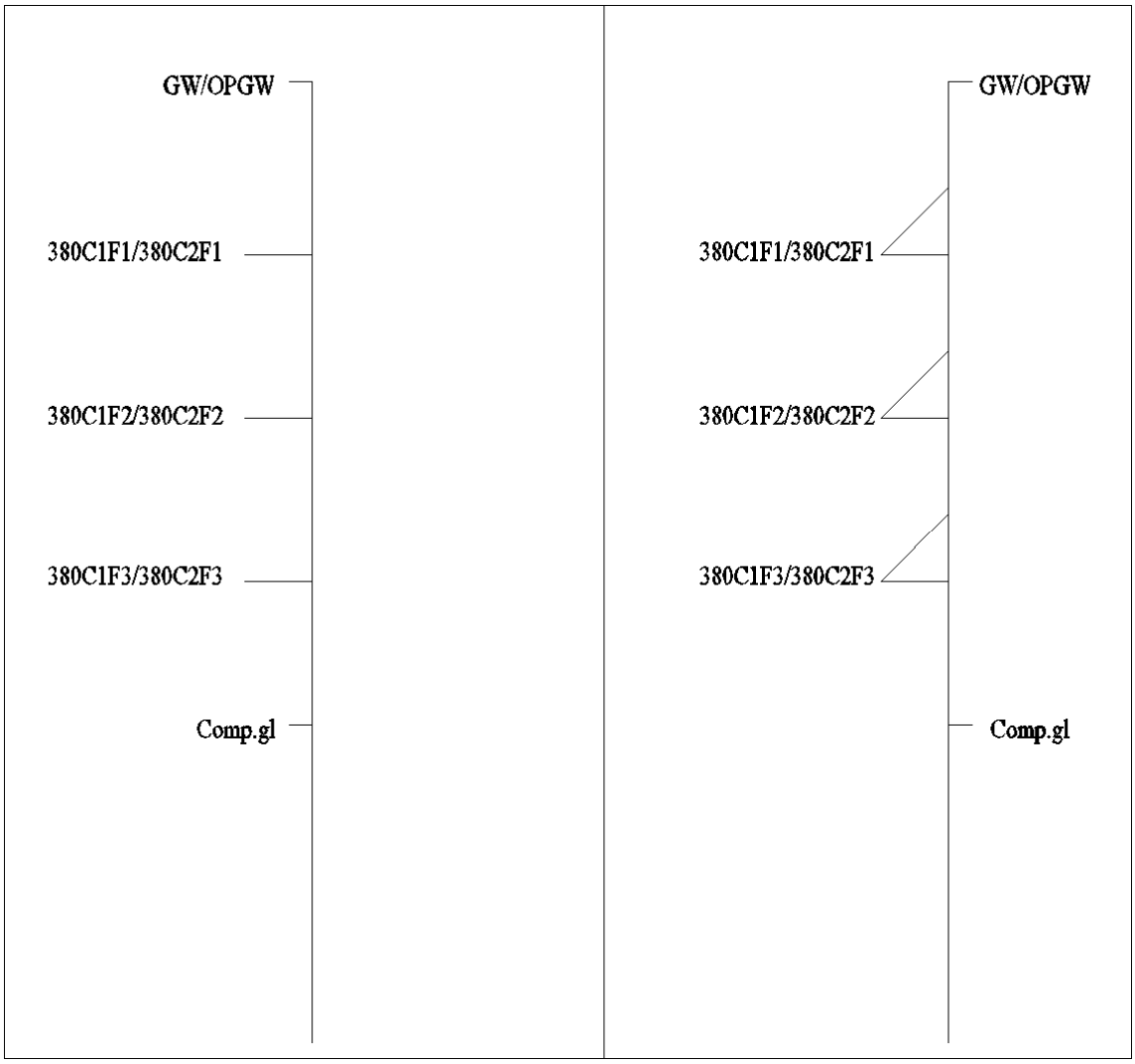
Aantal benodigde palen op trek

E.g. * 0.9 + Gewicht grond * 0.9 + Verticale belasting * 0.9 – Waterdruk * 1.2 - Belasting vanuit moment =

$$\frac{1588.3 * 0.9 + 938.5 * 0.9 + (375 * 0.9 + 116) - 662 * 1.2}{2} - \frac{13445 + 966}{8 - 1} = 1092.3 = \frac{1097.9}{0.6 * 584} = 4\ palen$$

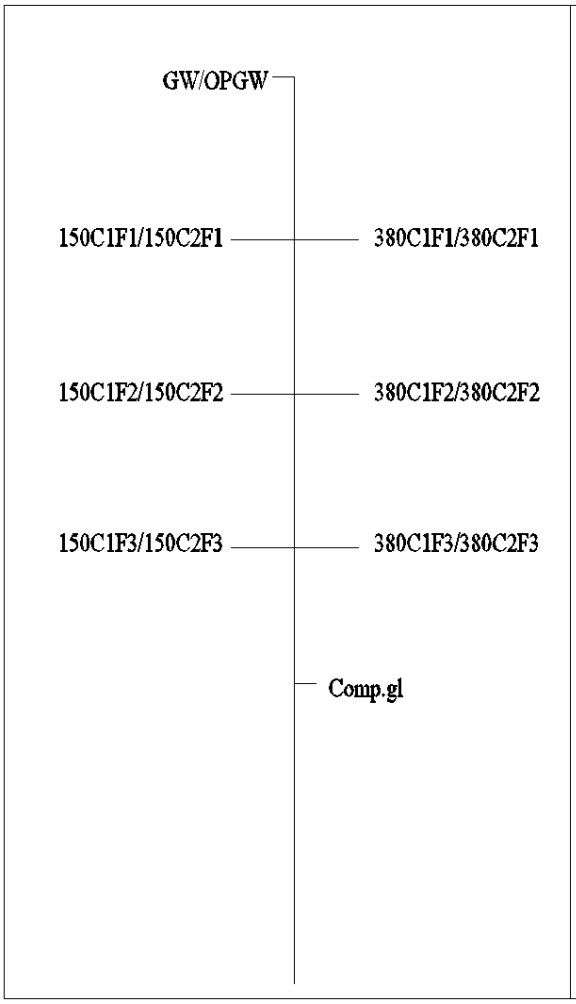
Totaal aantal benodigde palen = 8.

APPENDIX E
Masttypen ZWW2SXXX en ZWW2HXXX

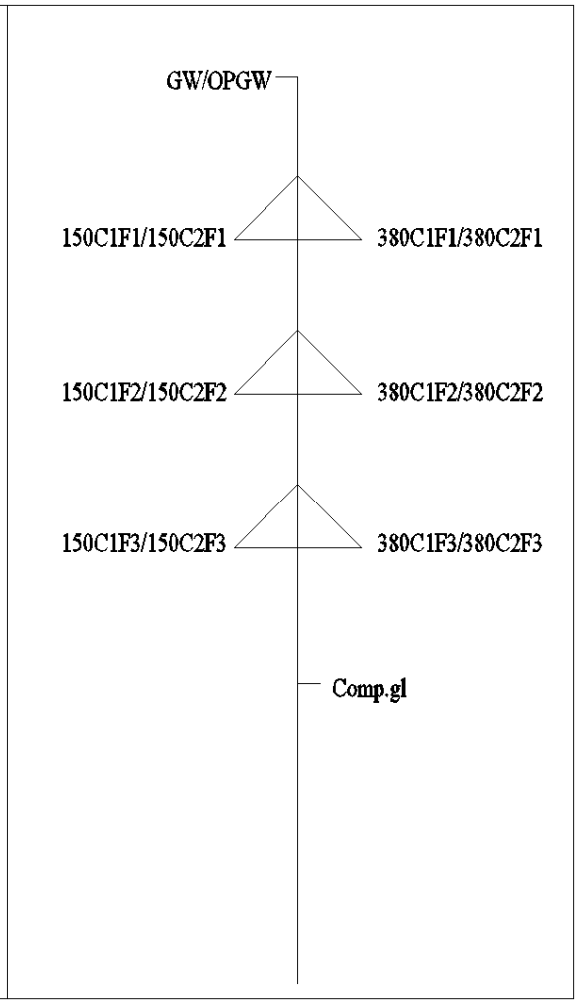


2 circuit hoek en eindmast (ZWW2HXXX) **2 circuit steunmast (ZWW2SXXX)**

APPENDIX F
Masttypen ZWW4SXXX en ZWW4HXXX

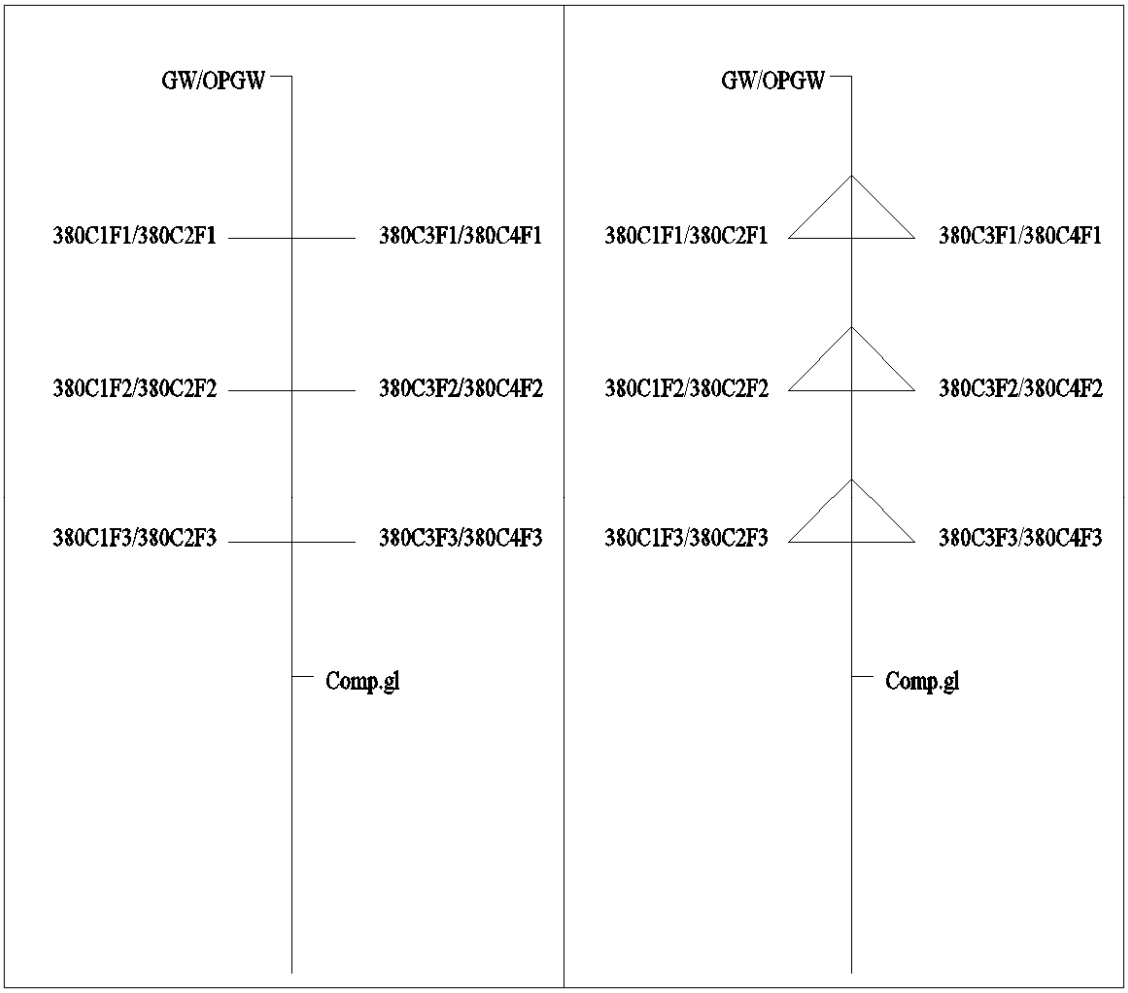


4 circuit hoek en eindmast (ZWW4HXXX)



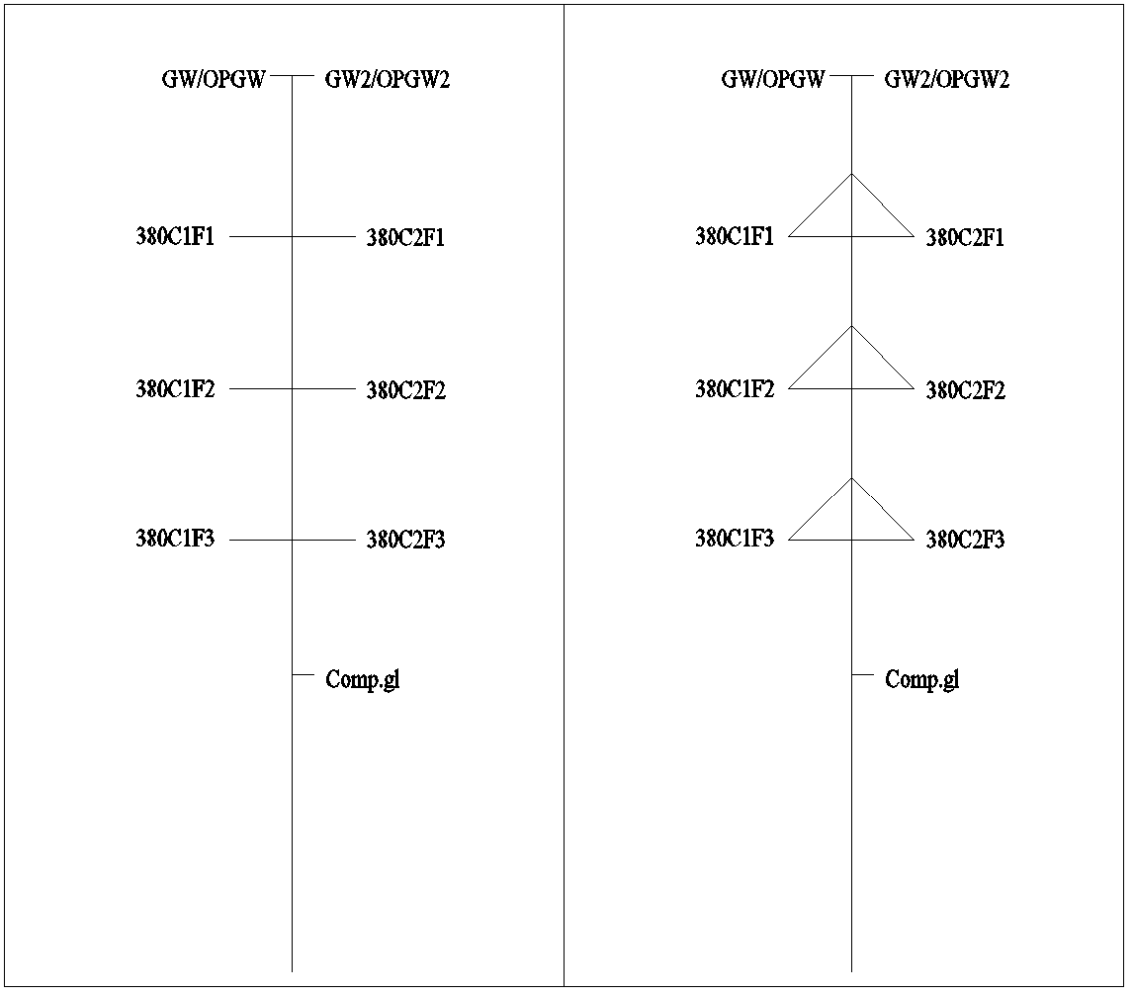
4 circuit steunmast (ZWW4SXXX)

APPENDIX G
Masttypen ZWW6SXXX en ZWW6HXXX



4 circuit hoek en eindmast (ZWW6HXXX) **4 circuit steunmast (ZWW6SXXX)**

APPENDIX H
Masttypen ZWM6SXXX en ZWM6HXXX

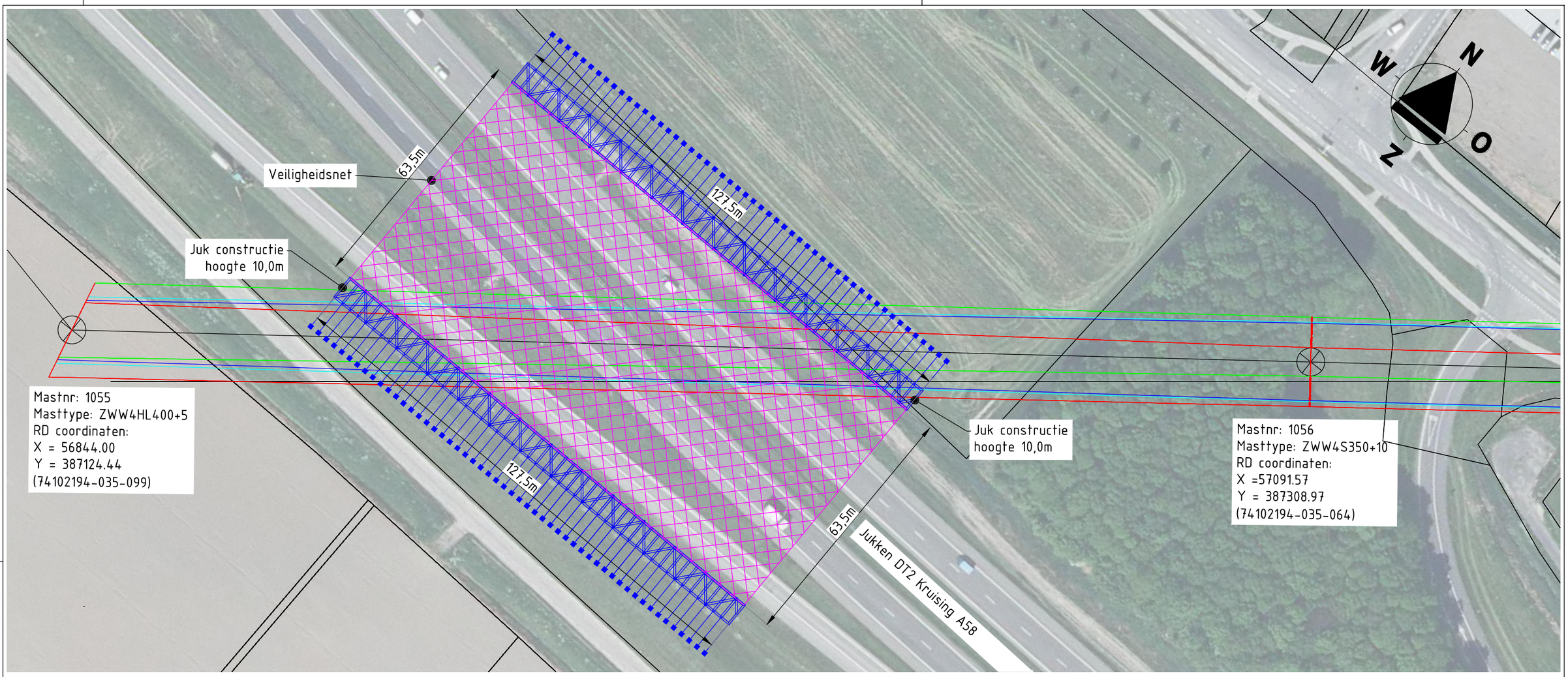


4 circuit hoek en eindmast (ZWM6HXXX) **4 circuit steunmast (ZWM6SXXX)**

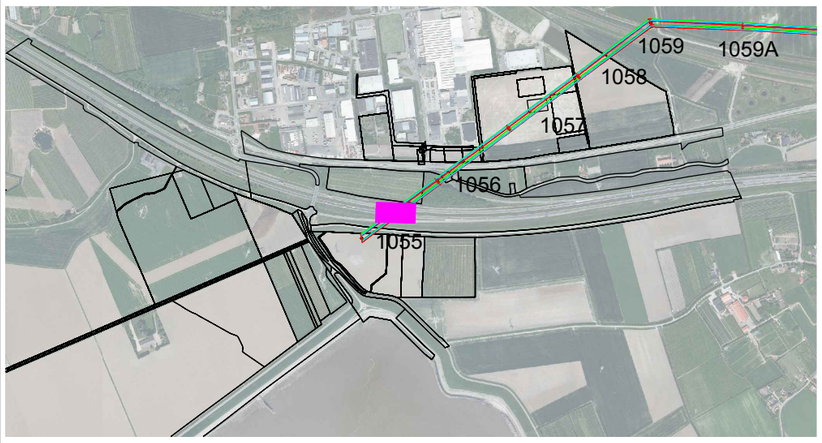
APPENDIX I
Voorbeeld jukken

About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.



Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-214

4.0	03-09-2014	Masttype naam aangepast
3.0	27-06-2014	Masttypes aangepast
2.0	10-02-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
1.0	14-01-2013	Eerste versie

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-200V

Design state:	Definitief		Scale:	1:1000	
Drawn by:	RBE	03-09-2014	Units:	m	
Checked by:	AJP	03-09-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	03-09-2014	Company:	TenneT	

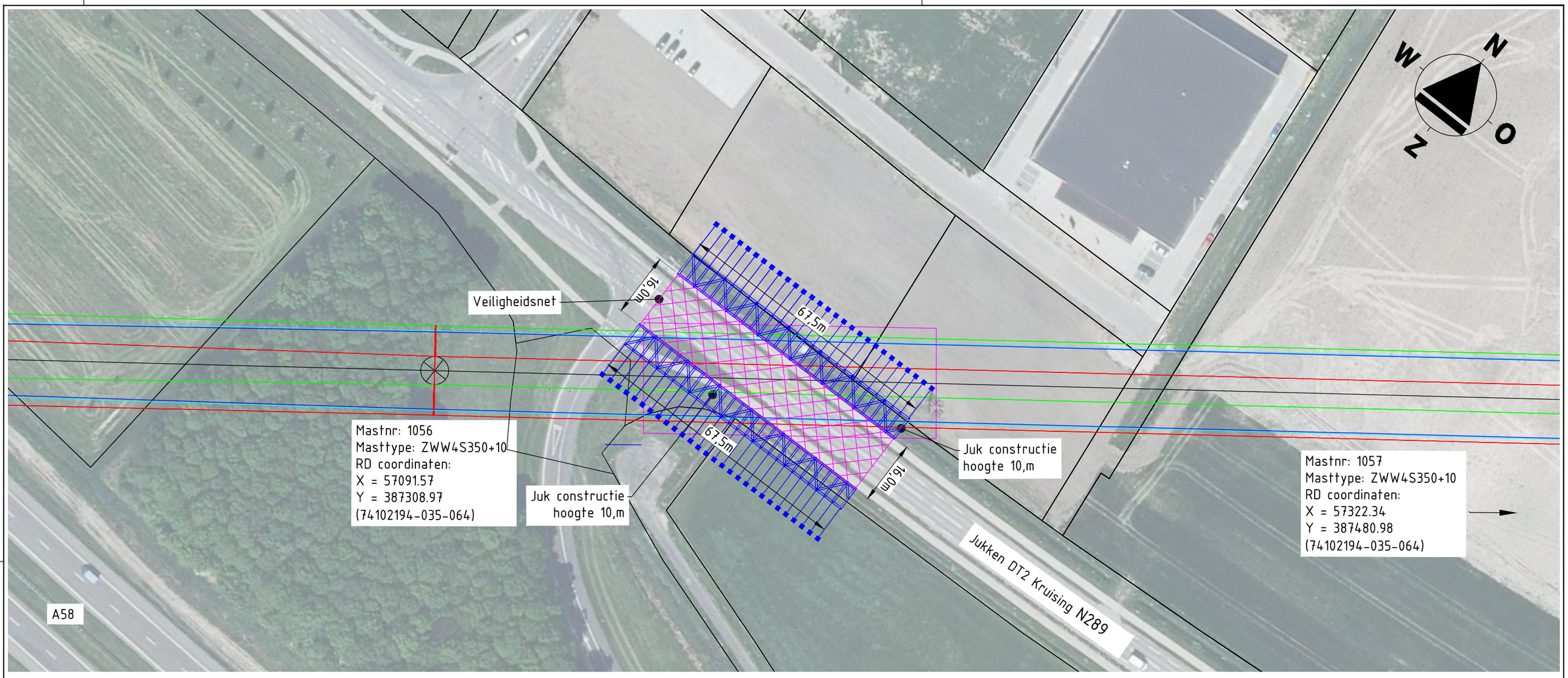
Description: Kruising S07 Juk over A58 Deeltracé 2 Tussen masten 1055 - 1056

Revision: 4.0

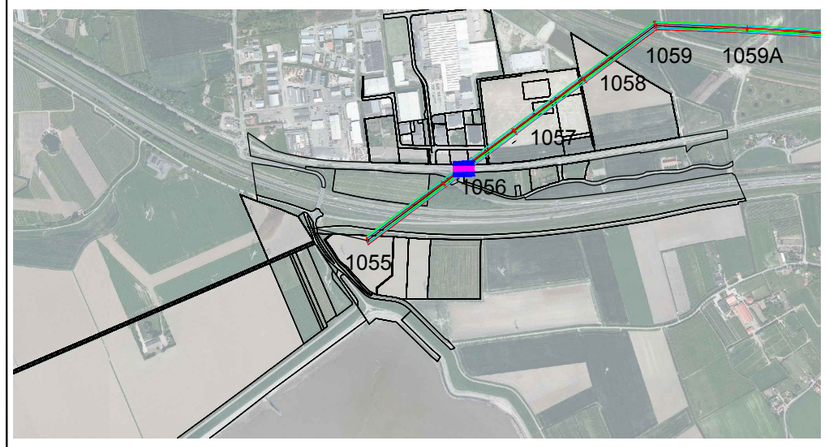
Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-200 - Kruising S07 A58 rev 4.0.dwg



Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

AFRIT DIENT AFGESLOTEN WORDEN.

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-214

4.0	11-09-2014	Masttype gewijzigd
3.0	27-06-2014	Masttype gewijzigd
2.0	10-02-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
1.0	14-01-2013	Eerste uitgave

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-201V

Design state: Definitief		Scale: 1:1000	
Drawn by: RBE	11-09-2014	Units: m	
Checked by: AJP	11-09-2014	Project no: 000.145	
Approved by: AW	11-09-2014	Company: TenneT	

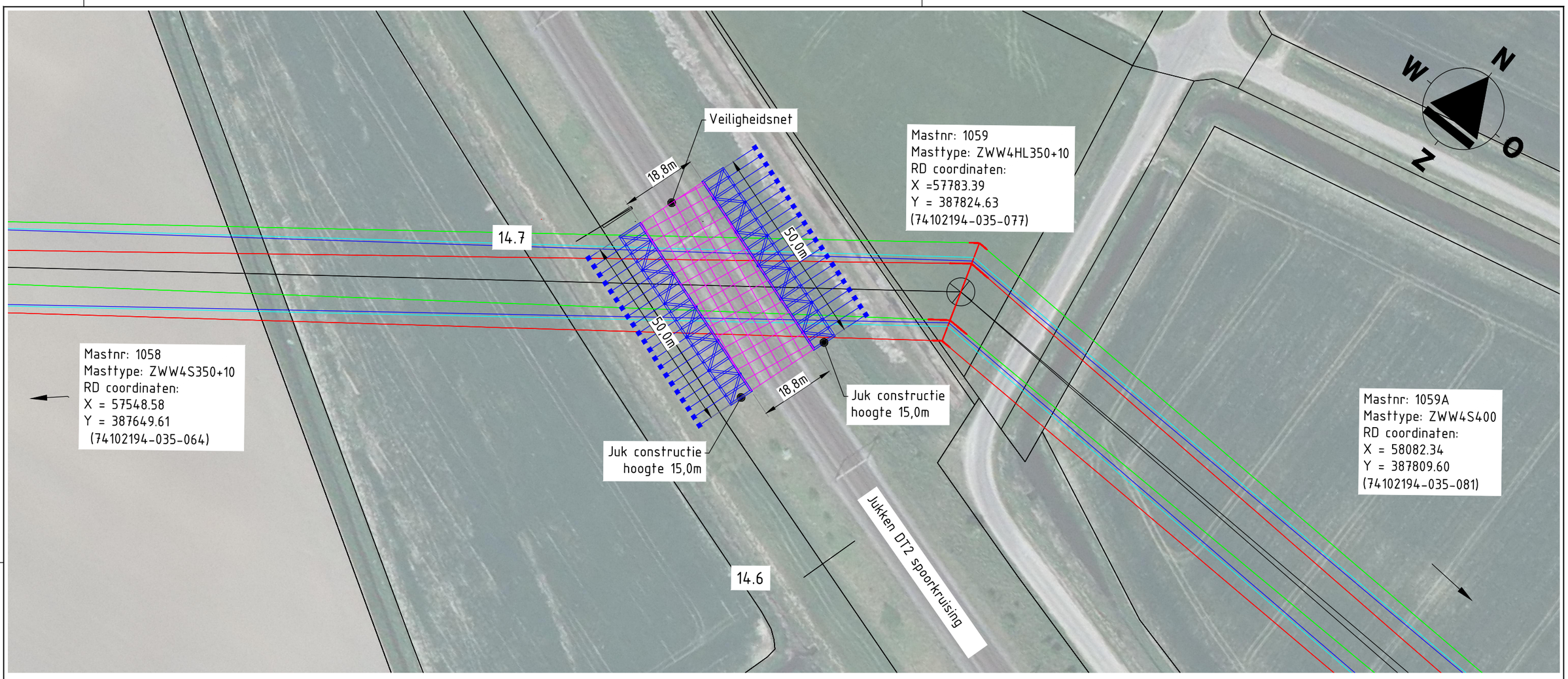
Description: Kruising S08
Jukken over N289
Deeltracé 2
Tussen masten 1056-1057

Revision: 4.0

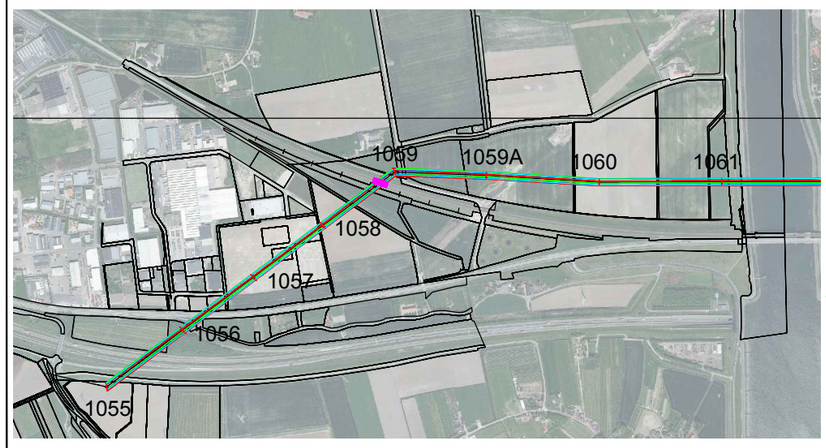
Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-201 - Kruising S08 N289 rev 4.0.dwg

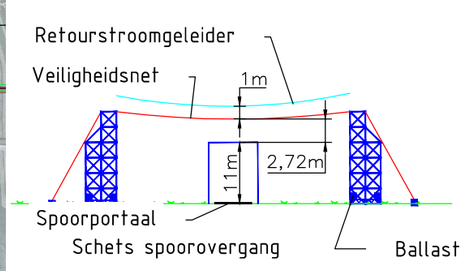


Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)



Schets spoorovergang

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-214

4.0	11-09-2014	Masttype aangepast
3.0	10-02-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
2.0	16-08-2013	Hectometer data toegevoegd
1.0	15-01-2013	Eerste uitgave

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-202V

Design state:	Definitief		Scale:	1:1000	
Drawn by:	RBE	11-09-2014	Units:	m	
Checked by:	AJP	11-09-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	11-09-2014	Company:	TenneT	

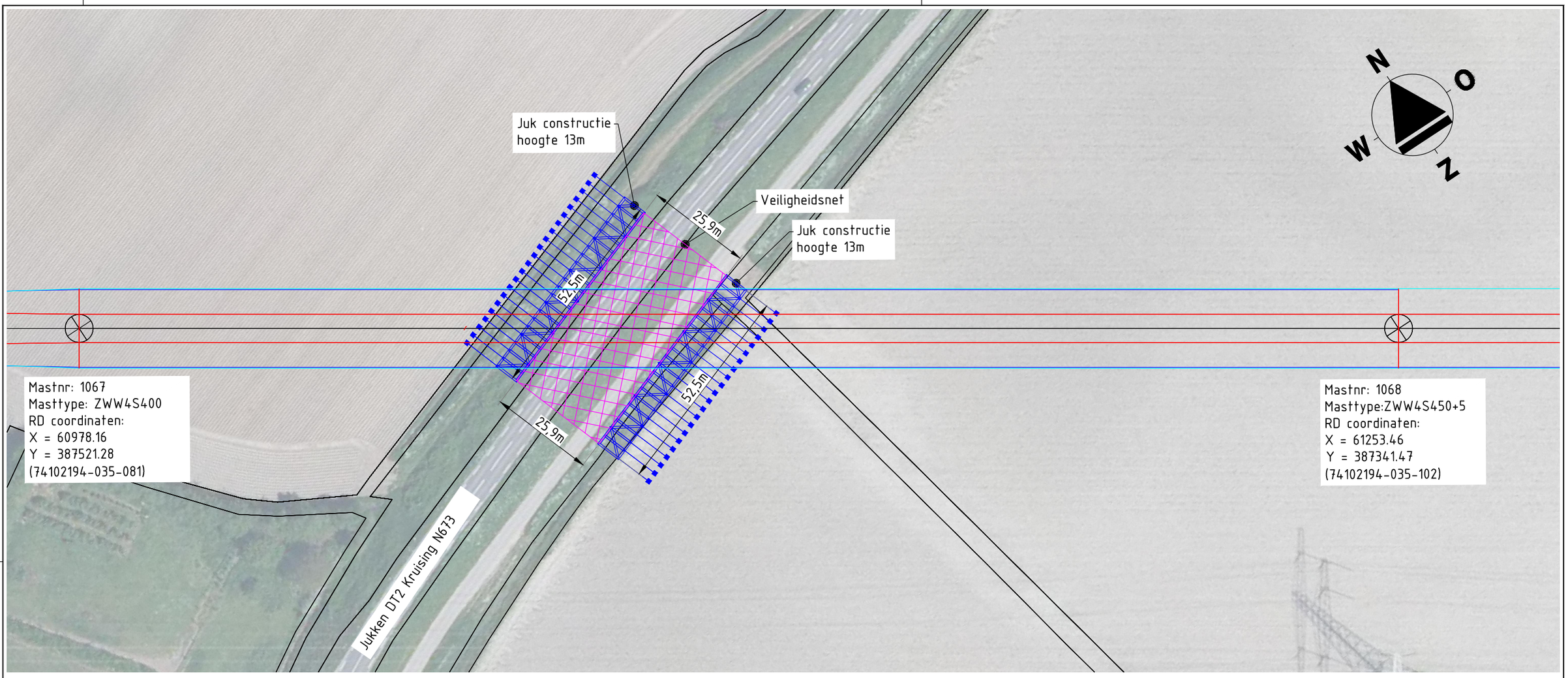
Description:
Kruising S09
Jukken over Spoorweg
Deeltracé 2
Tussen masten 1058-1059

Revision: 4.0

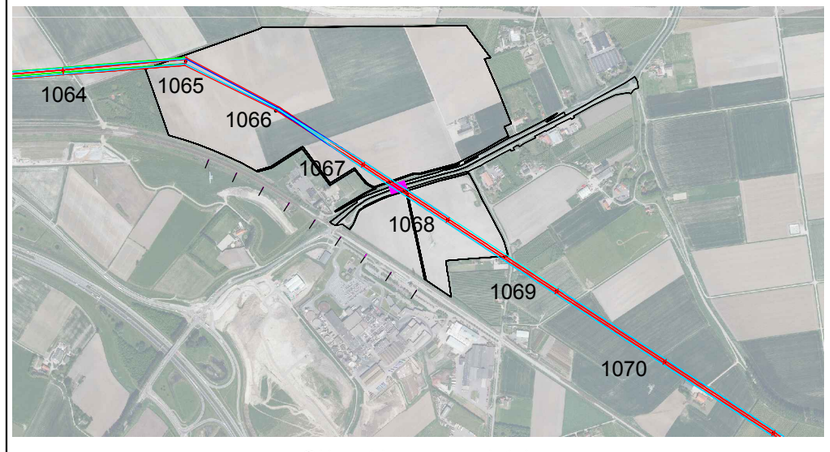
Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-202 - Kruising S09_Rev 4.0.dwg



Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-214

4.0	03-09-2014	Masttype naam aangepast
3.0	27-06-2014	Mastlocaties aangepast
2.0	10-02-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
1.0	16-01-2013	Eerste versie

KEMA DNV

Projectname:
Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:

Drawing no.:
74102194-031-204V

Design state:	Definitief		Scale:	1:1000	
Drawn by:	RBE	03-09-2014	Units:	m	
Checked by:	AJP	03-09-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	03-09-2014	Company:	TenneT	

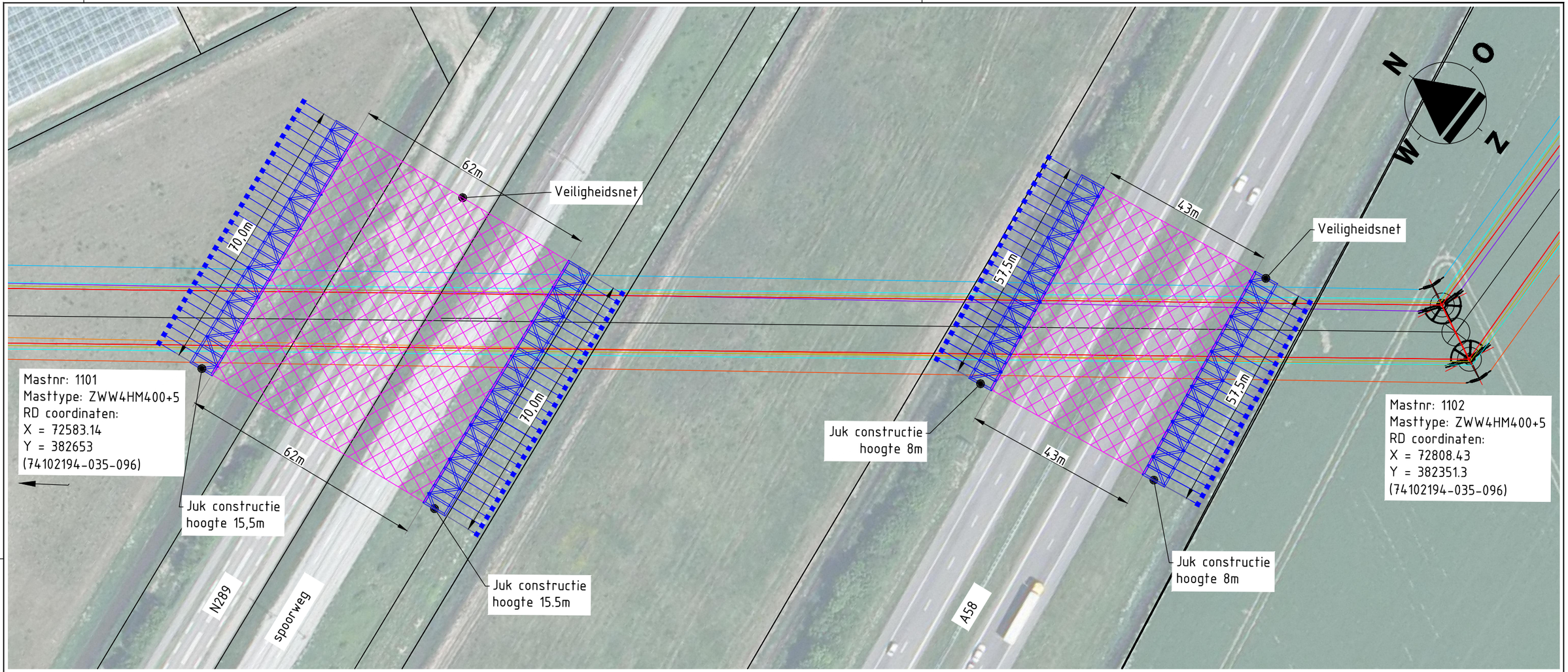
Description:
Kruising S11
Jukken over N673
Deeltracé 2
Tussen masten 1067-1068

Revision: 4.0

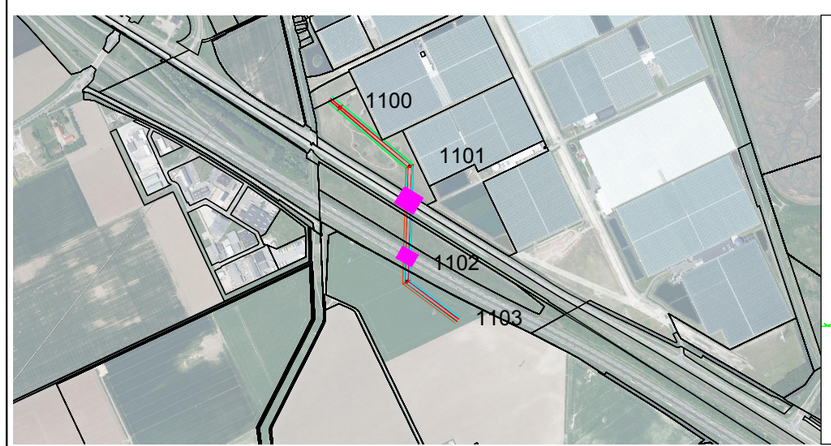
Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-204 - Kruising S11 N673_Rev 4.0.dwg

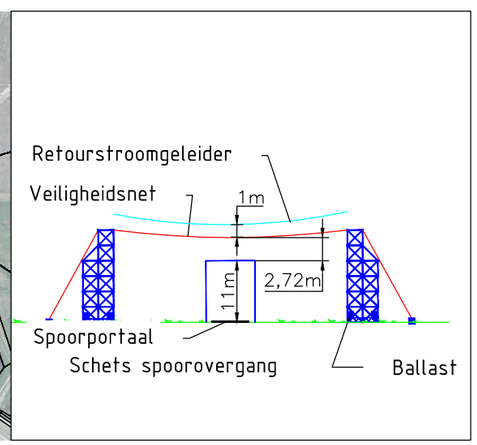


Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)



* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-214

3.0	11-09-2014	Masttype aangepast
2.0	10-02-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
1.0	14-01-2013	Eerste versie

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-206V

Design state:	Definitief		Scale:	1:1000	
Drawn by:	RBE	11-09-2014	Units:	m	
Checked by:	AJP	11-09-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	11-09-2014	Company:	TenneT	

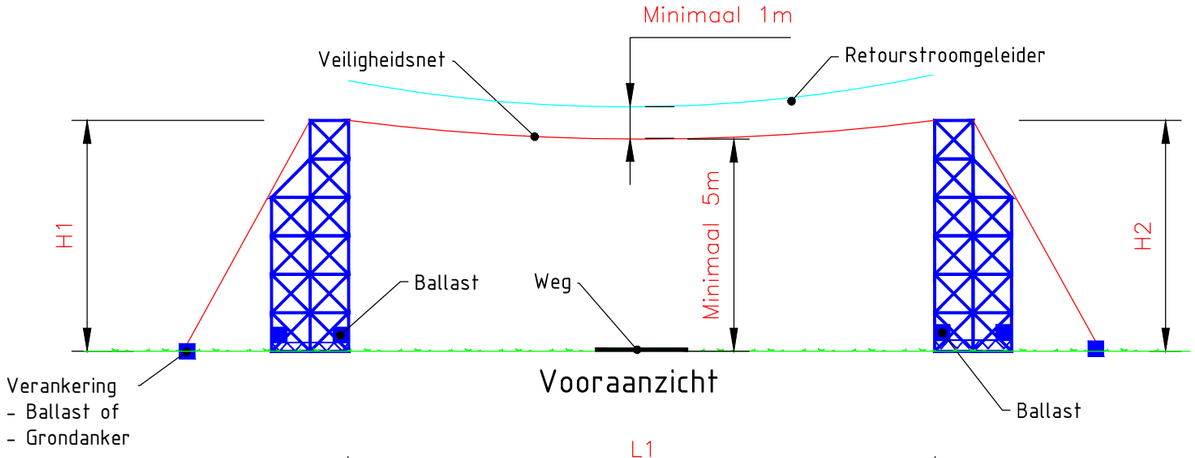
Description:
Kruising S13
Jukken over A58+N289+Spoorweg
Deeltracé 2
Tussen masten 1101-1102

Revision: 3.0

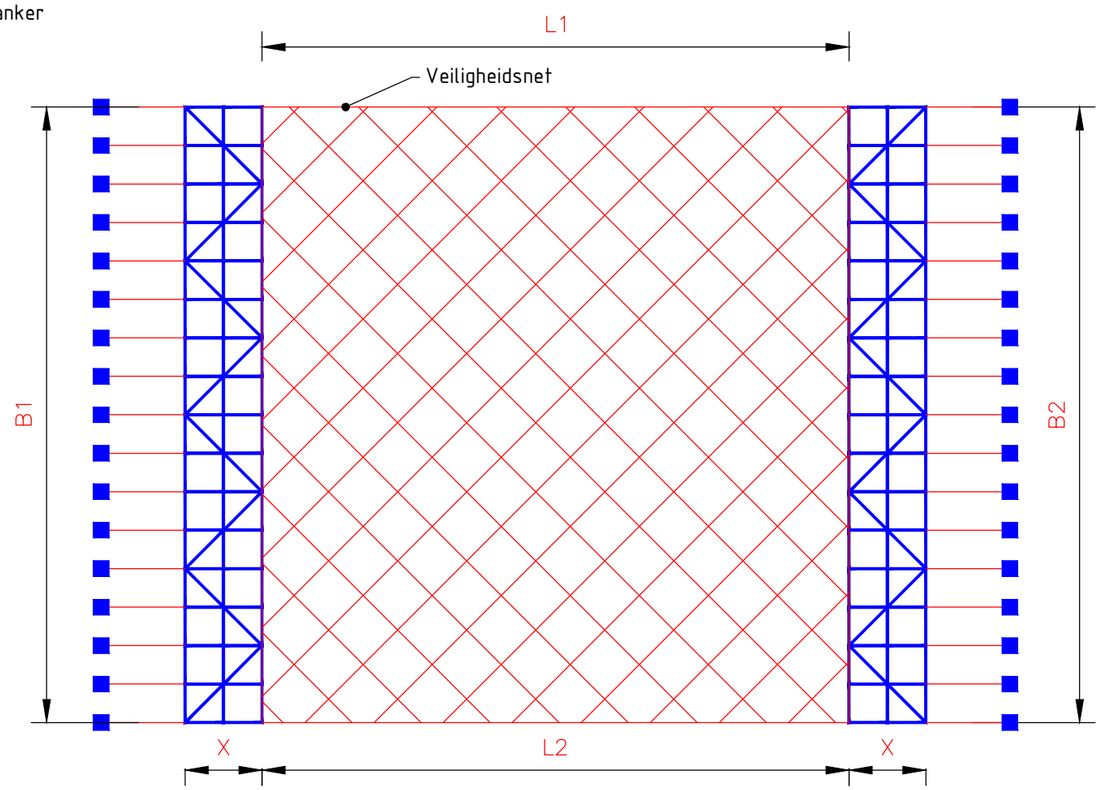
Format: A3

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

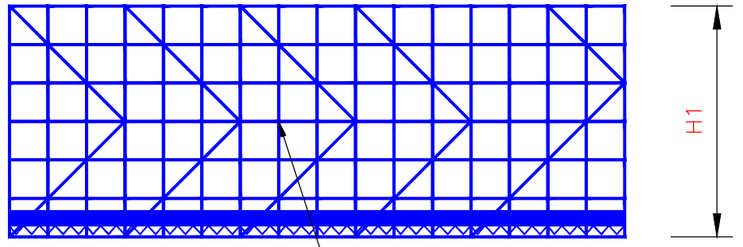
© 2014 - Filename: 74102194-031-206 - Kruising S13 A58+N289+Spoorweg Rev 3.0.dwg



Vooraanzicht

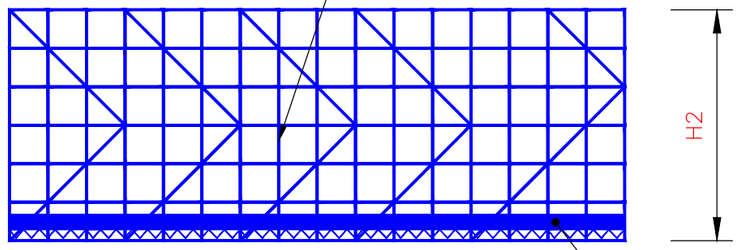


Bovenaanzicht



Linkerzijaanzicht

Oppervlakte Juk: Opp. Juk 1 + Opp. Juk 2



Rechterzijaanzicht

NOTE

VOOR KRUISINGSOVERZICHT ZIE TEK. 74102194-031-200 t/m 204 & 206

Opp. Juk : (H1 * B1) + (H2 * B2)

X = afmetingen door aannemer te bepalen

* Maatvoering indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

Juk afmetingen per lokatie per meter DT2

Tekeningnummer	Kruising	L1 (m)	L2 (m)	B1 (m)	B2 (m)	H1 (m)	H2 (m)	Opp. Net (m²)	Opp. Juk (m²)
74102194-031-200	S07 kruising A58	63,5	63,5	127,5	127,5	10	10	8096,25	2550
74102194-031-201	S08 kruising N289	16	16	67,5	67,5	10	10	1080	1350
74102194-031-202	S09 kruising	18,8	18,8	50	50	15	15	940	1500
74102194-031-204	S11 kruising N673	25,9	25,9	52,5	52,5	13	13	1359,75	1365
74102194-031-206	S13 kruising A58+N289+Spoorweg	62	62	70	70	15,5	15,5	4340	2170
74102194-031-206	S13 kruising A58+N289+Spoorweg	43	43	57,5	57,5	8	8	2472,5	920

4.0	16-09-2014	Tabelaanpassing
3.0	04-04-2014	Jukken kruising 417 toegevoegd
2.0	10-02-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-031-214V

Design state:	Definitief		Scale:	1:1000	
Drawn by:	RBE	12-09-2014	Units:	m	
Checked by:	AJP	12-09-2014	Project no:	000.145	
Approved by:	AW	12-09-2014	Company:	TenneT	

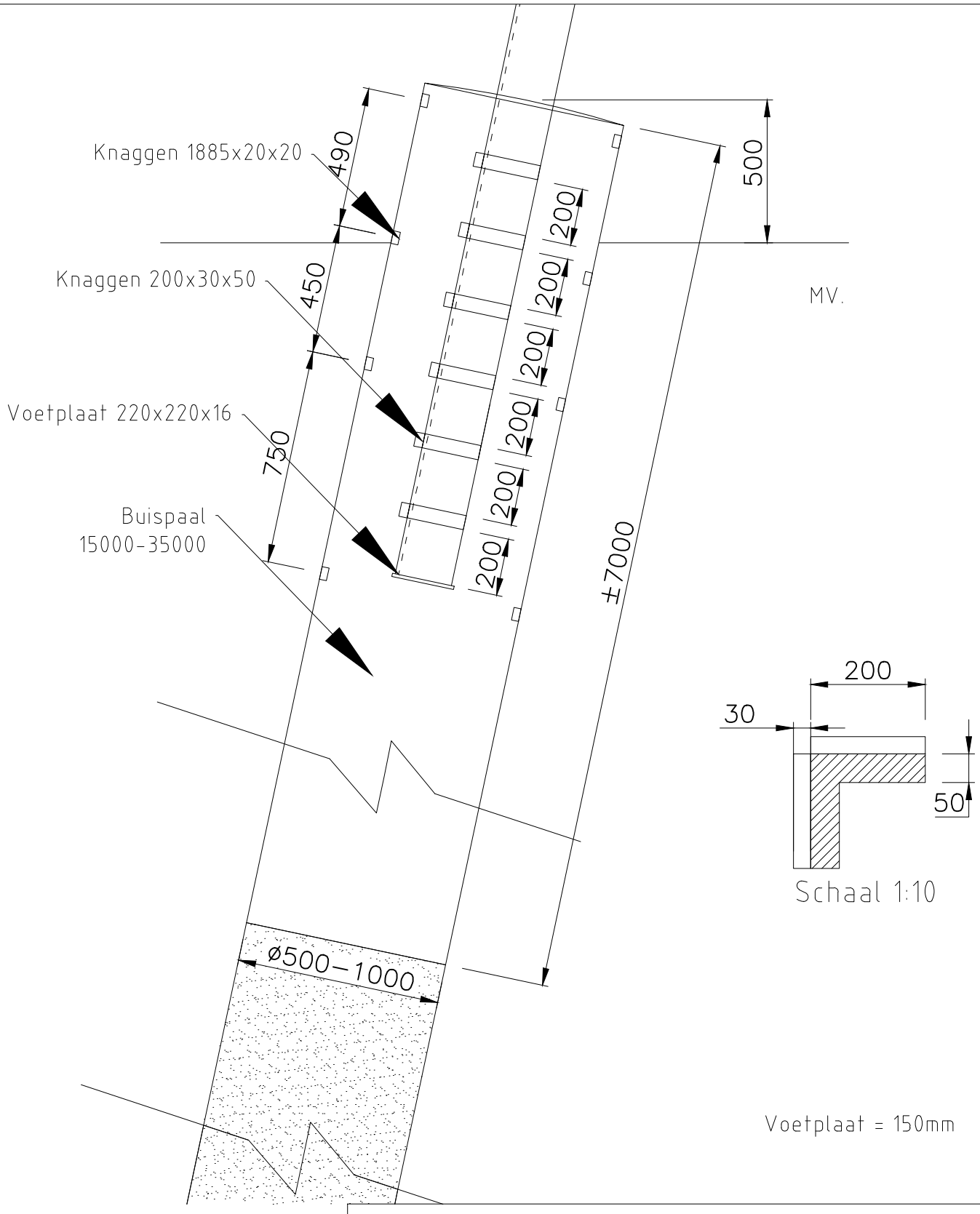
Description: Principe tekening jukken Deeltracé 2

Revision: 4.0

Format: A3

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

© 2014 - Filename: 74102194-031-214 - Jukken principe tekening DT2_Rev 4A_Nieuwe_Tabel_12-09-2014.0.dwg



T.□.V. Vergunnings aanvraag

KEMA DNV

Projectname:
Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.:
74102194-032-716V

Design state:	Definitief		Scale:	1:20	
Drawn by:	BJT	04-09-2014	Units:	mm	
Checked by:	AJP	04-09-2014	Project no:	145.11	
Approved by:	AW	04-09-2014	Company:	TenneT	

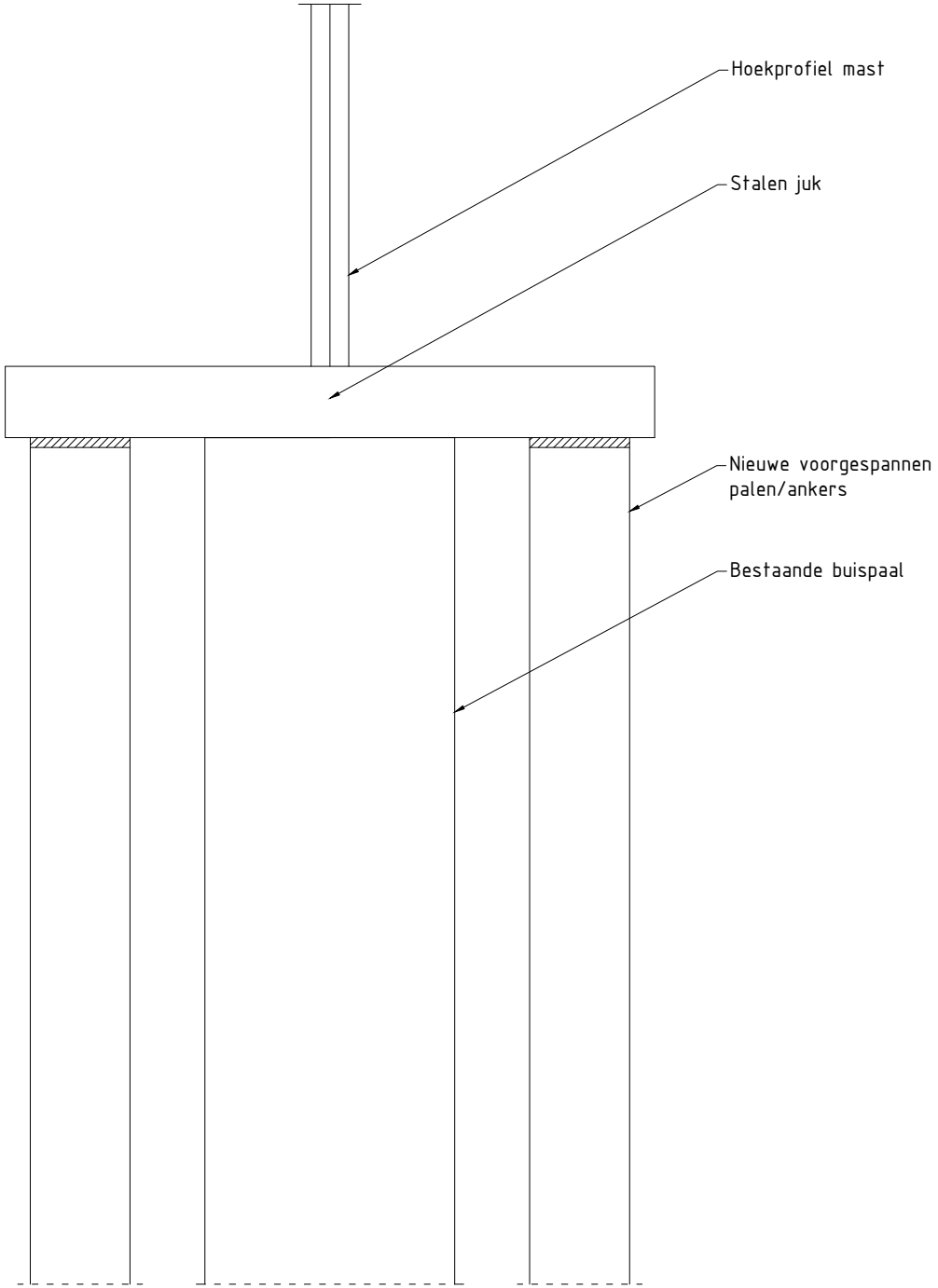
Description:
Pricipe tekening fundatie met knaggen 380kV

Revision: 4.0

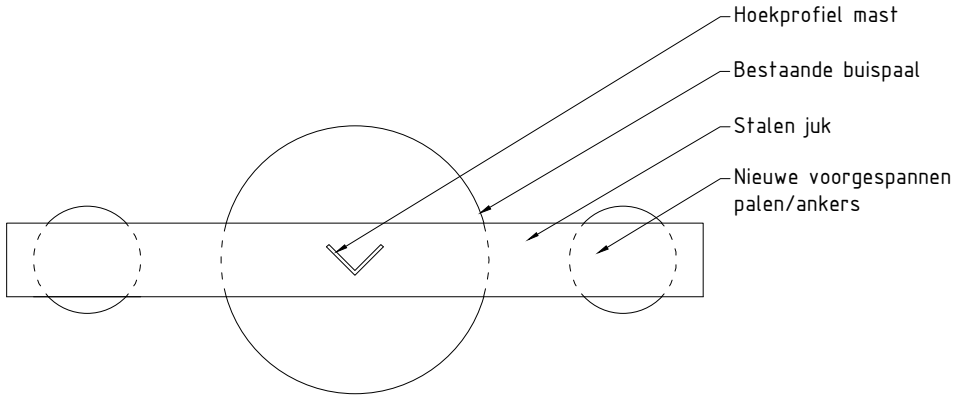
Format: A4

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

© 2012 - Filename: 74102194-032-716 - Principe fundatie buispaal met knaggen 380kV Rev4.0.dwg



Vooraan□icht



□ovenaan□icht

Opmerkingen

Maten in mm
Coordinaten in mm, in het stelsel van de rijksdriehoekmeting
Maatvoering in het 360 graden stelsel
Staalprofiel en verankering dienen nog gedimensioneerd te worden
Afmetingen indicatief

T.□.V. Vergunningsaanvraag

2.0	03-09-2014	Project no. aanpassing
1.0	17-06-2014	Eerste versie

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbinding ZW380

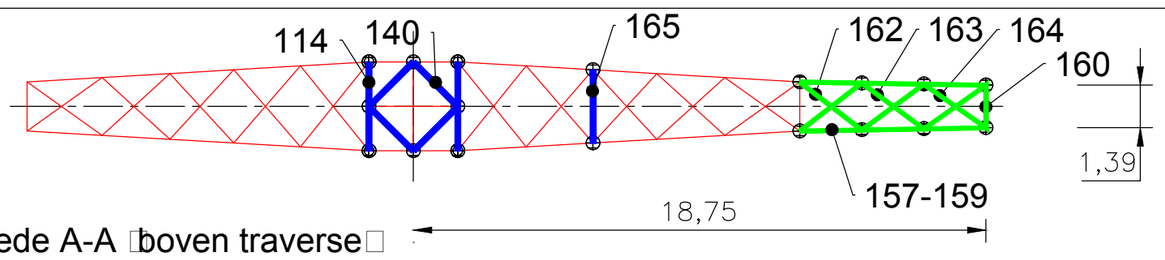
Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-032-722V

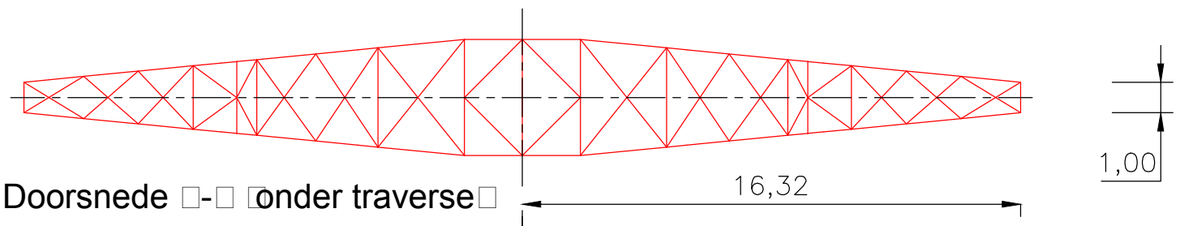
Design state: Definitief			Scale: 1:20	Description: Principe fundatie versterking buispaal	Revision: 2.0
Drawn by: BJT	03-09-2014		Units: mm		
Checked by: EJP	03-09-2014		Project no: 000.145		Format: A4
Approved by: AW	03-09-2014		Company: TenneT		

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

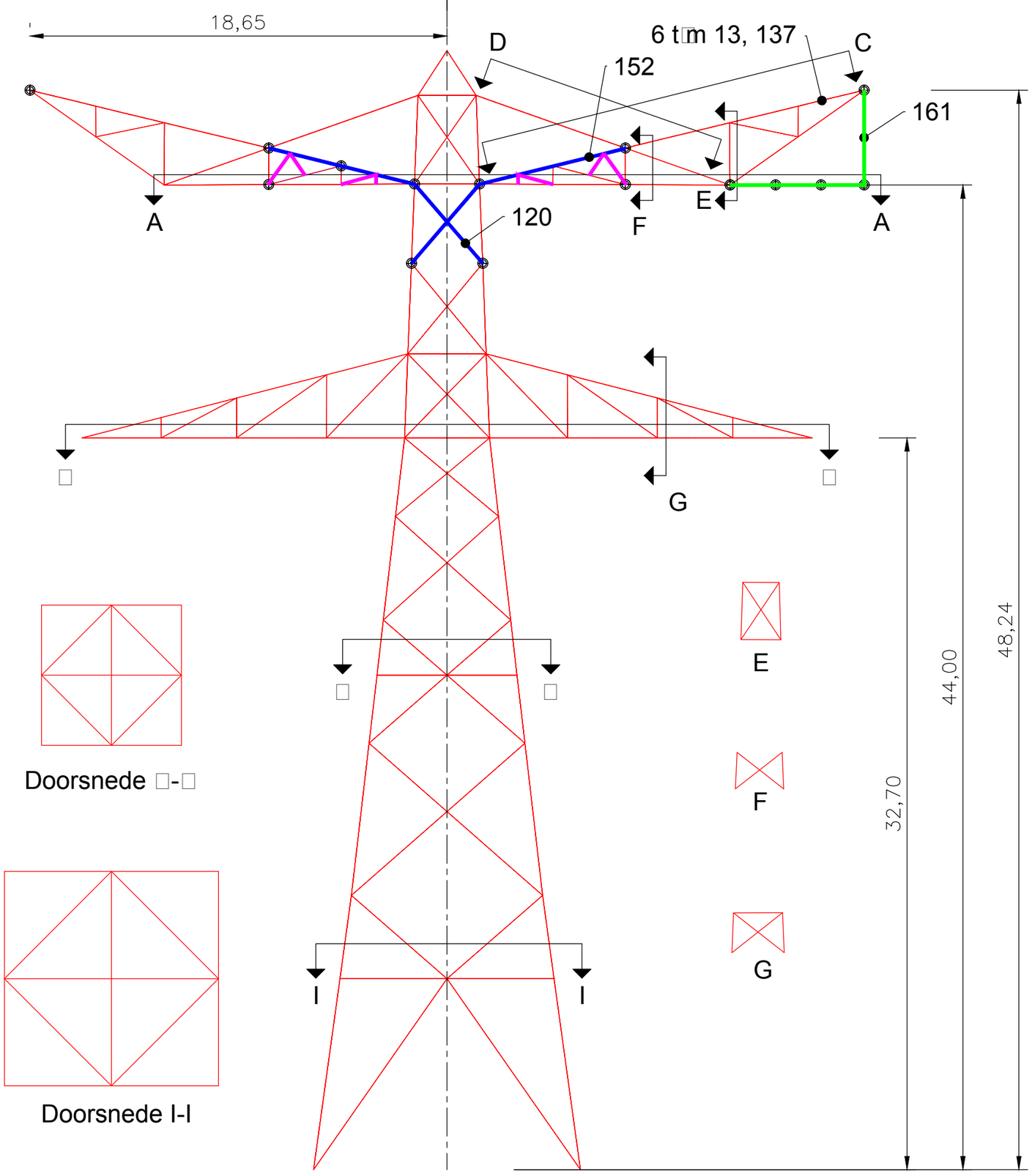
© 2014 - Filename: DNV KEMA 2014 zw.dwt



Doorsnede A-A □boven traverse□



Doorsnede □-□ □onder traverse□



Vooraan□icht

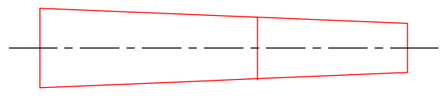
Doorsnede □-□

Doorsnede I-I

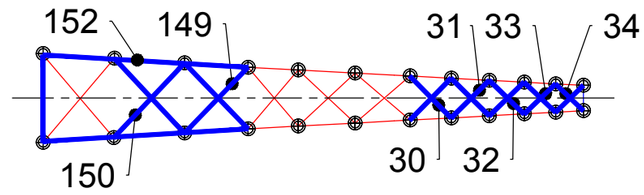
Legenda:

- **Alle aanpassingen volgens tabel.**
- **Deze overzichtstekening geeft enkel de benodigde profielaanpassingen weer voor masttype HB+5 380kVGeertruidenberg-Borselle**
- **Alle aanpassingen symmetrisch uitvoeren**
- **Materiaal kwaliteit nieuwe profielen S355J2**
- **Bout kwaliteit 8.8r**

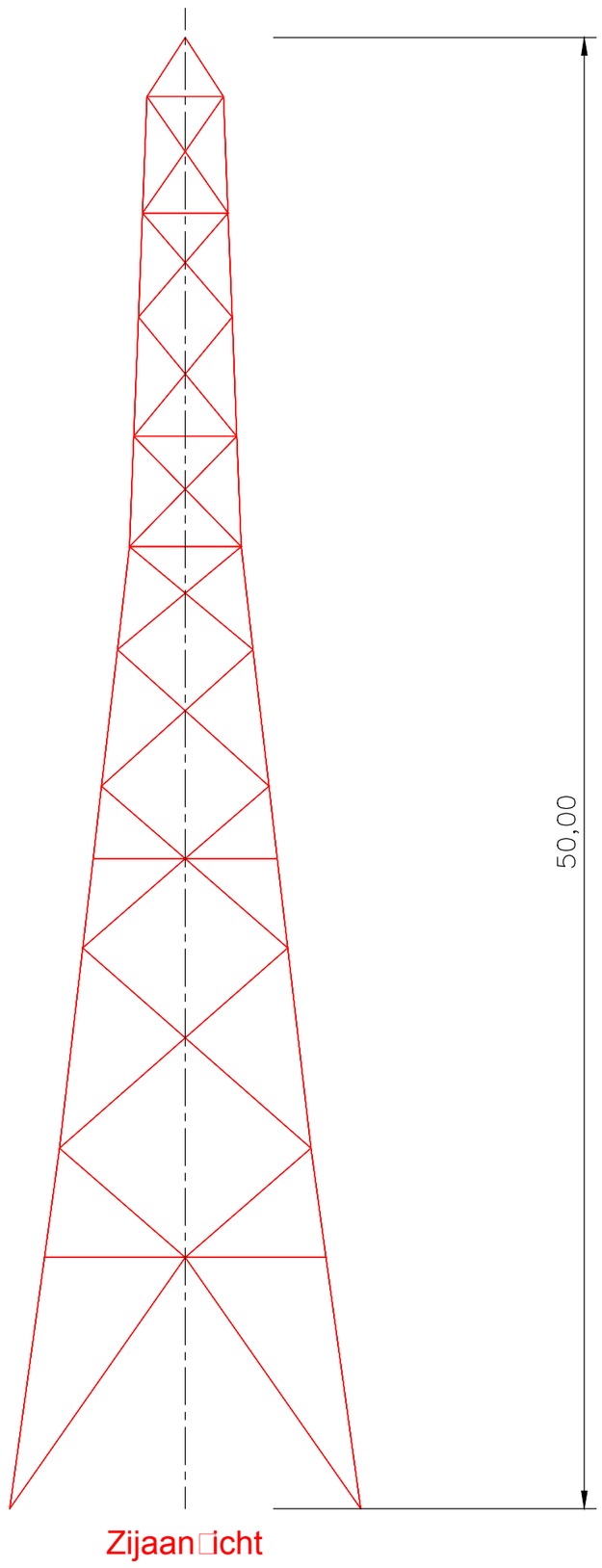
Te vervangen bouten en/of profiel
Te vervangen bouten van profiel
Begin/einde profiel
Toevoegen knikverkorter 50x50x5
Toe te voegen profielen incl. bouten



Doorsnede D-D □boven traverse□



Doorsnede C-C □boven traverse□



Zijaan□icht

- Afmetingen indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

	Inintieel							Aanpassing					
		Group	Type	Size	Quality	Bout type	Aantal bouten	Group	Type	Size	Quality	Bout type	Aantal bouten [#]
30	t1bd7	t1bd7	GHo	50x50x5	Fe360	M16-8.8	1	t1bd7	GHo	50x50x5	S355	M16-8.8	1
31	t1bd8	t1bd8	GHo	50x50x5	Fe360	M16-8.8	1	t1bd8	GHo	50x50x5	S355	M16-8.8	1
32	t1bd9	t1bd9	GHo	50x50x5	Fe360	M16-8.8	1	t1bd9	GHo	50x50x5	S355	M16-8.8	1
33	t1bd10	t1bd10	GHo	50x50x5	Fe360	M16-8.8	1	t1bd10	GHo	50x50x5	S355	M16-8.8	1
34	t1bd11	t1bd11	GHo	50x50x5	Fe360	M16-8.8	1	t1bd11	GHo	50x50x7	S355	M16-8.8	1
114	mzh5	mzh5	GHo	90x90x8	Fe360	M24-8.8	3	mzh5	GHo	100x100x12	S355	M24-8.8	3
120	mvd9	mvd9	GHo	150x150x10	Fe360	M24-8.8	6	mvd9	GHo	150x150x12	S355	M24-8.8	6
140	mtd4	mtd4	GHo	100x100x8	Fe360	M24-8.8	3	mtd4	GHo	110x110x10	S355	M24-8.8	3
147	t1br1	t1br1	GHo	120x120x8	Fe360	M24-8.8	5	t1br1	GHo	120x120x8	S355	M24-8.8	5
149	t1bd3	t1bd3	GHo	55x55x6	Fe360	M16-8.8	1	t1bd3	GHo	55x55x8	S355	M16-8.8	1
150	t1bd2	t1bd2	GHo	55x55x6	Fe360	M16-8.8	1	t1bd2	GHo	55x55x8	S355	M16-8.8	1
152	t1br3	t1br3	GHo	120x120x12	Fe360	M24-8.8	4	t1br3	GHo	120x120x12	S355	M24-8.8	4
157	t1or3								GHo	120x120x8	S355	M20-8.8	2
158	t1or3								GHo	120x120x8	S355		
159	t1or3								GHo	120x120x8	S355	M20-8.8	2
160	t1oh6								OGH	100x65x11	S355	M20-8.8	1
161	t1vv6								GHo	50x50x5	S355	M20-8.8	2
162	t1od6								GHo	60x60x5	S355	M20-8.8	2
163	t1od7								GHo	60x60x5	S355	M20-8.8	2
164	t1od8								GHo	60x60x5	S355	M20-8.8	2
165	t1oh7								OGH	100x65x11	S355	M20-8.8	2

4.0	18-06-2014	Herziene berekening
3.0	13-02-2014	Herziene berekening
2.0	17-09-2013	Diverse aanpassingen

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-035-602V

Design state: Definitief		Scale: 1:200	
Drawn by: BJT	18-06-2014	Units: mm	
Checked by: AJP	18-06-2014	Project no: 000.145	
Approved by: AW	18-06-2014	Company: TenneT	

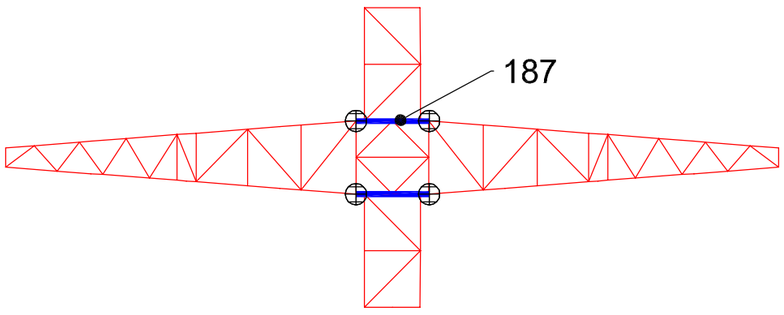
Description: Mast aanpassing voor HB+5 Lijndeel GTB-BSL Mastnr. 354

Revision: 4.0

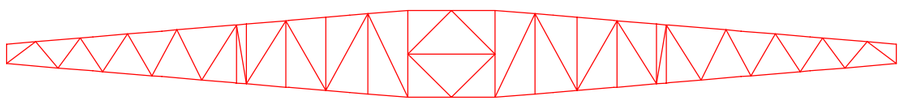
Format: A2

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

© 2013 - Filename: 74102194-035-602 - Profiel aanpassing mast 354 HB+5 Rev_4.0.dwg



Doorsnede A-A (boven traverse)

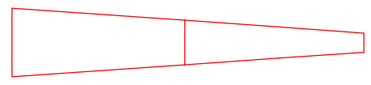


Doorsnede B-B (onder traverse)

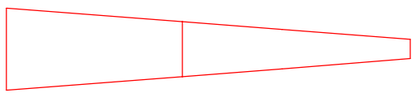
Legenda:

- **Alle aanpassingen volgens tabel.**
- **Deze overzichtstekening geeft enkel de benodigde profielaanpassingen weer voor masttype T13 150kV Goes-Woensdrecht**
- **Alle aanpassingen symmetrisch uitvoeren**
- **Materiaal kwaliteit nieuwe profielen S355J2**
- **Bout kwaliteit 8.8r**

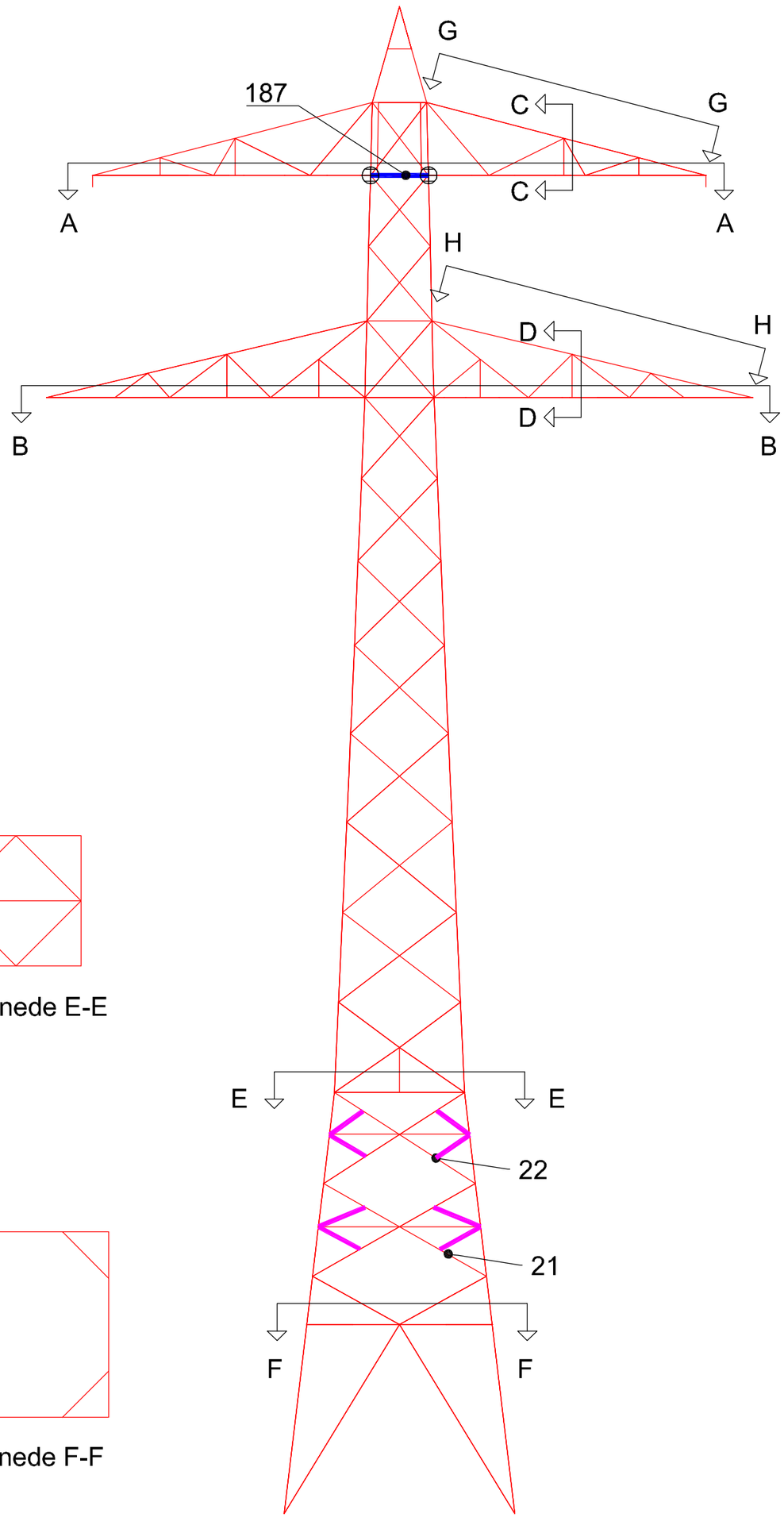
Te vervangen bouten en/of profiel
Te vervangen bouten van profiel
Begin/einde profiel
Toevoegen knikverkorter 50x50x5



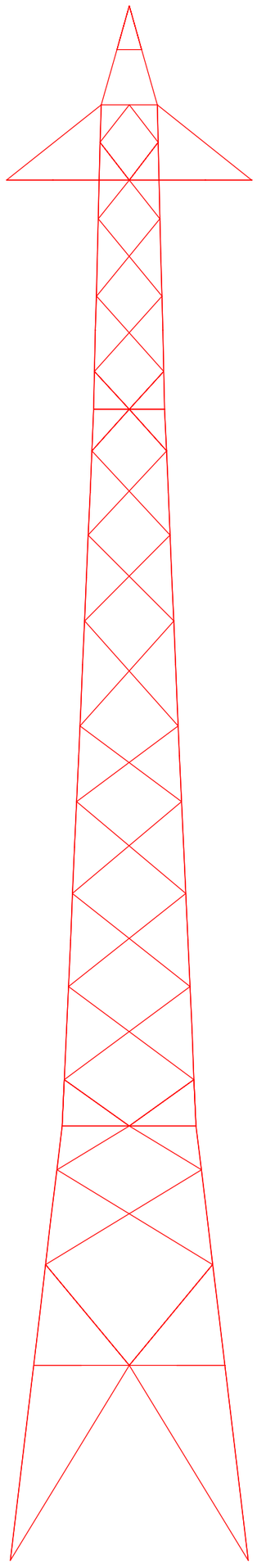
Doorsnede G-G (boven traverse)



Doorsnede H-H (onder traverse)



Vooraanzicht



Zijaanzicht

Doorsnede E-E

Doorsnede F-F



Doorsnede C-C



Doorsnede D-D

	Inintieel						Aanpassing				
		Type	Size	Quality	Bout type	Aantal bouten	Type	Size	Quality	Bout type	Aantal bouten [#]
21	mvd3	GHo	65x65x7	S235	M20-5.6	1	GHo	65x65x7	S235	M20-5.6	1
22	mvd4	GHo	65x65x7	S235	M20-5.6	1	GHo	65x65x7	S235	M20-5.6	1
187	mvh4	GHo	75x75x7	S235	M20-5.6	1	GHo	75x75x7	S235	M20-8.8	1

T.B.V. Vergunnings aanvraag

6.0	11-09-2014	Removed profiles
5.0	19-06-2014	Small adjustment
4.0	16-05-2014	Adjusted description

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-035-605V

Design state: Definitief		Scale: 1:200	
Drawn by: BJT	11-09-2014	Units: mm	
Checked by: AJP	11-09-2014	Project no: 000.145	
Approved by: AW	11-09-2014	Company: TenneT	

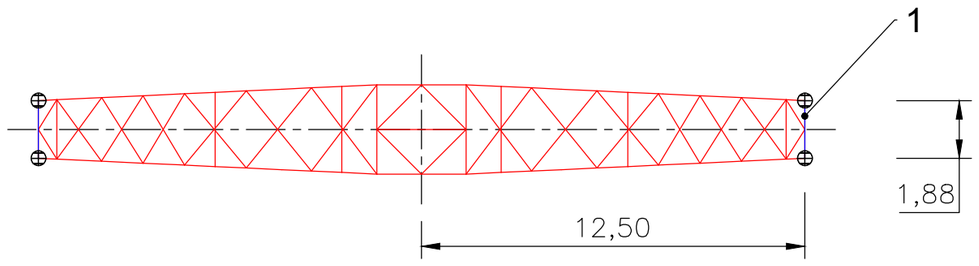
Description: Mast aanpassing voor T13 150kV, lijndeel Goes-Woensdrecht Mastnummer 154

Revision: 6.0

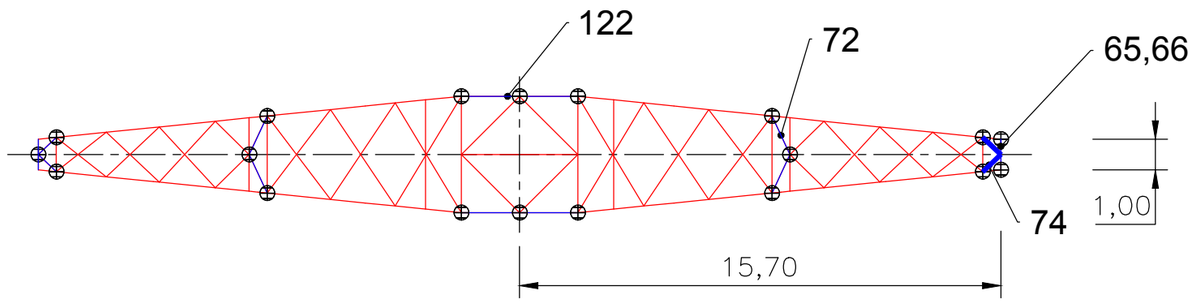
Format: A2

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

© 2012 - Filename: 74102194-035-605 - Profiel aanpassing mast 154 T13_Rev 6.0.dwg



Doorsnede A-A □boven traverse□

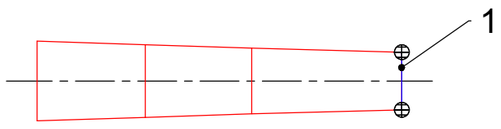


Doorsnede □-□ □onder traverse□

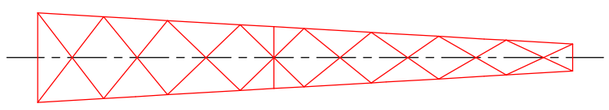
Legenda:

- **Alle aanpassingen volgens tabel.**
- **Deze overzichtstekening geeft enkel de benodigde profielaanpassingen weer voor masttype HA+0 380kV Geertruidenberg-Borselle**
- **Materiaal kwaliteit nieuwe profielen S355J2**
- **Bout kwaliteit 8.8r**

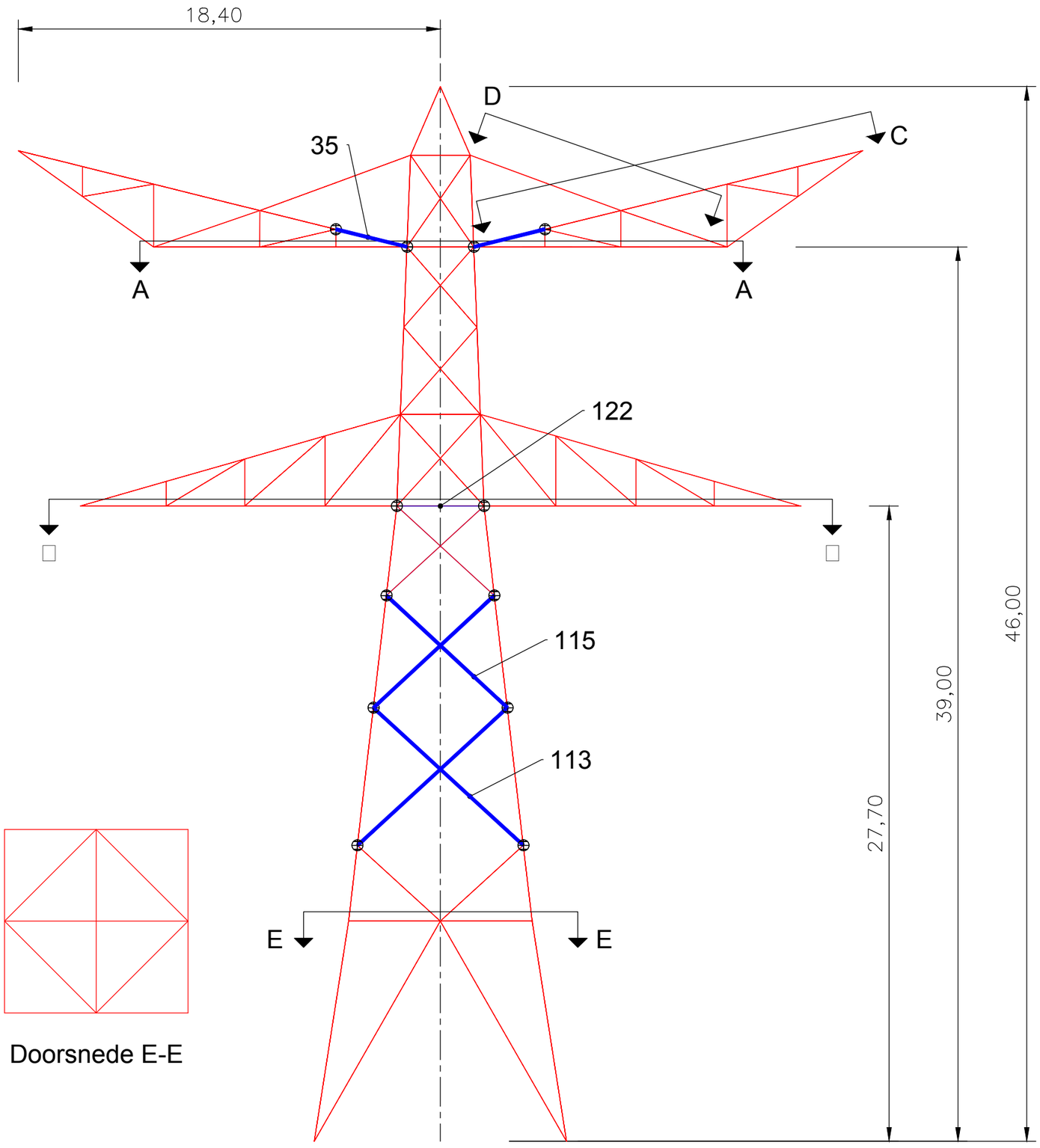
Te vervangen bouten en/of profiel
Te vervangen bouten van profiel
Begin/einde profiel
Toevoegen knikverkorter 50x50x5
Overschrijding onder 2: geen aanpassing



Doorsnede D-D □boven traverse□

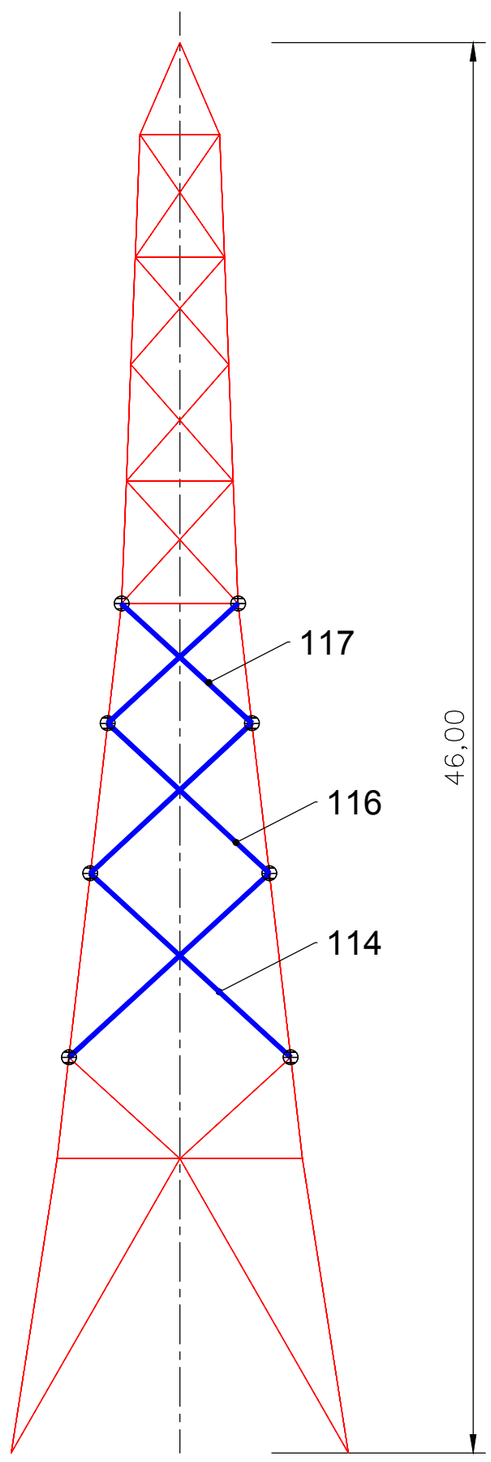


Doorsnede C-C □boven traverse□



Vooraan□icht

Doorsnede E-E



Zijaan□icht

Opmerking: Afmetingen indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

	Inintieel							Aanpassing							
		Group	Type	Size	Quality	Bout type	Aantal bouten	Group	Type	Size	Quality	Bout type	Aantal bouten [#]	Totaal nieuw gewicht [kg]	Aantal bouten [#]
1	t1ov4	t1ov4	GHo	100x100x12	Fe510	M20-5.6	2	t1ov4	GHo	100x100x12	Fe510	M20-8.8	2		4
2	t1ov4	t1ov4	GHo	100x100x12	Fe510	M20-5.6	2	t1ov4	GHo	100x100x12	Fe510	M20-8.8	2		4
35	t1br4	t1br4	GHo	120x120x8	Fe360	M24-5.6	4	t1br4	GHo	120x120x8	S355	M24-5.6	4	140	
65	t2ov5	t2ov5	OGH	100x65x11	Fe510	M20-5.6	2	t2ov5	OGH	100x65x11	Fe510	M20-8.8	2		4
66	t2ov5	t2ov5	OGH	100x65x11	Fe510	M20-5.6	2	t2ov5	OGH	100x65x11	Fe510	M20-8.8	2		4
72	t2od4	t2od4	GHo	65x65x6	Fe360	M16-5.6	1	t2od4	GHo	65x65x6	Fe360	M20-8.8	1		8
74	t2od9	t2od9	GHo	60x60x6	Fe360	M16-5.6	1	t2od9	GHo	60x60x6	S355	M20-8.8	1	18	8
113	mvd3	mvd3	GHo	150x150x12	Fe360	M24-5.6	5	mvd3	GHo	150x150x12	S355	M24-5.6	5	973	
114	mzd3	mzd3	GHo	150x150x12	Fe360	M24-5.6	5	mzd3	GHo	150x150x14	S355	M24-8.8	5	1127	20
115	mvd4	mvd4	GHo	150x150x12	Fe360	M24-5.6	5	mvd4	GHo	150x150x12	S355	M24-5.6	5	790	
116	mzd4	mzd4	GHo	150x150x12	Fe360	M24-5.6	5	mzd4	GHo	150x150x12	S355	M24-8.8	5	790	40
117	mzd5	mzd5	GHo	150x150x12	Fe360	M24-5.6	6	mzd5	GHo	150x150x12	Fe360	M24-8.8	6		48
122	mvh2	mvh2	GHo	160x160x15	Fe510	M24-5.6	7	mvh2	GHo	160x160x15	Fe510	M24-8.8	7		28

5.0	08-07-2014	Tekening nummer aangepast
4.0	11-06-2014	Herziene berekening
3.0	13-02-2014	Herziene berekening
2.0	18-11-2013	Kleine aanpassingen

KEMA DNV

Projectname: Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.: 74102194-035-655V

Design state: Definitief		Scale: 1:200	
Drawn by: BJT	08-07-2014	Units: mm	
Checked by: AJP	08-07-2014	Project no: 000.145	
Approved by: AW	08-07-2014	Company: TenneT	

Description: Mast aanpassing voor HA+0 Lijndeel GTB-BSL 380 Mastnr. M328

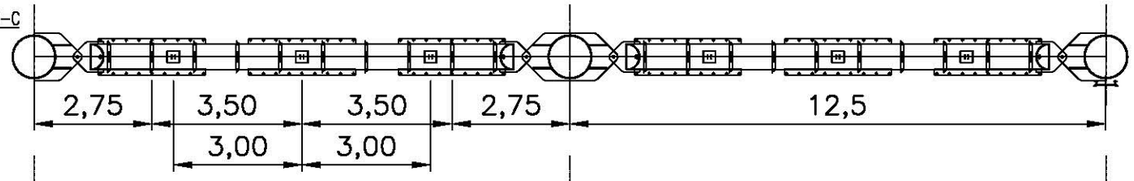
Revision: 5.0

Format: A2

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

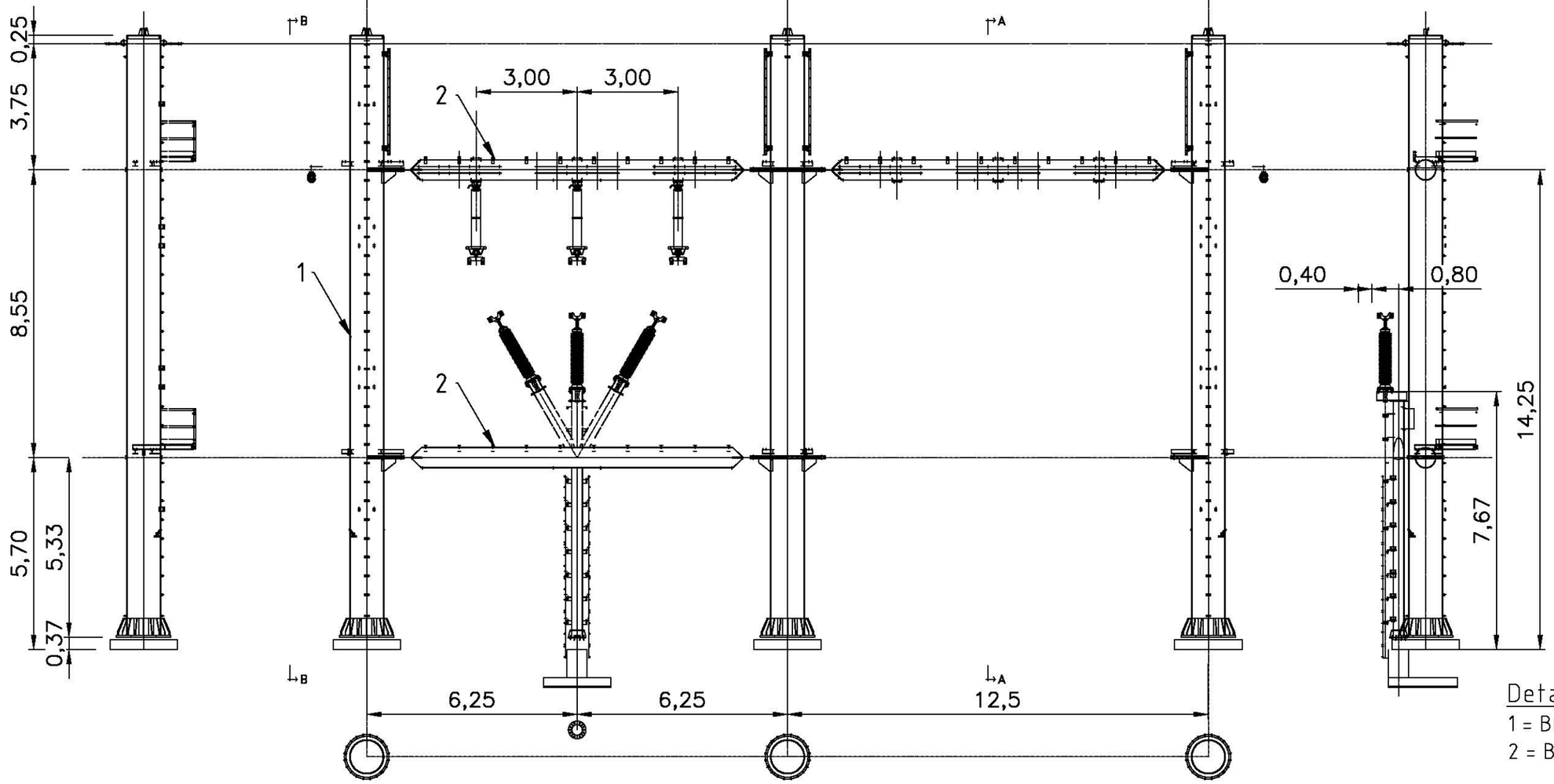
© 2014 - Filename: 74102194-035-655 - Profiel aanpassing mast M328 HA+0_Rev 5.0.dwg

DOORSNEDE C-C



DOORSNEDE B-B

DOORSNEDE A-A



Detail ∅:
1 = Buis 1016x20
2 = Buis 610x12.5

- Afmetingen indicatief

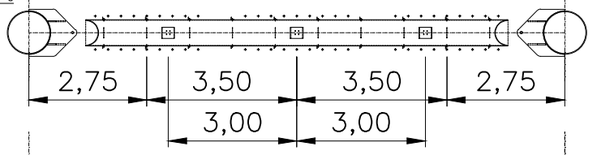
T.B.V. Vergunnings aanvraag

Projectname: Engineering verbinding ZW380					
Third angle projection:		Drawing no.: 74102194-035-703V			
Design state: DRAFT		Scale: N.A.	Description: Tennet portaal Versie C		Revision: 2.0
Drawn by: PWE	11-03-2013	Units: mm			
Checked by: EKA	11-03-2013	Project no: 000.145			Format: A3
Approved by: AW	11-03-2013	Company: TenneT			

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

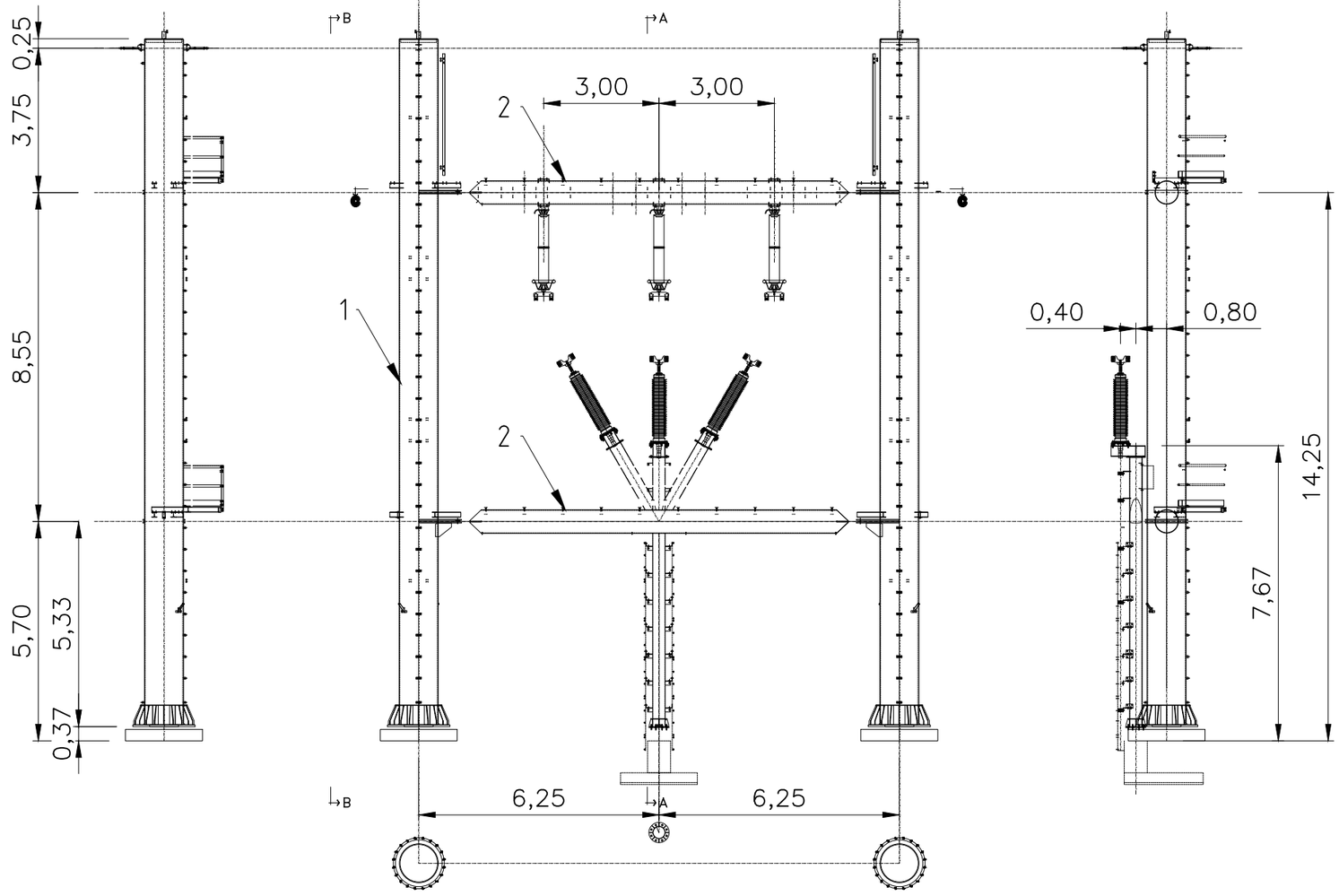
© 2013 - Filename: 74102194-035-703 - Portaal TenneT versie C rev 2.0.dwg

DOORSNEDE C-C



DOORSNEDE B-B

DOORSNEDE A-A



Detail ∅:
1 = Buis 1016x20
2 = Buis 610x12.5

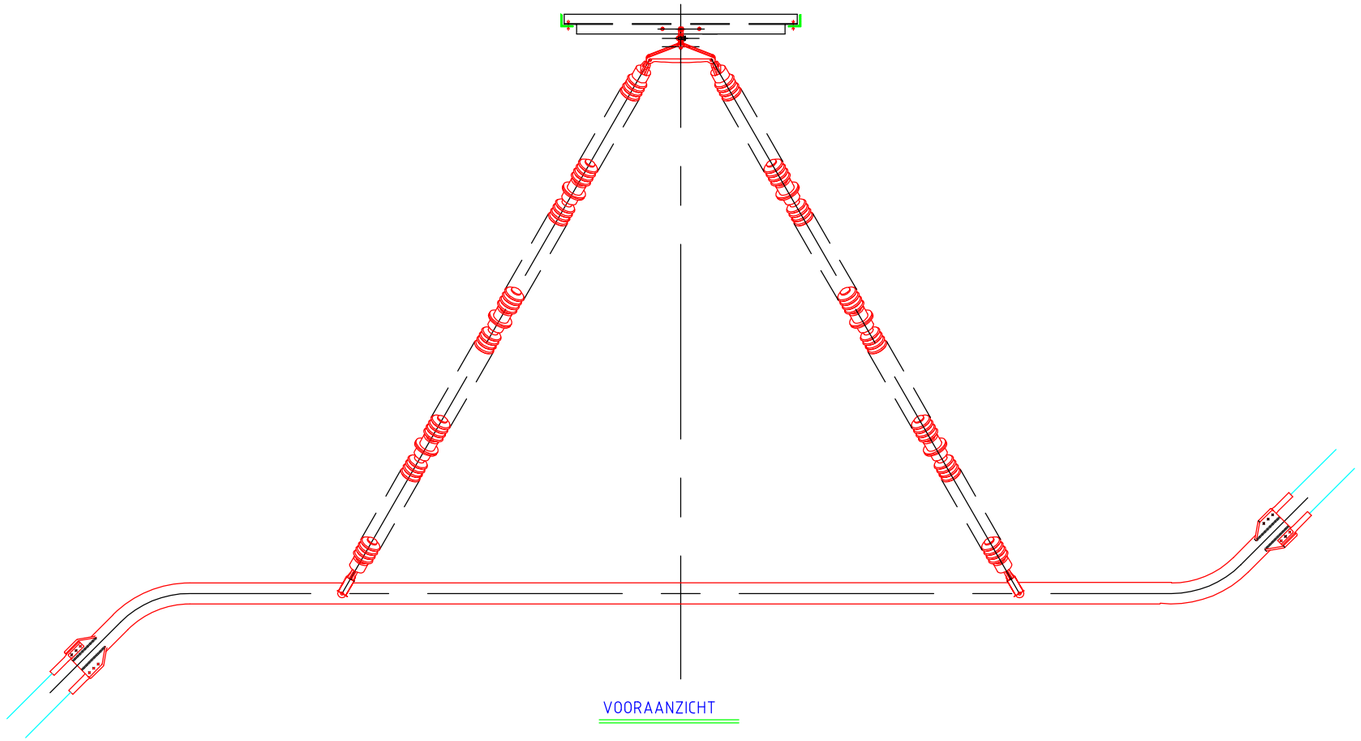
- Afmetingen indicatief

T.□.V. Vergunnings aanvraag

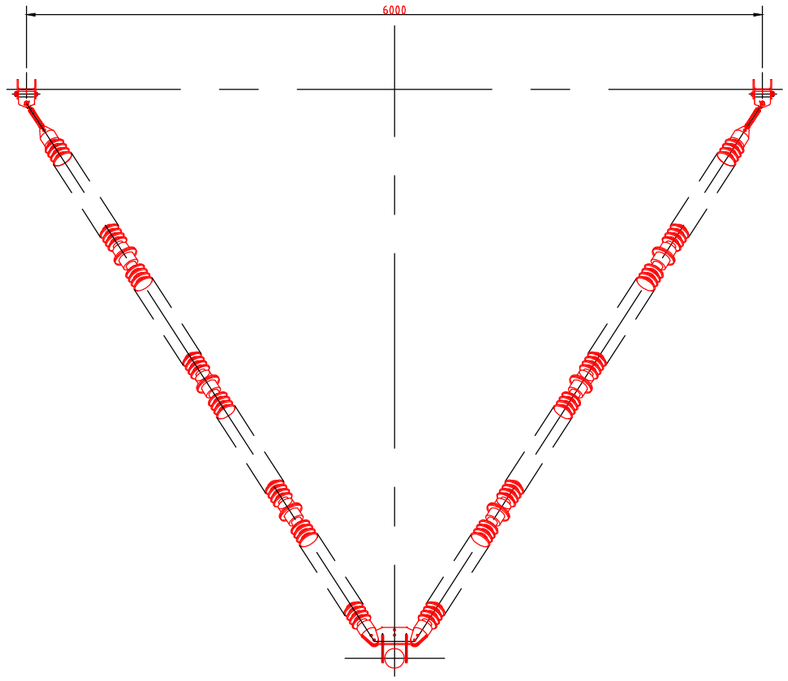
Projectname: Engineering verbinding ZW380			
Third angle projection:		Drawing no.: 74102194-035-704V	
Design state: DRAFT		Scale: N.A.	Description: Tennet portaal Versie D
Drawn by: PWE	11-03-2013	Units: mm	Revision: 2.0
Checked by: EKA	11-03-2013	Project no: 000.145	Format: A3
Approved by: AW	11-03-2013	Company: TenneT	

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

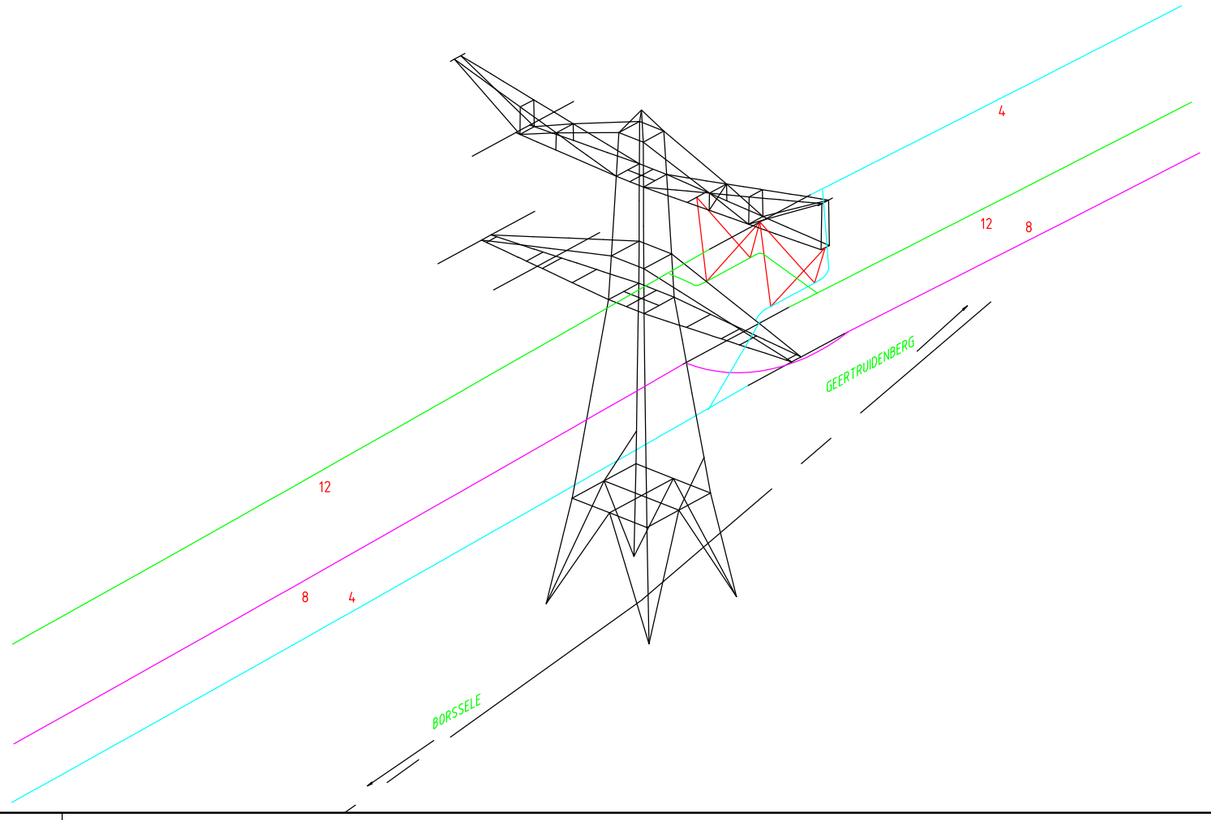
© 2013 - Filename: 74102194-035-704 - Portaal TenneT versie D rev 2.0.dwg

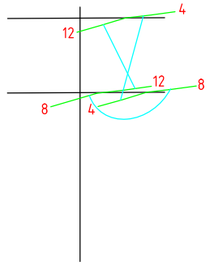


VOORAANZICHT



ZIJAANZICHT





MAST 354

T.□.V. Vergunnings aanvraag

3.0	21-01-2014	Buisgeleider aangepast
2.0	02-12-2013	Wijziging klokgetallen
1.0	24-05-2013	Eerste Uitgaven

KEMA DNV

Projectname:
Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:

Drawing no.:
74102194-038-002V

Design state: Concept		Scale: 1:50	Description: Ophanging buisligger Mast 354
Drawn by: SGR	21-01-2014	Units: mm	Revision: 3.0
Checked by: EGB	21-01-2014	Project no: 000.145	Format: A3
Approved by: AW	21-01-2014	Company: TenneT	

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

© 2013 - Filename: 74102194-038-002 - Fasewisseling mast 354 Rev 3.dwg

Block connector in solid slabs According to NVN-ENV 1994-1-1, bijlage F.1

	Kracht	druk		$F_{d;c}$	kN	-2800	-2800,00
		trek		$F_{d;t}$	kN	2700	2700,00
Hoekstaal							
	material type					S355	
	dimensions					GHo200x200x12	
	Area				mm^2	4800	4800,00
Buisprofiel							
	material type					S355	
	dimensions					Rodance RP 53_124	
Beton							
	Sterkte klasse					C28/35	C28/35
	Karakteristieke cilinderdruksterkte			f_{ck}	N/mm^2	28,0	
	materiaalfactor				γ	1,5	
Blokdeuvels							
	aantal blokken					6	6,00
	aantal rijen					2	2,00
	aantal deuvels totaal					12	
	material type					235	235
	dimensions	hoogte		h	mm	50	
		breedte		b	mm	30	
		lengte		l	mm	200	200
		tussen afstand		a	mm	200	200
		scheefstand 1:5					
		oppervlak onder een helling 1:5			mm	40	40
	Oppervlakte drukvlak			A_{f1}	mm^2	6000	
	Gecorrigeerde drukvlak			A_{f2}	mm^2	14080	
				η		1,53	
	Capaciteit blokdeuvel			P_{Rd}	kN	172	
Voetplaat							
	dimensions	breedte		b	mm	220	220
		lengte		l	mm	220	220
		afvlakking	(geen vierkante voetpl		mm	0	0
		dikte		d	mm	16	16
		tussen afstand		a	mm	200	200
		scheefstand 1:5			mm		
		oppervlak van de onder een helling			mm	40	40
		oppervlakte	druk	$A_{f1;c}$	mm^2	48400	
		oppervlakte	trek	$A_{f1;t}$	mm^2	43600	
		oppervlakte	druk	$A_{f2;c}$	mm^2	65800	
		oppervlakte	trek	$A_{f2;t}$	mm^2	61000	
			druk	η		1,17	
			trek	η		1,18	
	diepte tov bovenkant fundatie			d	mm	1660	

Capaciteit Voetplaat	druk		$P_{Rd;c}$	kN	1053	
	trek		$P_{Rd;t}$	kN	963	
Blokdeuvels fundatiepaal						
aantal blokken					4	4
aantal rijen					1	1
aantal deuvels totaal					4	
material type					S255	
dimensions	hoogte		h	mm	20	20
	breedte		b	mm	20	20
	lengte		l	mm	1885	1885
	tussen afstand		a	mm	170	
	scheefstand			mm	0,200	
	oppervlak van de onder een helling			mm	35	35,00
Oppervlakte drukvlak			A_{f1}	mm^2	37700	
Gecorrigeerde drukvlak			A_{f2}	mm^2	107525	
			η		1,689	
Capaciteit blokdeuvel			P_{Rd}	kN	1188	
Krachten per blokdeuvel op het profiel						
kracht per blokdeuvel	druk		$P_{Sd;c}$	kN	146	
	trek		$P_{Sd;t}$	kN	145	
Krachten per blokdeuvel op de fundatiepaal						
kracht per blokdeuvel	druk		$P_{Sd;c}$	kN	700	
	trek		$P_{Sd;t}$	kN	675	
Unity Check blokdeuvels profiel						
U.C.	druk	BLOKDEUVELS VOLI			0,85	
U.C.	trek				0,84	
Unity Check blokdeuvels fundatiepaal						
U.C.	druk				0,59	
U.C.	trek				0,57	

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	M154.S01				
Type paal	Buispaal				

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	0.94	*(m)*	Diameter schacht	0.3	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.07	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * (F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} / F_{s;max;rep})$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	467	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	405	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	0	-1	0.5	0.01	1.9	1.8	1.8
klei	-1	-2	1.5	0.0125	7.2	6.8	8.6
klei	-2	-3	0.9	0.1	34.7	32.7	41.4
klei	-3	-4	2.5	0.0125	12.1	11.4	52.7
zand	-4	-5	3.5	0.007	9.5	8.9	61.6
zand	-5	-6	4.2	0.007	11.3	10.7	72.3
zand	-6	-7	6	0.007	16.2	15.3	87.6
zand	-7	-8	6	0.007	16.2	15.3	102.9
zand	-8	-9	6	0.007	16.2	15.3	118.1
zand	-9	-10	7	0.007	18.9	17.8	136.0
zand	-10	-11	5	0.007	13.5	12.7	148.7
	-11	-12	0	0	0.0	0.0	148.7
	-12	-13	0	0	0.0	0.0	148.7
	-13	-14	0	0	0.0	0.0	148.7
	-14	-15	0	0	0.0	0.0	148.7
	-15	-16	0	0	0.0	0.0	148.7
	-16	-17	0	0	0.0	0.0	148.7
	-17	-18	0	0	0.0	0.0	148.7
	-18	-19	0	0	0.0	0.0	148.7
	-19	-20	0	0	0.0	0.0	148.7
	-20	-21	0	0	0.0	0.0	148.7
	-21	-22	0	0	0.0	0.0	148.7
	-22	-23	0	0	0.0	0.0	148.7
	-23	-24	0	0	0.0	0.0	148.7
	-24	-25	0	0	0.0	0.0	148.7
	-25	-26	0	0	0.0	0.0	148.7
	-26	-27	0	0	0.0	0.0	148.7

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-10 *(m)*	148 kN	128.76kN

128,8 * 2 + 163 = 420 kN

5.385714

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats
Sondering M154.S01

Diameter paalpunt	0.3	*(m)*	$O_{p;gem}$	0.94	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	0.30	*(m2)*
Δl	7	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.071	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef					

$P_{r;max;punt;i}$<15	2.25	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$
$F_{r;max;punt;i}$	0.16	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	3	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	2	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	2	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.0324	*(MN/m2)*	$\propto_s * q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.006	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	5.4	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	0.21	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	0.37	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	0.23	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.25	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	233.0	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-10 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	M154.S01				
Type paal	Larssen l2 staal				

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	1.26	*(m)*	Diameter schacht	0.4	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.13	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * (F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} / F_{s;max;rep})$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	467	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	405	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	0	-1	0.5	0.01	1.9	2.4	2.4
klei	-1	-2	1.5	0.0125	7.2	9.1	11.5
klei	-2	-3	0.9	0.1	34.7	43.6	55.1
klei	-3	-4	2.5	0.0125	12.1	15.2	70.3
zand	-4	-5	3.5	0.004	5.4	6.8	77.1
zand	-5	-6	4.2	0.004	6.5	8.1	85.2
zand	-6	-7	6	0.004	9.3	11.6	96.9
zand	-7	-8	6	0.004	9.3	11.6	108.5
zand	-8	-9	6	0.004	9.3	11.6	120.1
zand	-9	-10	7	0.004	10.8	13.6	133.7
zand	-10	-11	5	0.004	7.7	9.7	143.4
zand	-11	-12	7	0.004	10.8	13.6	157.0
zand	-12	-13	9	0.004	13.9	17.5	174.4
zand	-13	-14	7	0.004	10.8	13.6	188.0
	-14	-15	0	0	0.0	0.0	188.0
	-15	-16	0	0	0.0	0.0	188.0
	-16	-17	0	0	0.0	0.0	188.0
	-17	-18	0	0	0.0	0.0	188.0
	-18	-19	0	0	0.0	0.0	188.0
	-19	-20	0	0	0.0	0.0	188.0
	-20	-21	0	0	0.0	0.0	188.0
	-21	-22	0	0	0.0	0.0	188.0
	-22	-23	0	0	0.0	0.0	188.0
	-23	-24	0	0	0.0	0.0	188.0
	-24	-25	0	0	0.0	0.0	188.0
	-25	-26	0	0	0.0	0.0	188.0
	-26	-27	0	0	0.0	0.0	188.0

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-14 *(m)*	188 kN	163.56kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats					
Sondering	M154.S01				
Diameter paalpunt	0.4	*(m)*	$O_{p;gem}$	1.26	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	0.40	*(m2)*
Δl	10	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.012	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef					
$P_{r;max;punt;i}$<15	10	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\frac{(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem})}{2} + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	0.12	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	10	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	10	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	10	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.036	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.006	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	6	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	0.45	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	0.57	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	0.36	*(MN)*	$F_{r;max;i} / \Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.25	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	359.3	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-14 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-M81.S01				
Type paal	Buispaal met gesloten punt				

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem}\int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i}\,dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	2.20	*(m)*	Diameter schacht	0.7	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.38	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	nee				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} \Big/ \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * \left(F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} \Big/ F_{s;max;rep}\right)$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	886	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	736	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	1	0	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	0	-1	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-2	-3	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-3	-4	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-4	-5	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-5	-6	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-6	-7	1	0.02	7.7	17.0	17.0
klei	-7	-8	3	0.025	28.9	63.6	80.6
klei	-8	-9	3	0.025	28.9	63.6	144.2
klei	-9	-10	3	0.025	28.9	63.6	207.9
zand	-10	-11	11	0.007	29.7	65.3	273.2
zand	-11	-12	10	0.007	27.0	59.4	332.6
zand	-12	-13	10	0.007	27.0	59.4	392.0
zand	-13	-14	11.5	0.007	31.1	68.3	460.3
zand	-14	-15	15	0.007	40.5	89.1	549.4
zand	-15	-16	15	0.007	40.5	89.1	638.4
zand	-16	-17	15	0.007	40.5	89.1	727.5
zand	-17	-18	15	0.007	40.5	89.1	816.6
zand	-18	-19	0	0.007	0.0	0.0	816.6
zand	-19	-20	0	0.007	0.0	0.0	816.6
zand	-20	-21	0	0.007	0.0	0.0	816.6
zand	-21	-22	0	0.007	0.0	0.0	816.6
zand	-22	-23	0	0.007	0.0	0.0	816.6
zand	-23	-24	0	0.007	0.0	0.0	816.6
zand	-24	-25	0	0.007	0.0	0.0	816.6
zand	-25	-26	0	0.007	0.0	0.0	816.6

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-18 *(m)*	816 kN	816kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats					
Sondering	DKM-M81.S01				
Diameter paalpunt	0.7	*(m)*	$O_{p;gem}$	2.20	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	0.70	*(m2)*
Δl	8	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.38	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt (holle buis)		
Negatieve kleef	ja				
$P_{r;max;punt;i}$<15	13.75	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	5.29	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	15	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	15	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	12.5	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.125	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.01	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	12.5	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	2.20	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	7.49	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	4.68	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.25	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	4283.8	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-18 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-M81.S01
Type paal	Buispaal met gesloten punt

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	2.87	*(m)*	Diameter schacht	0.914	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.66	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	nee				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * (F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} / F_{s;max;rep})$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	1901	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	1616	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	1	0	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	0	-1	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-2	-3	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-3	-4	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-4	-5	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-5	-6	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-6	-7	1	0.02	7.7	22.2	22.2
klei	-7	-8	3	0.025	28.9	83.1	105.2
klei	-8	-9	3	0.025	28.9	83.1	188.3
klei	-9	-10	3	0.025	28.9	83.1	271.4
zand	-10	-11	11	0.007	29.7	85.3	356.7
zand	-11	-12	10	0.007	27.0	77.5	434.3
zand	-12	-13	10	0.007	27.0	77.5	511.8
zand	-13	-14	11.5	0.007	31.1	89.2	601.0
zand	-14	-15	15	0.007	40.5	116.3	717.3
zand	-15	-16	15	0.007	40.5	116.3	833.6
zand	-16	-17	15	0.007	40.5	116.3	949.9
zand	-17	-18	15	0.007	40.5	116.3	1066.3
zand	-18	-19	15	0.007	40.5	116.3	1182.6
zand	-19	-20	15	0.007	40.5	116.3	1298.9
zand	-20	-21	15	0.007	40.5	116.3	1415.2
zand	-21	-22	15	0.007	40.5	116.3	1531.5
zand	-22	-23	15	0.007	40.5	116.3	1647.9
zand	-23	-24	15	0.007	40.5	116.3	1764.2
zand	-24	-25	15	0.007	40.5	116.3	1880.5
zand	-25	-26	11.5	0.007	31.1	89.2	1969.7

			$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-23 *(m)*		1647 kN	1647kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats
Sondering DKM-M81.S01

Diameter paalpunt	0.914	*(m)*	$O_{p;gem}$	2.87	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	0.91	*(m2)*
Δl	10	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.66	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt (holle buis)		
Negatieve kleef	ja				

$P_{r;max;punt;i}$<15	15	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$
$F_{r;max;punt;i}$	9.84	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	15	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	15	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	15	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.125	*(MN/m2)*	$\propto_s * q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.01	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	12.5	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	3.59	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	13.43	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	8.39	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.25	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	7680.9	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-23 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-M81.S01	
Type paal	Buispaal met gesloten punt	

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	2.51	*(m)*	Diameter schacht	0.8	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.50	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	nee				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * (F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} / F_{s;max;rep})$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	1050	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	876	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	1	0	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	0	-1	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-2	-3	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-3	-4	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-4	-5	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-5	-6	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-6	-7	1	0.02	7.7	19.4	19.4
klei	-7	-8	3	0.025	28.9	72.7	92.1
klei	-8	-9	3	0.025	28.9	72.7	164.8
klei	-9	-10	3	0.025	28.9	72.7	237.6
zand	-10	-11	11	0.007	29.7	74.7	312.2
zand	-11	-12	10	0.007	27.0	67.9	380.1
zand	-12	-13	10	0.007	27.0	67.9	448.0
zand	-13	-14	11.5	0.007	31.1	78.1	526.0
zand	-14	-15	15	0.007	40.5	101.8	627.8
zand	-15	-16	15	0.007	40.5	101.8	729.6
zand	-16	-17	15	0.007	40.5	101.8	831.5
zand	-17	-18	15	0.007	40.5	101.8	933.3
zand	-18	-19	15	0.007	40.5	101.8	1035.1
zand	-19	-20	15	0.007	40.5	101.8	1136.9
zand	-20	-21	15	0.007	40.5	101.8	1238.7
zand	-21	-22	15	0.007	40.5	101.8	1340.5
zand	-22	-23	15	0.007	40.5	101.8	1442.3
zand	-23	-24	15	0.007	40.5	101.8	1544.1
zand	-24	-25	15	0.007	40.5	101.8	1645.9
zand	-25	-26	11.5	0.007	31.1	78.1	1724.0

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-18 *(m)*	933 kN	933kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats					
Sondering	DKM-M81.S01				
Diameter paalpunt	0.8	*(m)*	$O_{p;gem}$	2.51	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	0.80	*(m2)*
Δl	8	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.50	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt (holle buis)		
Negatieve kleef	ja				
$P_{r;max;punt;i}$<15	12.5	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	6.28	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	15	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	15	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	10	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.125	*(MN/m2)*	$\propto_s * q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.01	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	12.5	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	2.51	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	8.80	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	5.50	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.25	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	5030.5	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-18 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-M81.S01
Type paal	Buispaal met gesloten punt

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	2.87	*(m)*	Diameter schacht	0.914	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.66	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	nee				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * (F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} / F_{s;max;rep})$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	1707	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	1396	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	1	0	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	0	-1	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-2	-3	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-3	-4	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-4	-5	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-5	-6	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-6	-7	1	0.02	7.7	22.2	22.2
klei	-7	-8	3	0.025	28.9	83.1	105.2
klei	-8	-9	3	0.025	28.9	83.1	188.3
klei	-9	-10	3	0.025	28.9	83.1	271.4
zand	-10	-11	11	0.007	29.7	85.3	356.7
zand	-11	-12	10	0.007	27.0	77.5	434.3
zand	-12	-13	10	0.007	27.0	77.5	511.8
zand	-13	-14	11.5	0.007	31.1	89.2	601.0
zand	-14	-15	15	0.007	40.5	116.3	717.3
zand	-15	-16	15	0.007	40.5	116.3	833.6
zand	-16	-17	15	0.007	40.5	116.3	949.9
zand	-17	-18	15	0.007	40.5	116.3	1066.3
zand	-18	-19	15	0.007	40.5	116.3	1182.6
zand	-19	-20	15	0.007	40.5	116.3	1298.9
zand	-20	-21	15	0.007	40.5	116.3	1415.2
zand	-21	-22	15	0.007	40.5	116.3	1531.5
zand	-22	-23	15	0.007	40.5	116.3	1647.9
zand	-23	-24	15	0.007	40.5	116.3	1764.2
zand	-24	-25	15	0.007	40.5	116.3	1880.5
zand	-25	-26	11.5	0.007	31.1	89.2	1969.7

			$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-21 *(m)*	1415 kN	1415kN	

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats					
Sondering	DKM-M81.S01				
Diameter paalpunt	0.914	*(m)*	$O_{p;gem}$	2.87	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	0.91	*(m2)*
Δl	9	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.66	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt (holle buis)		
Negatieve kleef	ja				
$P_{r;max;punt;i}$<15	14.5	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	9.51	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	15	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	15	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	14	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.125	*(MN/m2)*	$\propto_s * q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.01	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	12.5	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	3.23	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	12.74	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	7.97	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.25	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	7288.0	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-21 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-M321.S04				
Type paal	Buispaal zonder grout				

$F_{r;trek;d}=$ $O_{p;gem}\int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i}\,dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	1.26	*(m)*	Diameter schacht	0.4	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.13	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} \Big/ \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.25	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * \left(F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} \Big/ F_{s;max;rep}\right)$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	0	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	400	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	1	0	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	0	-1	1	0.02	9.3	11.6	11.6
klei	-1	-2	0.9	0.02	8.3	10.5	22.1
klei	-2	-3	0.7	0.02	6.5	8.1	30.3
klei	-3	-4	0.4	0.02	3.7	4.7	34.9
klei	-4	-5	0.5	0.02	4.6	5.8	40.7
zand	-5	-6	4	0.007	13.0	16.3	57.0
zand	-6	-7	8	0.007	25.9	32.6	89.6
zand	-7	-8	8.5	0.007	27.5	34.6	124.2
zand	-8	-9	7.5	0.007	24.3	30.5	154.8
zand	-9	-10	15	0.007	48.6	61.1	215.8
zand	-10	-11	13	0.007	42.1	52.9	268.8
zand	-11	-12	13	0.007	42.1	52.9	321.7
zand	-12	-13	15	0.007	48.6	61.1	382.8
	-13	-14	0	0.007	0.0	0.0	382.8
	-14	-15	0	0.007	0.0	0.0	382.8
	-15	-16	0	0.007	0.0	0.0	382.8
	-16	-17	0	FALSE	0.0	0.0	382.8
	-17	-18	0	FALSE	0.0	0.0	382.8
	-18	-19	0	FALSE	0.0	0.0	382.8
	-19	-20	0	FALSE	0.0	0.0	382.8
	-20	-21	0	FALSE	0.0	0.0	382.8
	-21	-22	0	FALSE	0.0	0.0	382.8
	-22	-23	0	FALSE	0.0	0.0	382.8
	-23	-24	0	FALSE	0.0	0.0	382.8
	-24	-25	0	FALSE	0.0	0.0	382.8
	-25	-26	0	FALSE	0.0	0.0	382.8

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-13 *(m)*	382.8 kN	333.036kN

333 * 2 + 890 = 1556 kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats					
Sondering	DKM-M321.S04				
Diameter paalpunt		*(m)*	$O_{p;gem}$	0.00	*(m)*
Paalvorm		*(m)*	Deq	0.00	*(m2)*
Δl		*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.306	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt (holle buis)		
Negatieve kleef	ja				
$P_{r;max;punt;i}$<15	0	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\frac{(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem})}{2} + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	0.00	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p		*(-)*	Paalklasse factor
β		*(-)*	Paalvoet factor
s		*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$		*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$		*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$		*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$		

Waarin:

$\propto_s$		*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$		*(MPa)*	Conusweerstand

$F_{r;max;schacht;i}$	0.00	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$		
$F_{r;max;i}$	0.00	*(MN)*			
$F_{r;paal;max;d}$	#DIV/0!	*(MN)*	$F_{r;max;i} / \Upsilon_t * \xi_3$		

Waarin:

Υ_t		*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3		*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	#DIV/0!	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-13 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-M321.S04				
Type paal	Buispaal grout injectie				

$F_{r;trek;d}=$ $O_{p;gem}\int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i}\,dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	3.14	*(m)*	Diameter schacht	1	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.79	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} \Big/ \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * \left(F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} \Big/ F_{s;max;rep}\right)$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	1794	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	1480	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	1	0	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	0	-1	1	0.02	7.7	24.2	24.2
klei	-1	-2	0.9	0.02	6.9	21.8	46.1
klei	-2	-3	0.7	0.02	5.4	17.0	63.0
klei	-3	-4	0.4	0.02	3.1	9.7	72.7
klei	-4	-5	0.5	0.02	3.9	12.1	84.8
zand	-5	-6	4	0.006	9.3	29.1	113.9
zand	-6	-7	8	0.006	18.5	58.2	172.1
zand	-7	-8	8.5	0.006	19.7	61.8	233.9
zand	-8	-9	7.5	0.006	17.4	54.5	288.5
zand	-9	-10	15	0.006	34.7	109.1	397.5
zand	-10	-11	13	0.006	30.1	94.5	492.1
zand	-11	-12	13	0.006	30.1	94.5	586.6
zand	-12	-13	15	0.006	34.7	109.1	695.7
zand	-13	-14	15	0.006	34.7	109.1	804.8
zand	-14	-15	15	0.006	34.7	109.1	913.9
zand	-15	-16	15	0.006	34.7	109.1	1023.0
	-16	-17	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0
	-17	-18	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0
	-18	-19	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0
	-19	-20	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0
	-20	-21	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0
	-21	-22	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0
	-22	-23	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0
	-23	-24	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0
	-24	-25	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0
	-25	-26	0	FALSE	0.0	0.0	1023.0

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-16 *(m)*	1023 kN	890.01kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats					
Sondering	DKM-M321.S04				
Diameter paalpunt	1	*(m)*	$O_{p;gem}$	3.14	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	1.00	*(m2)*
Δl	10	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.306	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt (holle buis)		
Negatieve kleef	ja				
$P_{r;max;punt;i}$<15	14	*(MN/m2)*	$^1/_2 * \alpha_p * \beta * (^{(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem})}/_2 + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	4.28	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	15	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	15	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	13	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.066	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.006	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	11	*(MPa)*	Conusweerstand

$F_{r;max;schacht;i}$	2.07	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$		
$F_{r;max;i}$	6.36	*(MN)*			
$F_{r;paal;max;d}$	3.97	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$		

Waarin:

Υ_t	1.25	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	3635.7	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-16 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	328				
Type paal	Open stalen buispaal met groutinjectie				

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	3.14	*(m)*	Diameter schacht	1	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.79	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * (F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} / F_{s;max;rep})$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	1636	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	1361	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
klei	0	-1	0	0.02	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	0.5	0.02	3.9	12.1	12.1
klei	-2	-3	0.6	0.02	4.6	14.5	26.7
klei	-3	-4	0.2	0.02	1.5	4.8	31.5
klei	-4	-5	0.3	0.02	2.3	7.3	38.8
klei	-5	-6	0.8	0.02	6.2	19.4	58.2
klei	-6	-7	2	0.025	19.3	60.6	118.8
klei	-7	-8	1	0.025	9.6	30.3	149.1
klei	-8	-9	1.5	0.025	14.5	45.5	194.5
klei	-9	-10	1.5	0.025	14.5	45.5	240.0
klei	-10	-11	1.2	0.025	11.6	36.4	276.3
klei	-11	-12	1.1	0.025	10.6	33.3	309.7
zand	-12	-13	2.8	0.006	6.5	20.4	330.0
zand	-13	-14	5	0.006	11.6	36.4	366.4
zand	-14	-15	10	0.006	23.1	72.7	439.1
zand	-15	-16	11	0.006	25.5	80.0	519.1
zand	-16	-17	10.5	0.006	24.3	76.4	595.5
zand	-17	-18	8	0.006	18.5	58.2	653.7
zand	-18	-19	11	0.006	25.5	80.0	733.6
zand	-19	-20	0	0.006	0.0	0.0	733.6
zand	-20	-21	0	0.006	0.0	0.0	733.6
zand	-21	-22	0	0.006	0.0	0.0	733.6
zand	-22	-23	0	0.006	0.0	0.0	733.6
zand	-23	-24	0	0.006	0.0	0.0	733.6
zand	-24	-25	0	0.006	0.0	0.0	733.6
zand	-25	-26	0	0.006	0.0	0.0	733.6
	-26	-27	0	0.006	0.0	0.0	733.6

			$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-19	*(m)*	733.6 kN	638.232kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats
Sondering 328

Diameter paalpunt	1	*(m)*	$O_{p;gem}$	3.14	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	1.00	*(m2)*
Δl	6	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.30	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef					

$P_{r;max;punt;i}$<15	9	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$
$F_{r;max;punt;i}$	2.73	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$

Waarin:

α_p	0.9	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	15	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	15	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	5	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.0555	*(MN/m2)*	$\propto_s * q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.006	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	9.25	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	1.05	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	3.78	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	2.36	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.25	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	2361.6	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-19 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-M354.S01
Type paal	Buispaal met gesloten punt

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	1.26	*(m)*	Diameter schacht	0.4	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.13	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.25	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * (F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} / F_{s;max;rep})$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	0	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	400	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
Klei	1	0	3.5	0.025	40.5	50.9	50.9
KLei	0	-1	3	0.025	34.7	43.6	94.5
zand	-1	-2	5	0.006	13.9	17.5	112.0
zand	-2	-3	7	0.006	19.4	24.4	136.4
zand	-3	-4	8.5	0.006	23.6	29.7	166.1
zand	-4	-5	4.5	0.006	12.5	15.7	181.8
zand	-5	-6	4.5	0.006	12.5	15.7	197.5
zand	-6	-7	10.5	0.006	29.2	36.7	234.2
zand	-7	-8	7.5	0.006	20.8	26.2	260.3
zand	-8	-9	7	0.006	19.4	24.4	284.8
zand	-9	-10	9	0.006	25.0	31.4	316.2
zand	-10	-11	10	0.006	27.8	34.9	351.1
zand	-11	-12	10.5	0.006	29.2	36.7	387.8
zand	-12	-13	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-13	-14	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-14	-15	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-15	-16	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-16	-17	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-17	-18	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-18	-19	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-19	-20	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-20	-21	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-21	-22	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-22	-23	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-23	-24	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-24	-25	0	0.006	0.0	0.0	387.8
zand	-25	-26	0	0.006	0.0	0.0	387.8

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-12 *(m)*	388 kN	349.2kN

2* 349 + 892 = 1590 kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats
Sondering DKM-M354.S01

Diameter paalpunt		*(m)*	$O_{p;gem}$	0.00	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	0.00	*(m2)*
Δl		*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.30	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef	nee				

$P_{r;max;punt;i}$<15	0	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$
$F_{r;max;punt;i}$	0.00	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$

Waarin:

α_p		*(-)*	Paalklasse factor
β		*(-)*	Paalvoet factor
s		*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$		*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$		*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$		*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$		*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$		*(MPa)*	Conusweerstand

$F_{r;max;schacht;i}$	0.00	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	0.00	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	0.00	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

Waarin:

Υ_t	1.2	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	0.0	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-12 *(m)*

Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering	DKM-M354.S01				
Type paal	Open buispaal met groutinjectie				

$F_{r;trek;d}$= $O_{p;gem}\int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i}\,dz$

Waarin:

$O_{p;gem}$	3.14	*(m)*	Diameter schacht	1	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	A paal	0.79	*(m2)*
Paallengte tot.		*(m)*			
Groepseffecten	ja				

$P_{r;max;schacht;i}$ $\propto_t * q_{c;z;a} \Big/ \xi_3 * \Upsilon_{m;b4} * \Upsilon_{m;var;qc}$

Waarin:

ξ_3	1.28	*(-)*	Factor invloed aantal sonderingen
$\Upsilon_{m;b4}$	1.35	*(-)*	Materiaalfactor
$\Upsilon_{m;var;qc}$	1.50	*(-)*	Factor wisselende belastingen ≤ 1,5

$\Upsilon_{m;var;qc}$ $1 + 0{,}25 * \left(F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep} \Big/ F_{s;max;rep}\right)$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	1843	*(kN)*	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	1524	*(kN)*	Maximale trekbelasting
Waterstand	0	*(m)*	Beneden maaiveld
G_{paal}	0.0	*(kN)*	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering		Diepte	$q_{c;z;a}$	$\propto_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	*(m)*	*(m)*	*(MPa)*	*(-)*	*(kPa)*	*(kN)*	*(kN)*
Klei	1	0	3.5	0.025	33.8	106.1	106.1
KLei	0	-1	3	0.025	28.9	90.9	197.0
zand	-1	-2	5	0.006	11.6	36.4	233.3
zand	-2	-3	7	0.006	16.2	50.9	284.2
zand	-3	-4	8.5	0.006	19.7	61.8	346.0
zand	-4	-5	4.5	0.006	10.4	32.7	378.8
zand	-5	-6	4.5	0.006	10.4	32.7	411.5
zand	-6	-7	10.5	0.006	24.3	76.4	487.8
zand	-7	-8	7.5	0.006	17.4	54.5	542.4
zand	-8	-9	7	0.006	16.2	50.9	593.3
zand	-9	-10	9	0.006	20.8	65.4	658.7
zand	-10	-11	10	0.006	23.1	72.7	731.5
zand	-11	-12	10.5	0.006	24.3	76.4	807.8
zand	-12	-13	15	0.006	34.7	109.1	916.9
zand	-13	-14	15	0.006	34.7	109.1	1026.0
zand	-14	-15	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-15	-16	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-16	-17	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-17	-18	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-18	-19	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-19	-20	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-20	-21	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-21	-22	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-22	-23	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-23	-24	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-24	-25	0	0	0.0	0.0	1026.0
zand	-25	-26	0	0	0.0	0.0	1026.0

		$F_{trek;d}$	$F_{trek;d}$;incl groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-14 *(m)*	1026 kN	892.62kN

Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats					
Sondering	DKM-M354.S01				
Diameter paalpunt	1	*(m)*	$O_{p;gem}$	3.14	*(m)*
Paalvorm	Rond	*(m)*	Deq	1.00	*(m2)*
Δl	13	*(m)*	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.306	*(m2)*	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef	nee				
$P_{r;max;punt;i}$<15	7.525	*(MN/m2)*	$1/2 * \alpha_p * \beta * (\left(q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}\right)/2 + q_{c;III;gem})$		
$F_{r;max;punt;i}$	2.30	*(MN)*	$A_{punt} * P_{r;max;punt;i}$		

Waarin:

α_p	1	*(-)*	Paalklasse factor
β	1	*(-)*	Paalvoet factor
s	1	*(-)*	Vorm paalvoet factor
$q_{c;I;gem}$	10.7	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;II;gem}$	7	*(MPa)*	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)
$q_{c;III;gem}$	6.2	*(MPa)*	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)

$P_{r;max;schacht;i}$	0.0616	*(MN/m2)*	$\propto_s * \ q_{c;z;a}$

Waarin:

$\propto_s$	0.007	*(-)*	Paal factor
$q_{c;z;a}$	8.8	*(MPa)*	Conusweerstand
$F_{r;max;schacht;i}$	2.52	*(MN)*	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} * dz$
$F_{r;max;i}$	4.82	*(MN)*	
$F_{r;paal;max;d}$	3.01	*(MN)*	$F_{r;max;i}/\Upsilon_t * \xi_3$

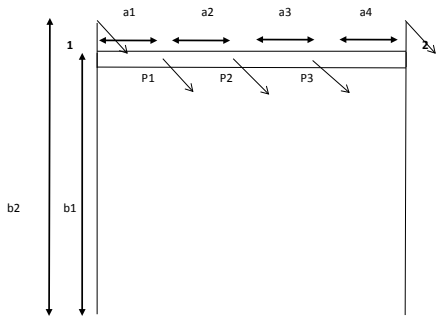
Waarin:

Υ_t	1.25	*(-)*	Materiaalfactor
ξ_3	1.28	*(-)*	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen

Opneembare drukkracht paal	3011.5	*(kN)*	Paalpuntniveau t.o.v. NAP	-14 *(m)*

Portaalberekening
Drawing number 74102194-035-704
Versie D

Aannames:
Opligbalk kan vrij roteren in de belastingrichting.
Pinnen worden niet doorgerekend



	Richting		
	x	y	z
Weerstandsmoment balk	3,65E+06	1,00E+03	3,65E+06
Weerstandssmoment kolom	1,62E+07	1,62E+07	1,00E+03

	Richting		
	x	y	z
Bliksemdraad	-21651	2826	-1773
Fase1	-42006	4680	-3608
Fase2	-41487	4516	-2091
Fase3	-40898	4322	-476

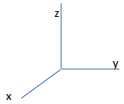
Horizontale afstanden

a1	2750	mm
a2	3500	mm
a3	3500	mm
a4	2750	mm

Verticale afstanden

b1	13880	mm
b2	17630	mm

Toelaatbare spanning 284 Mpa 80% van 355 N/mm^2



Bepaling spanning Balk					
Opleg reactiekrachten					
R1x	-62506	N			
R2x	-61885	N			
Opleg reactiekrachten					
R1z	-3964	N			
R2z	-2210	N			
Opleg reactiekrachten					
R1y	-13518,049	N			
R2y	13518,0492	N			
Momenten ophangpunten			**Spanning**		**Unity check**
M1z	-171890516	Nmm	4,71E+01	Mpa	0,17
M2z	-243640183	Nmm	6,67E+01	Mpa	0,23
M3z	-170183839	Nmm	4,66E+01	Mpa	0,16
M1x	-10902142	Nmm	2,98E+00	Mpa	0,01
M2x	-12149554	Nmm	3,33E+00	Mpa	0,01
M3x	-6078835,7	Nmm	1,66E+00	Mpa	0,01

Bepaling spanning Kolom				
My	-1,249E+09	Nmm	7,70E+01	0,27
Mx	-44000091	Nmm	2,71E+00	0,01

Druk uit kolom op de grond		
Kolom1	-2191,5958	
Kolom2	-3983,3051	
Eigengewicht kolom	-17665,26	kg
Eigengewicht balk	-3948	kg
Totaal	-21613,26	kg
Totaal met geleiderbel.		
Kolom1	-25591,565	N
Kolom2	-10806,63	N

Bepalen totale verticaalkracht		
Totaal optredende max dwarskracht	16950	N
optredende moment door dwarskracht	117633	Nm
Optredende spanning in voet	7	N/mm2

Gegevens staal:						
Traagheid balk				**Traagheid kolom**		
Diameter	610	mm		Diameter	1016	
Wanddikte	12,5	mm		Wanddikte	20	
$I_{traagheid}$	1,11E+09	mm^4		$I_{traagheid}$	8237036780	mm^4
W_{moment}	3653083,21	mm3		W_{moment}	16214639,33	mm3
Gewicht/m	188	kg/m		Gewicht/m	501	kg/m

Maatgevende belasting:

		Vertical [N]	Longitudinal [N]	Transversal [N]	Vertical [N]	Longitudinal [N]	Transversal [N]
NL1/3	GW / opgw	0	0	0	-1773	2826	-21651
Wind, -5°C	150C1F1	0	0	0	-3608	4680	-42006
Permanent loads	150C1F2	0	0	0	-2091	4516	-41487
Wind angle: 90°	150C1F3	0	0	0	-476	4322	-40898

Portaalberekening
Drawing number 74102194-035-703
Versie D

Aannames:
Opligbalk kan vrij roteren in de belastingrichting.
Pinnen worden niet doorgerekend

Linkerkant

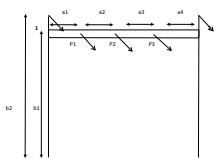
	Richting		
	x	y	z
Weerstandsmoment balk	1,65E+06	1,00E+03	1,65E+06
Weerstandsmoment kolom	1,62E+07	1,62E+07	1,00E+03

Traaiheid balk

Diameter	610	mm
Wanddikte	12,5	mm
$I_{traagheid}$	1,11E+09	mm^4
W	3653083	mm3
Gewicht/m	188	kg/m

Traaiheid kolom

Diameter	1016	
Wanddikte	20	
$I_{traagheid}$	8,2E+09	mm^4
W	1,6E+07	mm3
Gewicht/m	501	kg/m



	x	y	z
Bliksemdraad	29538	5345	501
Fase1	54799	9343	-895
Fase2	54121	9132	273
Fase3	54121	9132	273

Maatgevende belastingen

		Vertical [N]	Longitudinal [N]	Transversal [N]
NL3/3	GW / rood	501	5345	29538
Wind, -5°C	150C1F1	-895	9343	54799
Permanent loads	150C1F2	273	9132	54121
Wind angle: 90°	150C1F3	273	9132	54121

Horizontale afstanden

a1	2750	mm
a2	3500	mm
a3	3500	mm
a4	2750	mm

Verticale afstanden

b1	13880	mm
b2	17630	mm

Toelaatbare spanning 284 Mpa 80% van 355 N/mm²

Bepaling spanning Balk

Reactiekrachten

R1x	81711	N
R2x	81331	N
R1z	-502	N
R2z	152	N
R1y	-27607	N
R2y	27607	N

			Spanning		Unity check
M1z	224704640	Nmm	6,15E+01	Mpa	0,22
M2z	318895509	Nmm	8,73E+01	Mpa	0,31
M3z	223661132	Nmm	6,12E+01	Mpa	0,22
M1x	-1380682	Nmm	3,78E-01	Mpa	0,00
M2x	-3706	Nmm	1,01E-03	Mpa	0,00
M3x	418478	Nmm	1,15E-01	Mpa	0,00

Rechterzijde

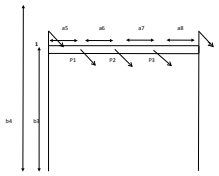
	richting		
	x	y	z
Traagheidsmoment balk	1,37E+11	1,00E+03	1,37E+11
Traagheidsmoment kolom	2,59E+12	2,59E+12	1,00E+03

Traaiheid balk

Diameter	610	mm
Wanddikte	12,5	mm
$I_{traagheid}$	1,11E+09	mm^4
Gewicht/m	188	kg/m
W	1,37E+11	mm3

Traaiheid kolom

Diameter	1016	
Wanddikte	20	
$I_{traagheid}$	8,2E+09	mm^4
Gewicht/m	501	kg/m
W	2,6E+12	mm3



	Vertical [N]	Longitudinal [N]	Transversal [N]
Bliksemdraad	29538	5345	501
Fase1	54799	9343	-895
Fase2	54121	9132	273
Fase3	54121	9132	273

Horizontale afstanden

a5	2750	mm
a6	3500	mm
a7	3500	mm
a8	2750	mm

Verticale afstanden

b3	13880	mm
b4	17630	mm

Toelaatbare spanning 284 Mpa 80% van 355 N/mm²

	Vertical [N]	Longitudinal [N]	Transversal [N]
NL1/3	GW / rood	501	5345	29538
Wind, -5°C	150C1F1	-895	9343	54799
Permanent loads	150C1F2	273	9132	54121
Wind angle: 90°	150C1F3	273	9132	54121

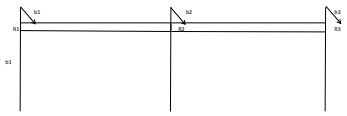
Bepaling spanning Balk

Reactiekrachten

R1x	81711	N
R2x	81331	N
R1z	-502	N
R2z	152	N
R1y	-27607	N
R2y	27607	N

			Spanning		Unity check
M1z	224704640	Nmm	62	Mpa	0,22
M2z	318895509	Nmm	87	Mpa	0,31
M3z	223661132	Nmm	61	Mpa	0,22
M1x	-1380682	Nmm	0	Mpa	0,00
M2x	-3706	Nmm	0	Mpa	0,00
M3x	418478	Nmm	0	Mpa	0,00

Koppeling twee portalen



Silsuendraden

	x	y	z
b1	29538	5345	501
b2	0	0	0
b3	29538	5345	501

Bepaling kolom

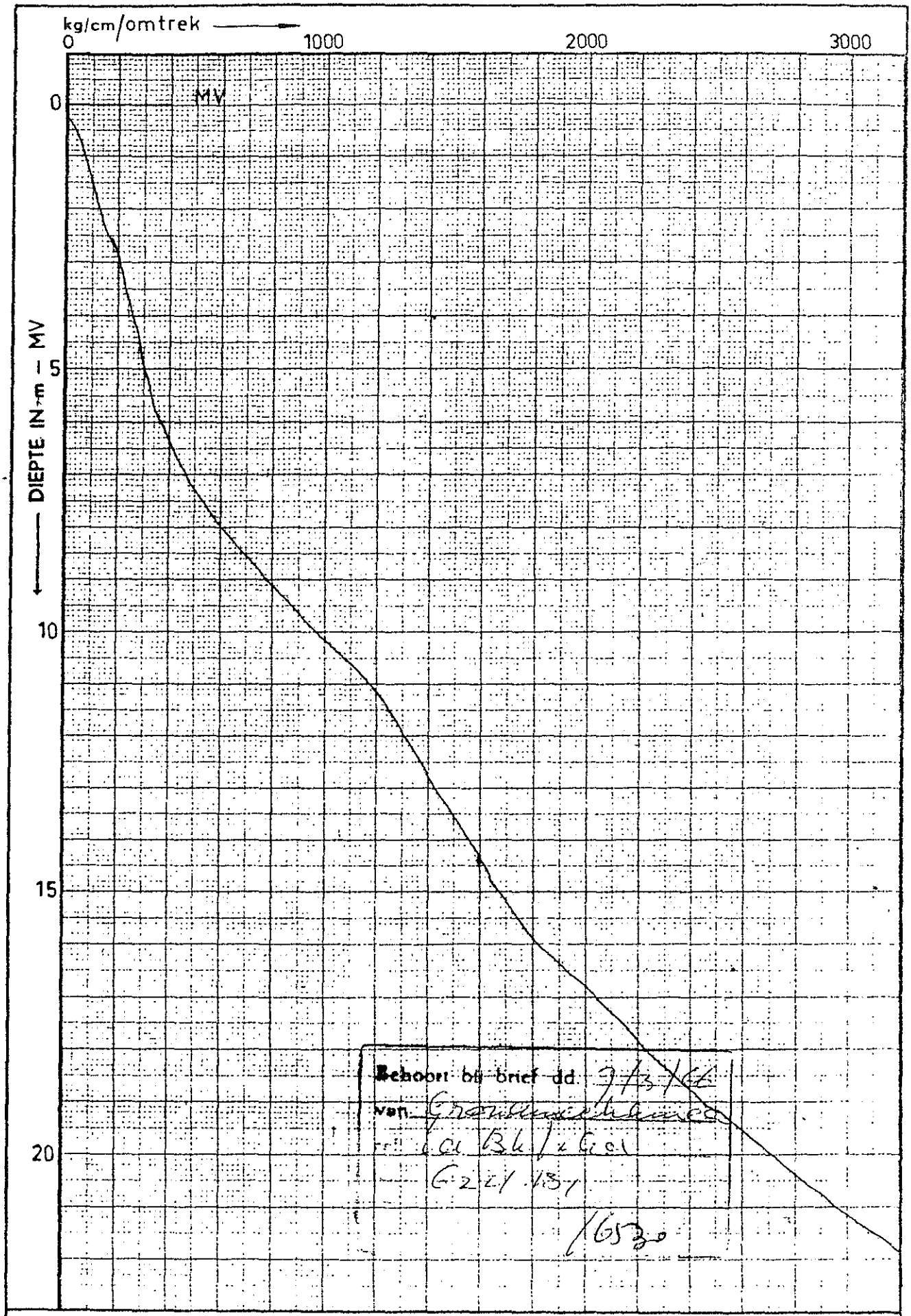
			Spanning		Unity check
Kolom1					
My	1,65E+09	Nmm	102	Mpa	0,36
Mx	-6,70E+07	Nmm	4	Mpa	0,01
Kolom2					
My	2,26E+09	Nmm	140	Mpa	0,49
Mx	-6,70E+07	Nmm	4	Mpa	0,01
Kolom3					
My	1,65E+09	Nmm	102	Mpa	0,36
Mx	-6,70E+07	Nmm	4	Mpa	0,01

Bepalen totale verticaalkracht

	Eienenewic	-26498	kg
	Eienenewic	-7896	kg
Verticaal eigen gewicht	Kolom1	-10807	kg
	Kolom2	-12781	kg
	Kolom3	-10807	kg
Verticaal uit geleider	Kolom1	152	N
	Kolom2	-350	N
	Kolom3	152	N
Totaal vert met geleiderbelas.	Kolom1	-107914	N
	Kolom2	-128156	N
	Kolom3	-107914	N

Bepalen totale verticaalkracht

Totaal optredende max dwarskracht	89446	N
optredende moment door dwarskracht	413838	Nm
Optredende spanning in voet	26	N/mm2



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT WAP

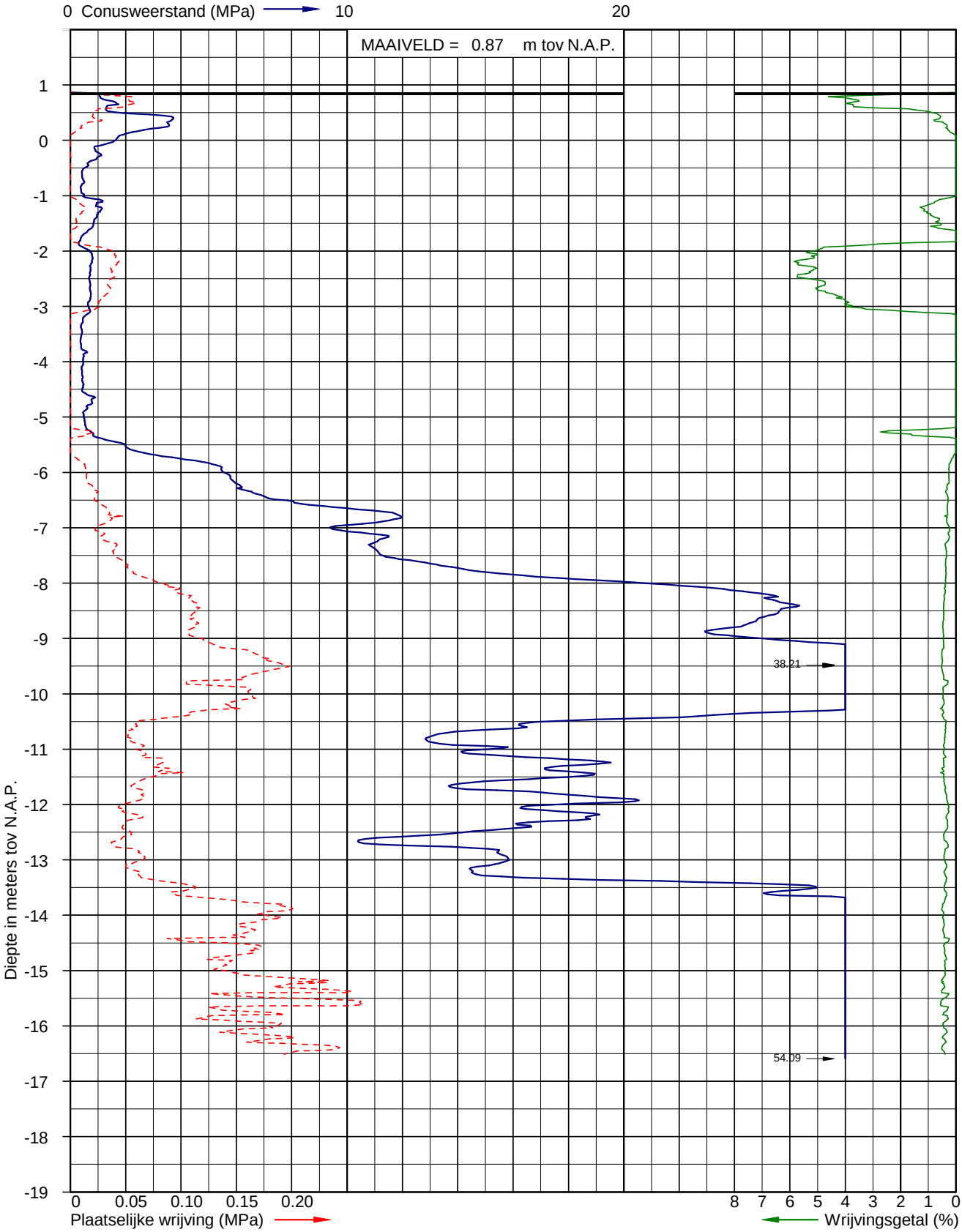
150 KV LIJN ROOSENDAAL – GOES

DIEPSONDERING: MAST 154

GESOMMEERDE PLAATSELIJKE KLEEF

		BIJLAGE
A4		CO-15974

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

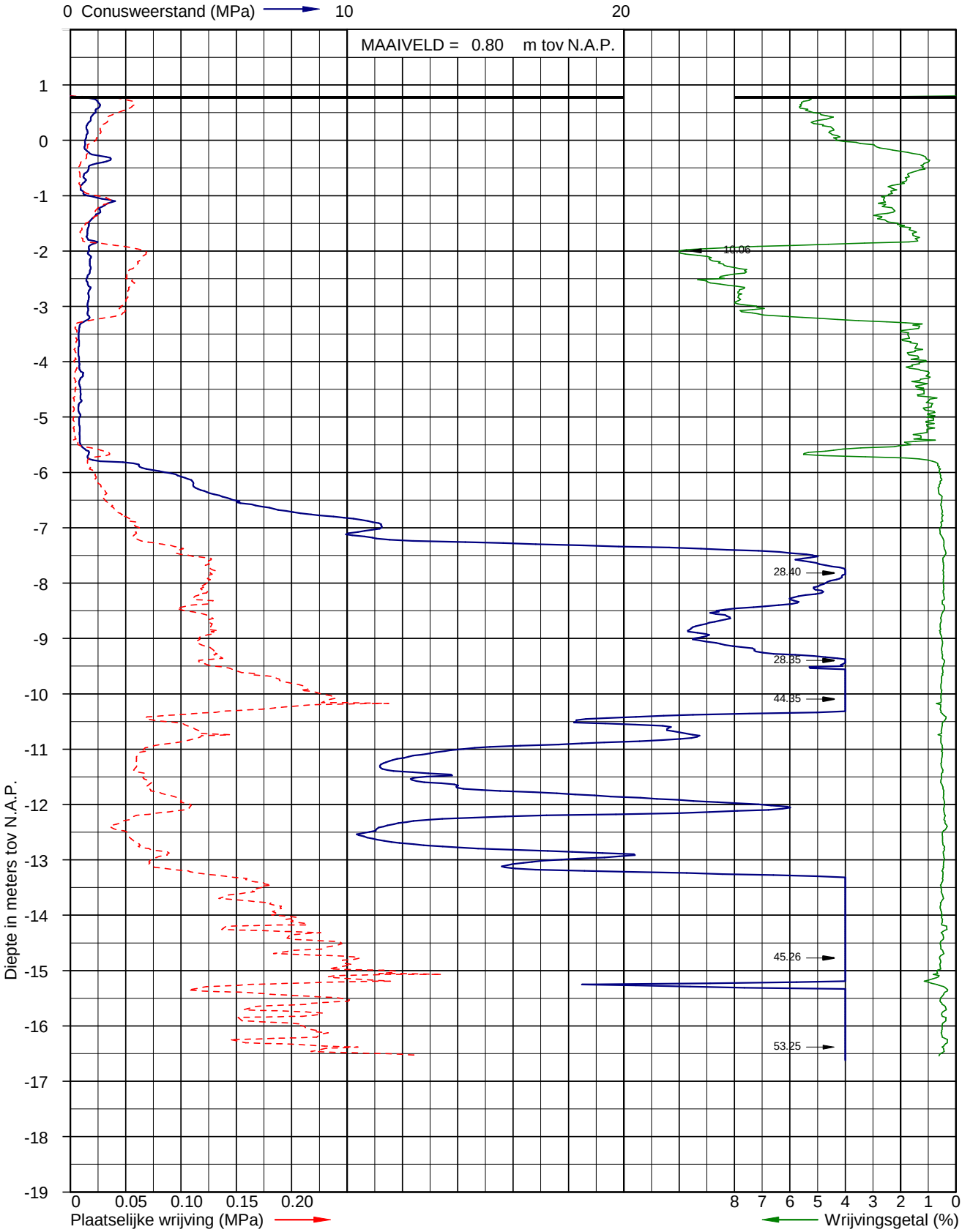
Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 9-4-2014

X: 67316,959
Y: 383233,143

Pagina: 1/1

Sondering DKM-M321.S01

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

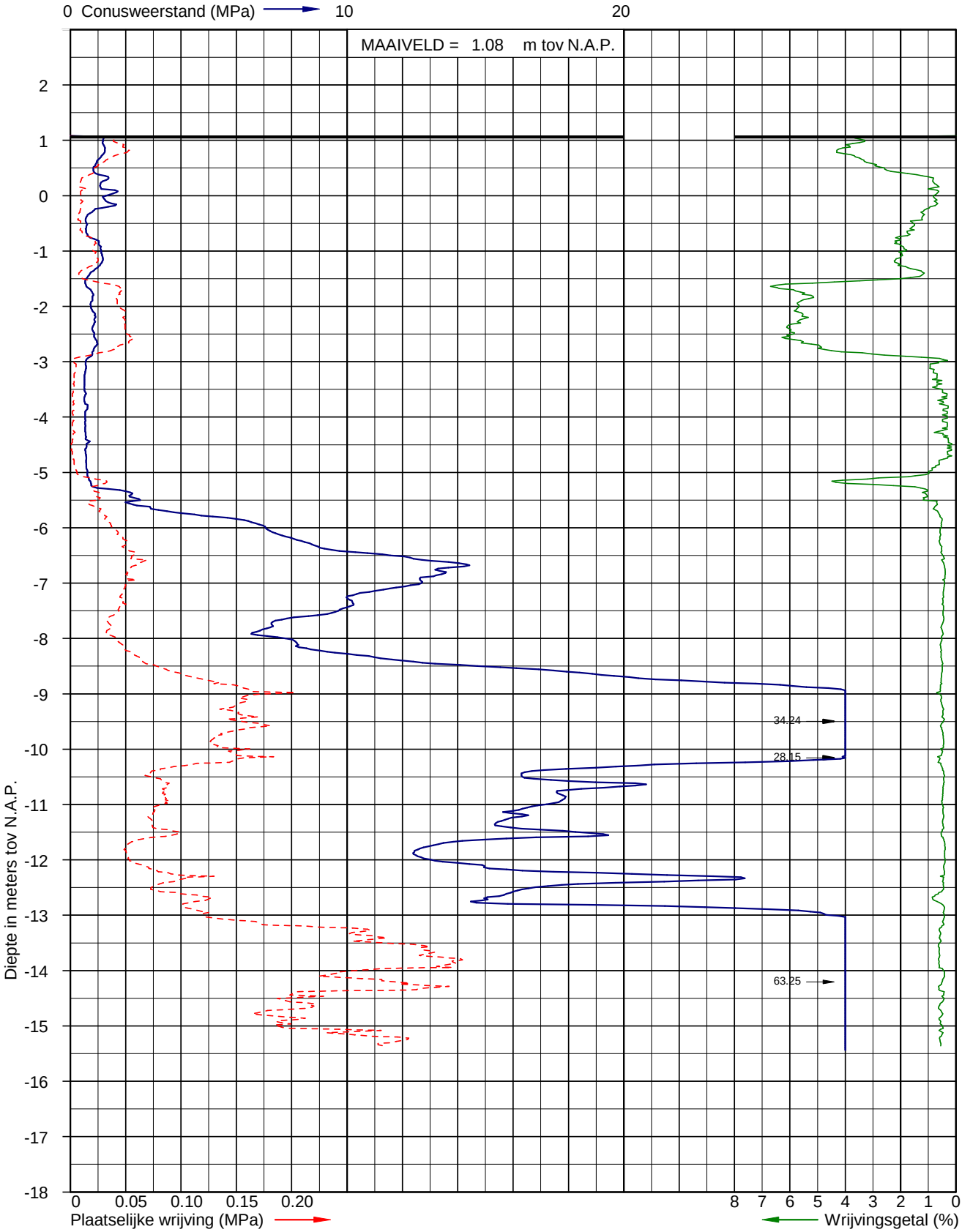
Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 9-4-2014

X: 67318,886
Y: 383220,391

Pagina: 1/1

Sondering DKM-M321.S02

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

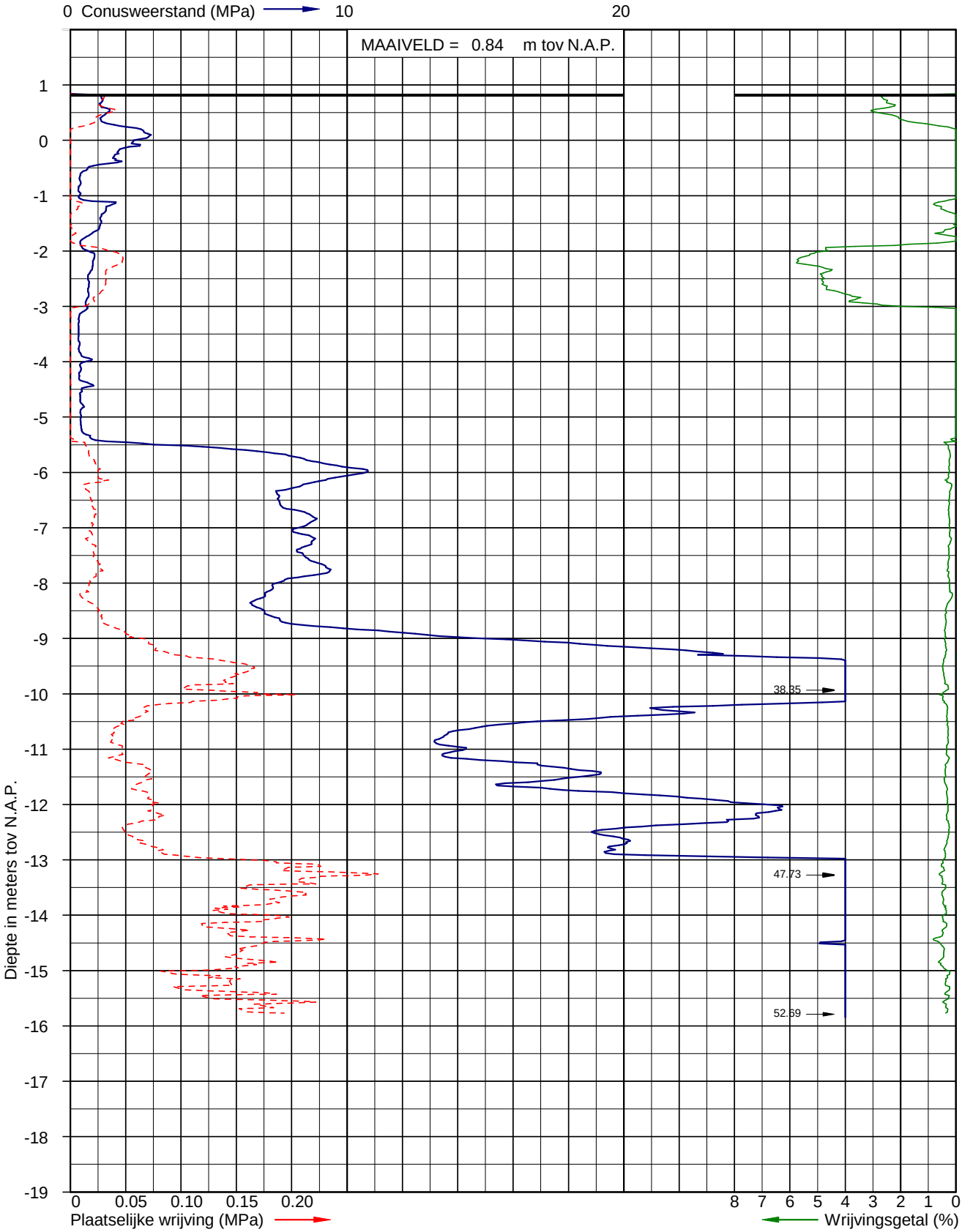
Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 8-4-2014

X: 67305,832
Y: 383218,079

Pagina: 1/1

Sondering DKM-M321.S03

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

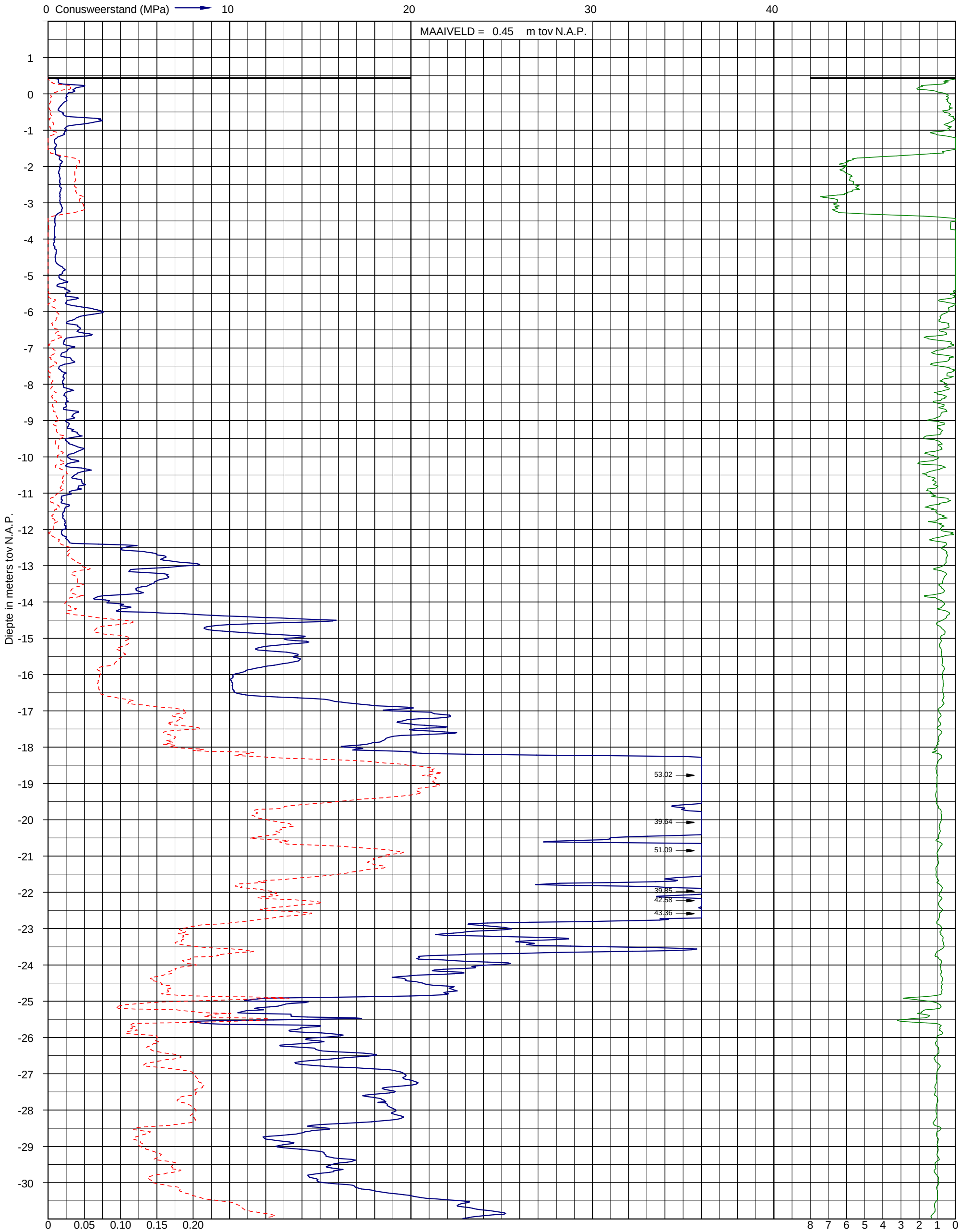
Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 9-4-2014

X: 67302,872
Y: 383230,349

Pagina: 1/1

Sondering DKM-M321.S04

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

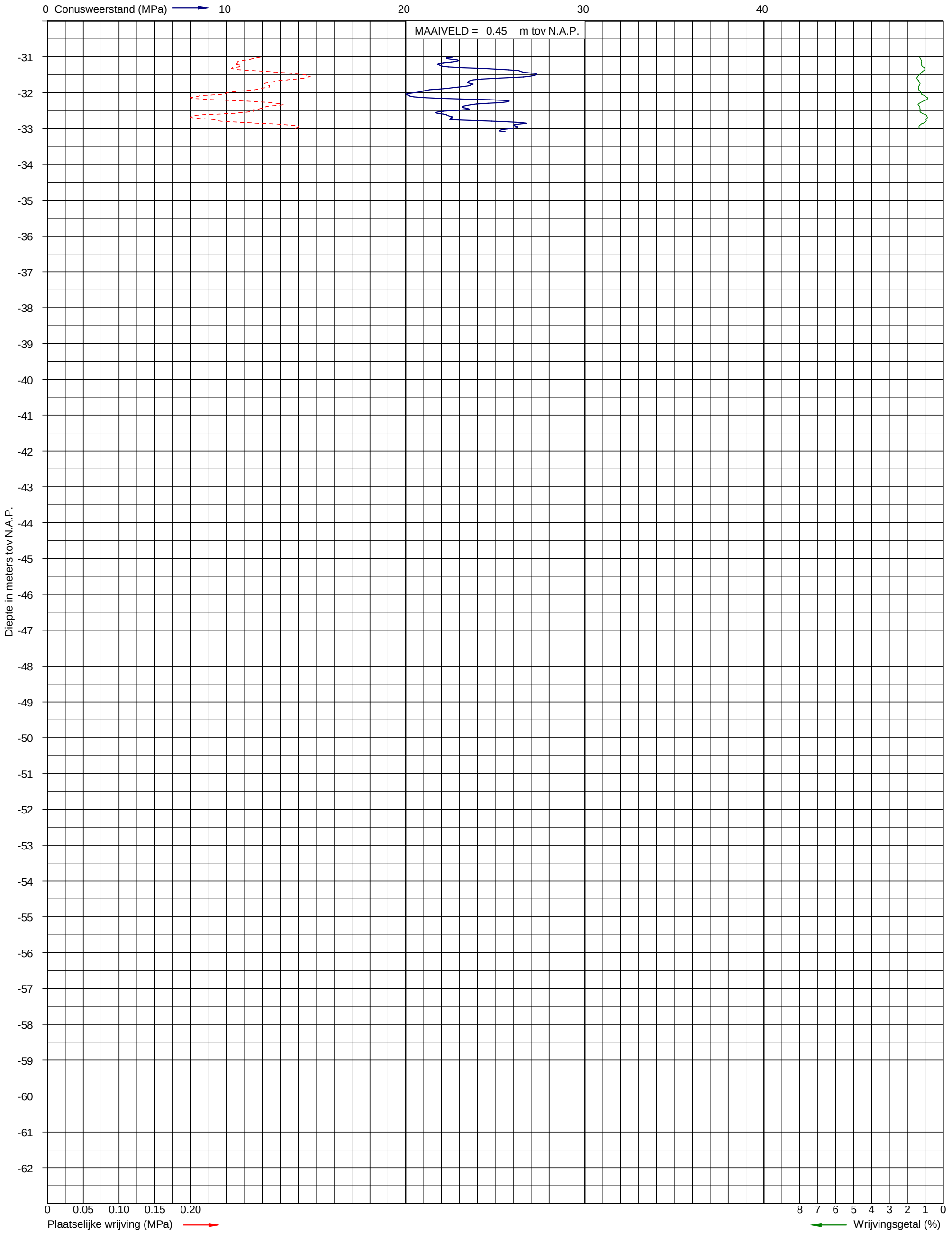
Uitvoerder:
Datum: 3-4-2014

X: 65008
Y: 384743

Sondering DKM-328.S01

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



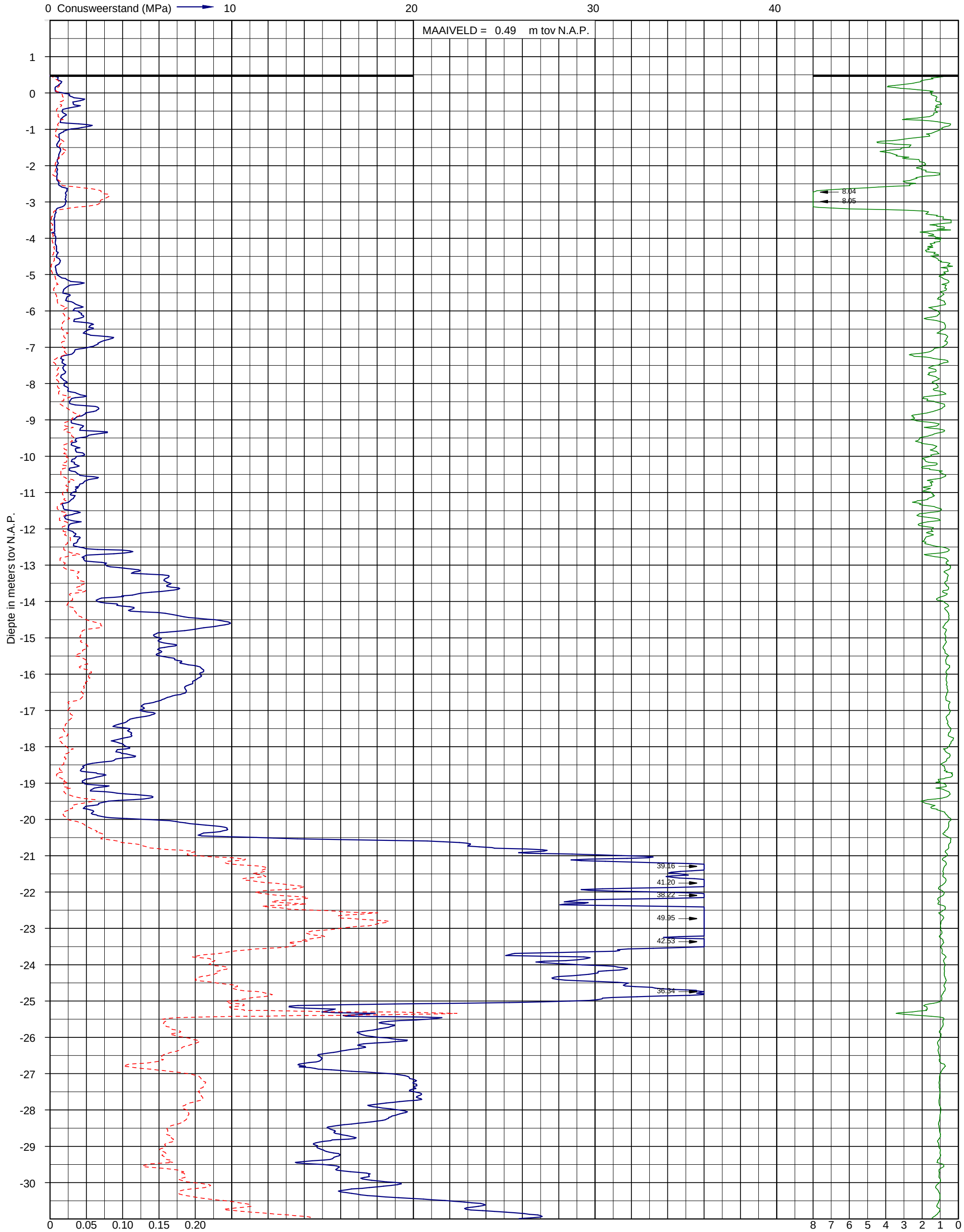
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder:
Datum: 3-4-2014

X: 65008
Y: 384743

Sondering DKM-328.S01

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

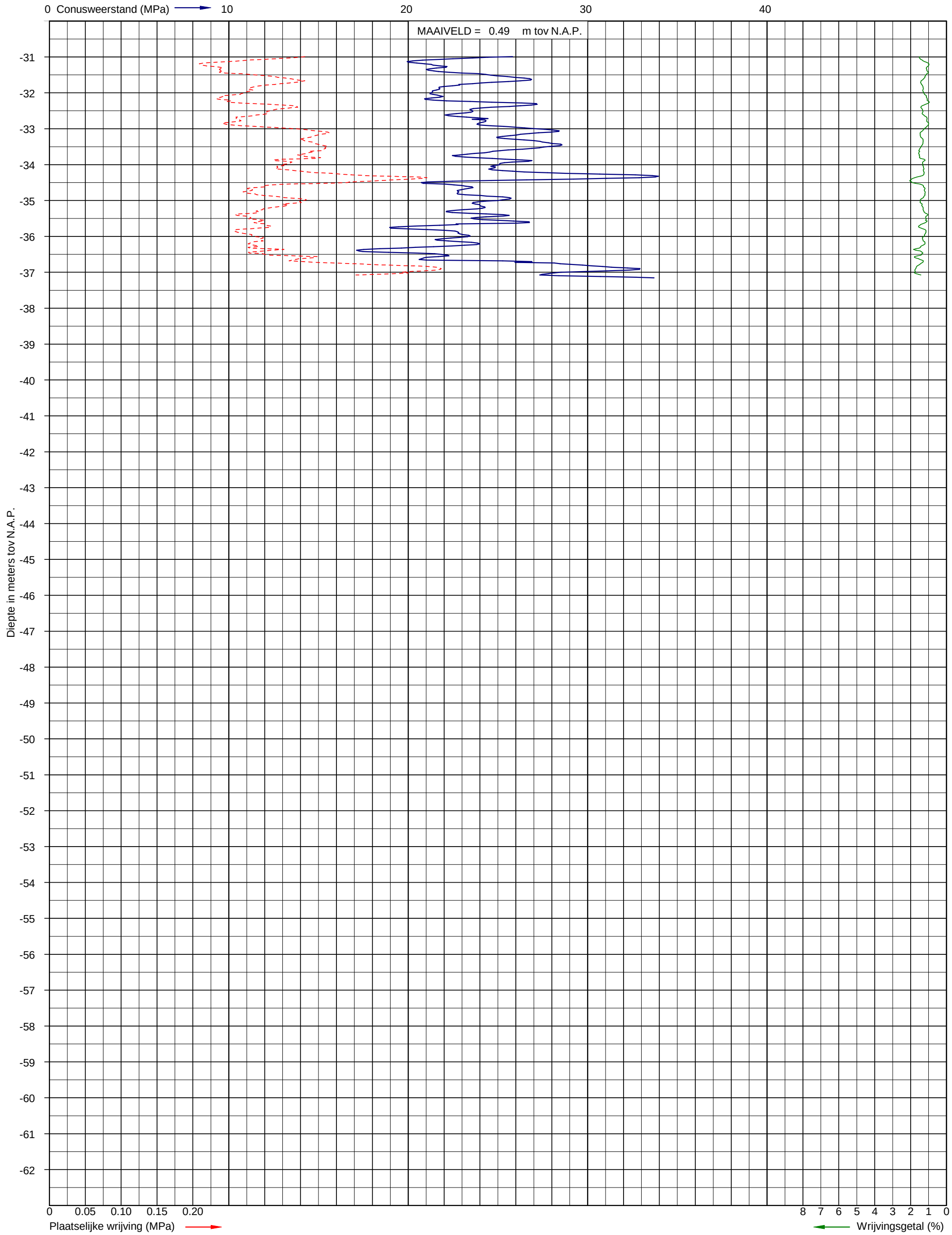
Uitvoerder:
Datum: 3-4-2014

X: 65020
Y: 384745

Pagina: 1/2

Sondering DKM-328.S02

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

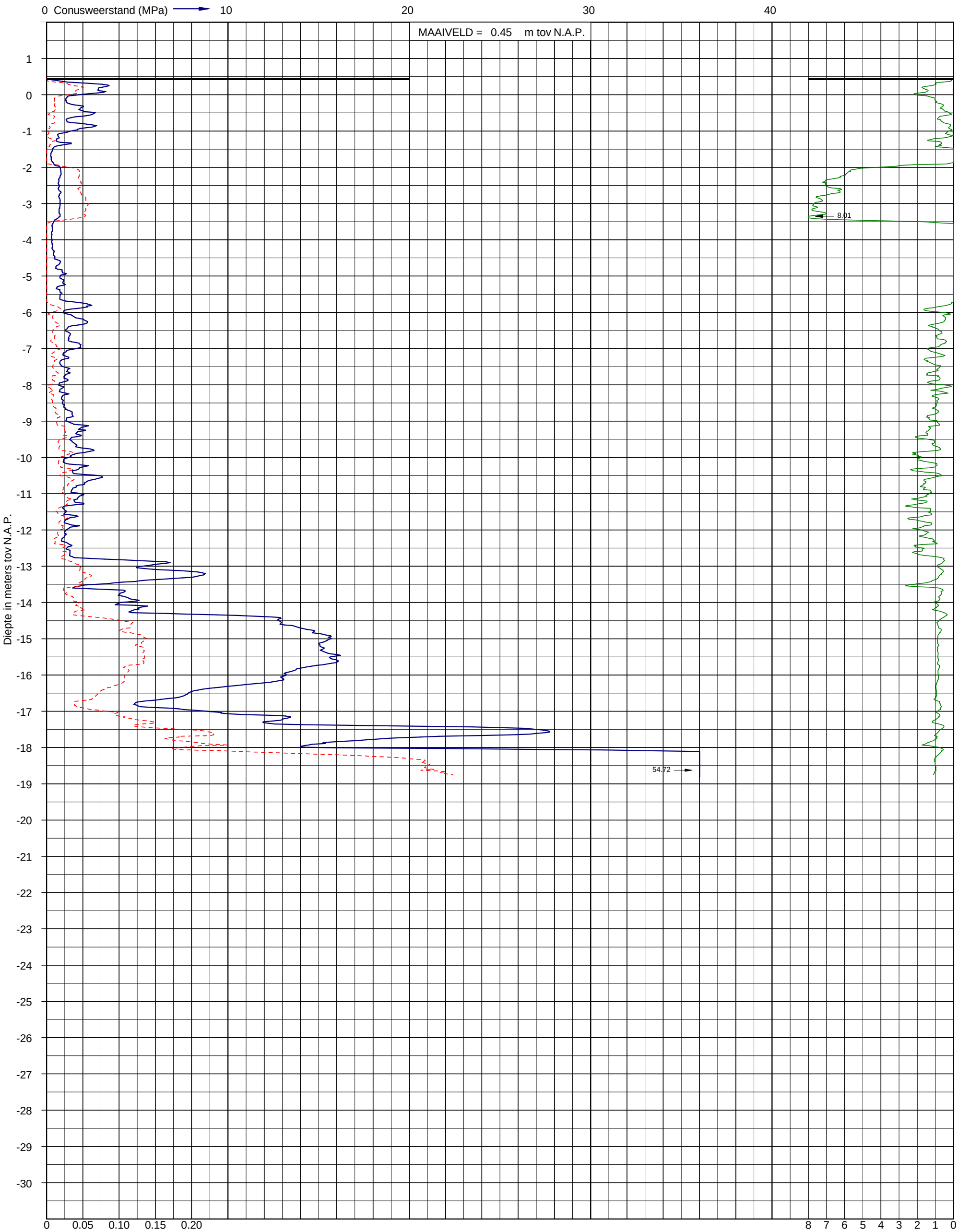
Uitvoerder:
Datum: 3-4-2014

X: 65020
Y: 384745

Sondering DKM-328.S02

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder:
Datum: 4-4-2014

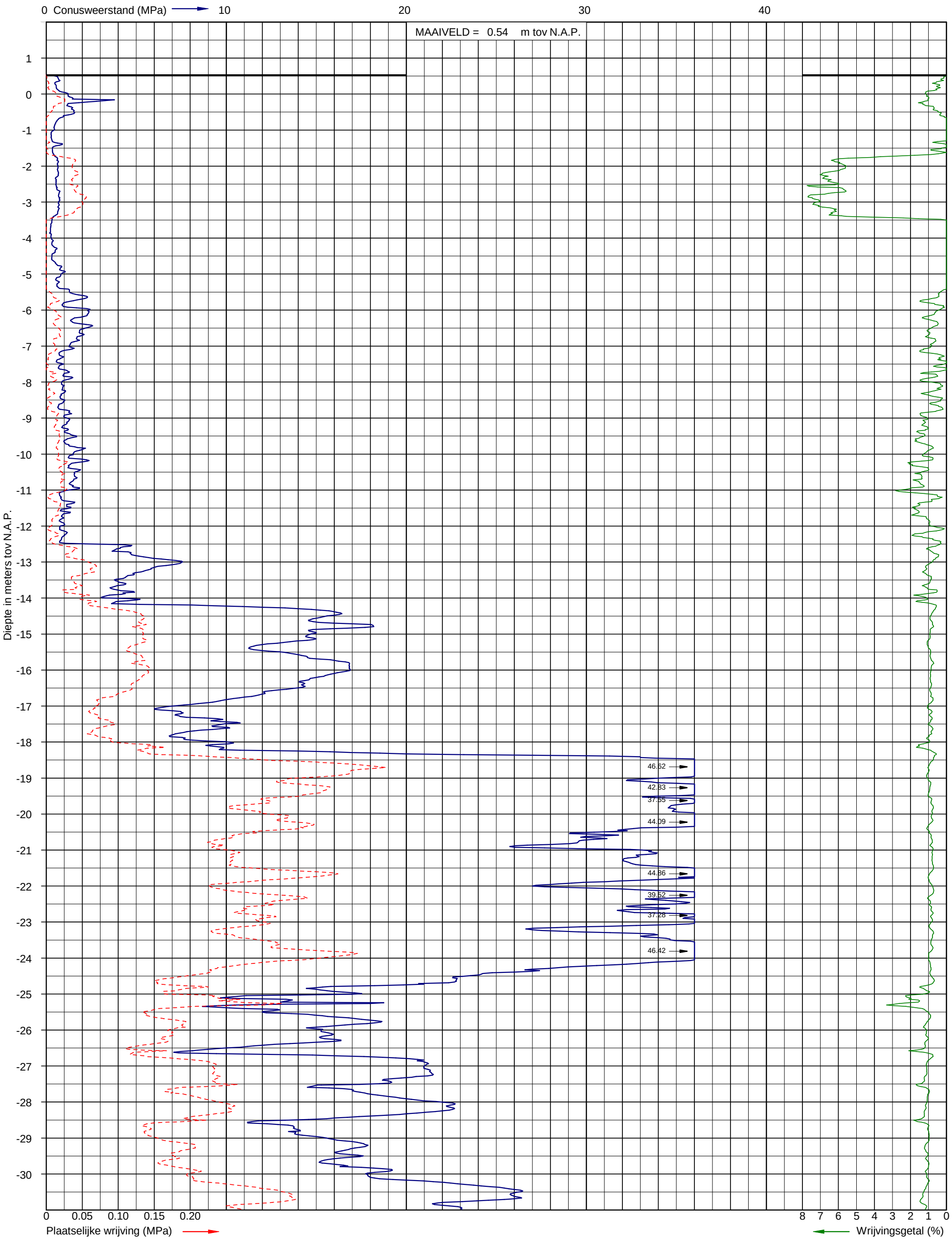
X: 65022
Y: 384734

Pagina: 1/1

Sondering DKM-328.S03

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

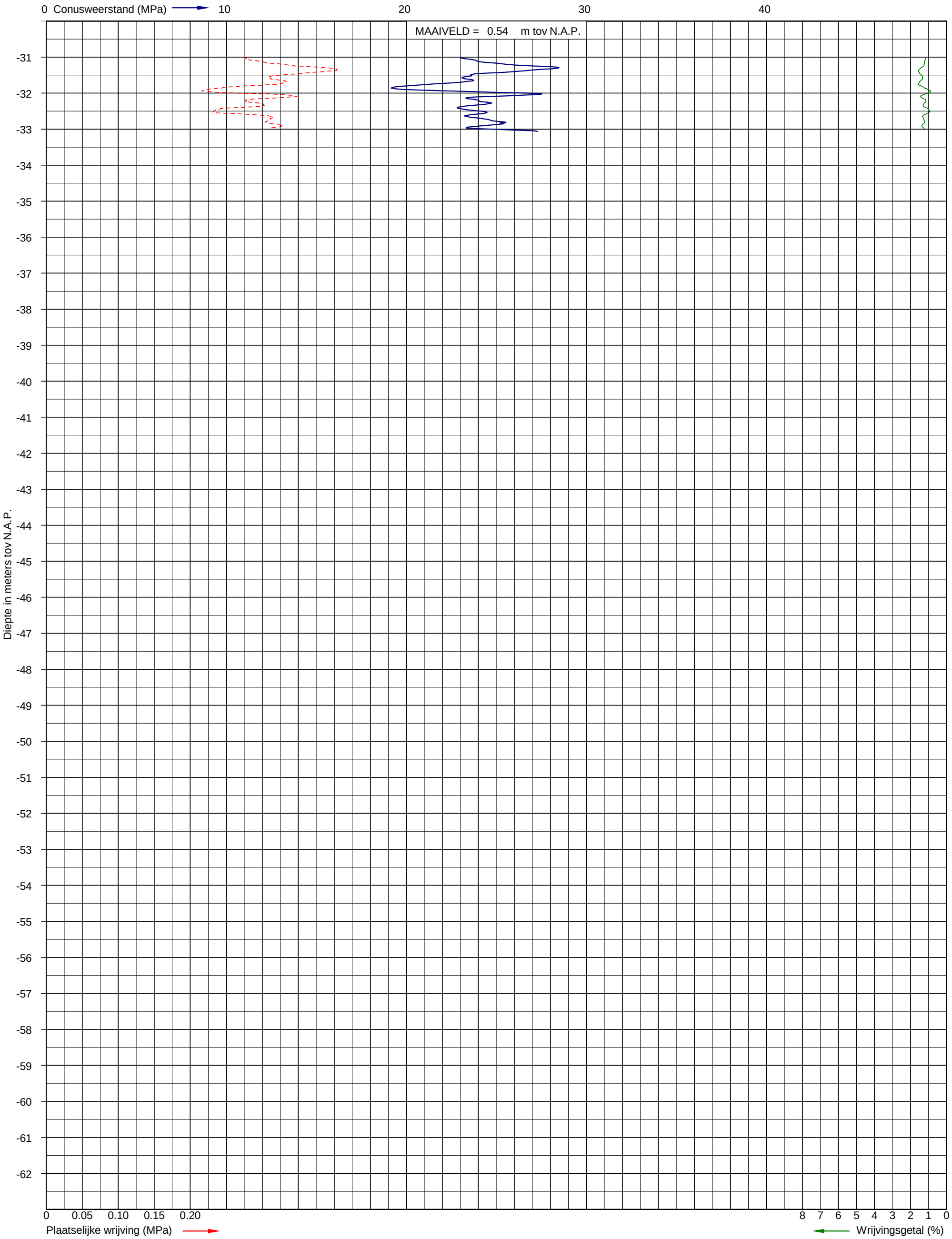
Uitvoerder:
Datum: 4-4-2014

X: 65010
Y: 384732

Sondering DKM-328.S04

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



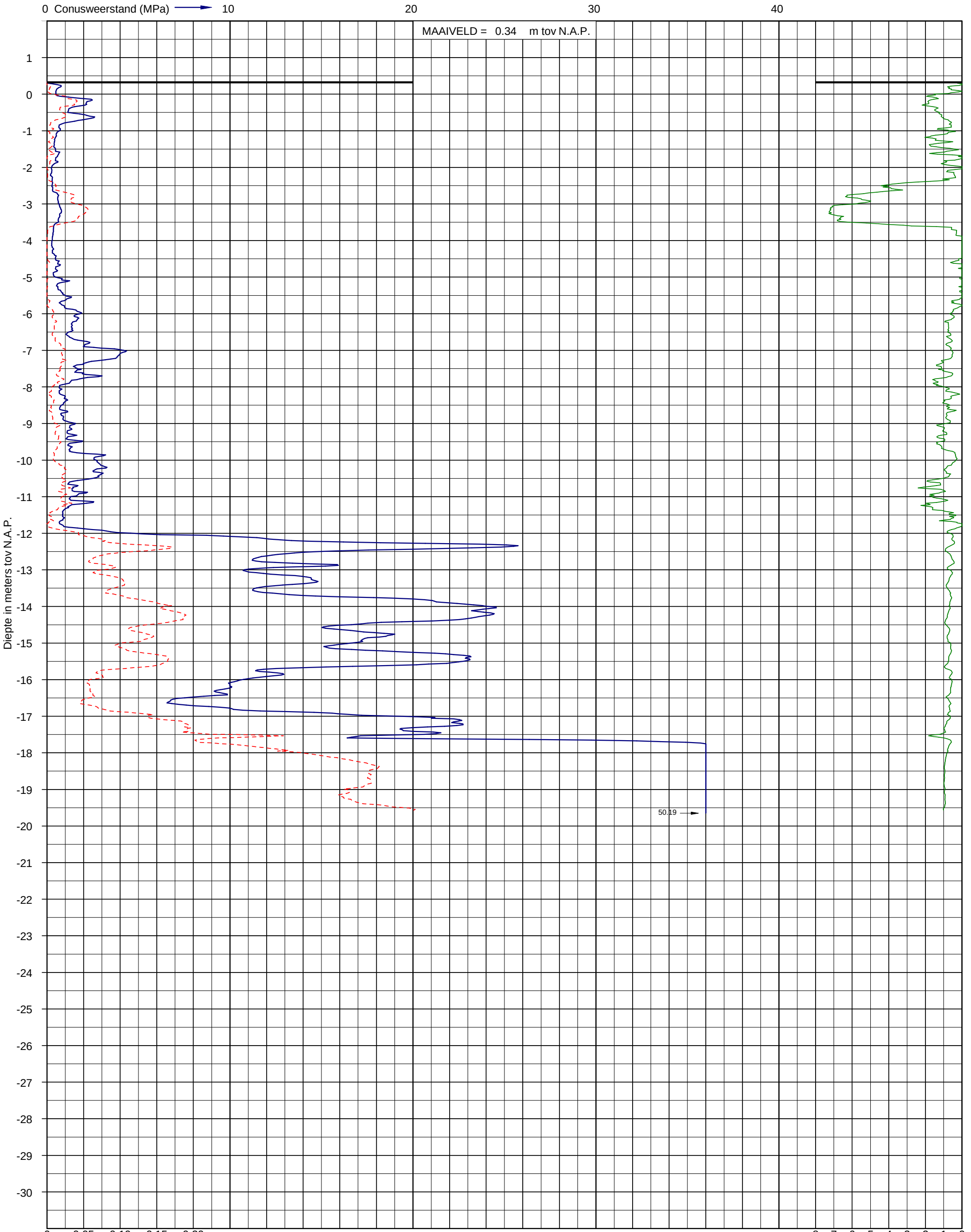
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder:
Datum: 4-4-2014

X: 65010
Y: 384732

Sondering DKM-328.S04

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

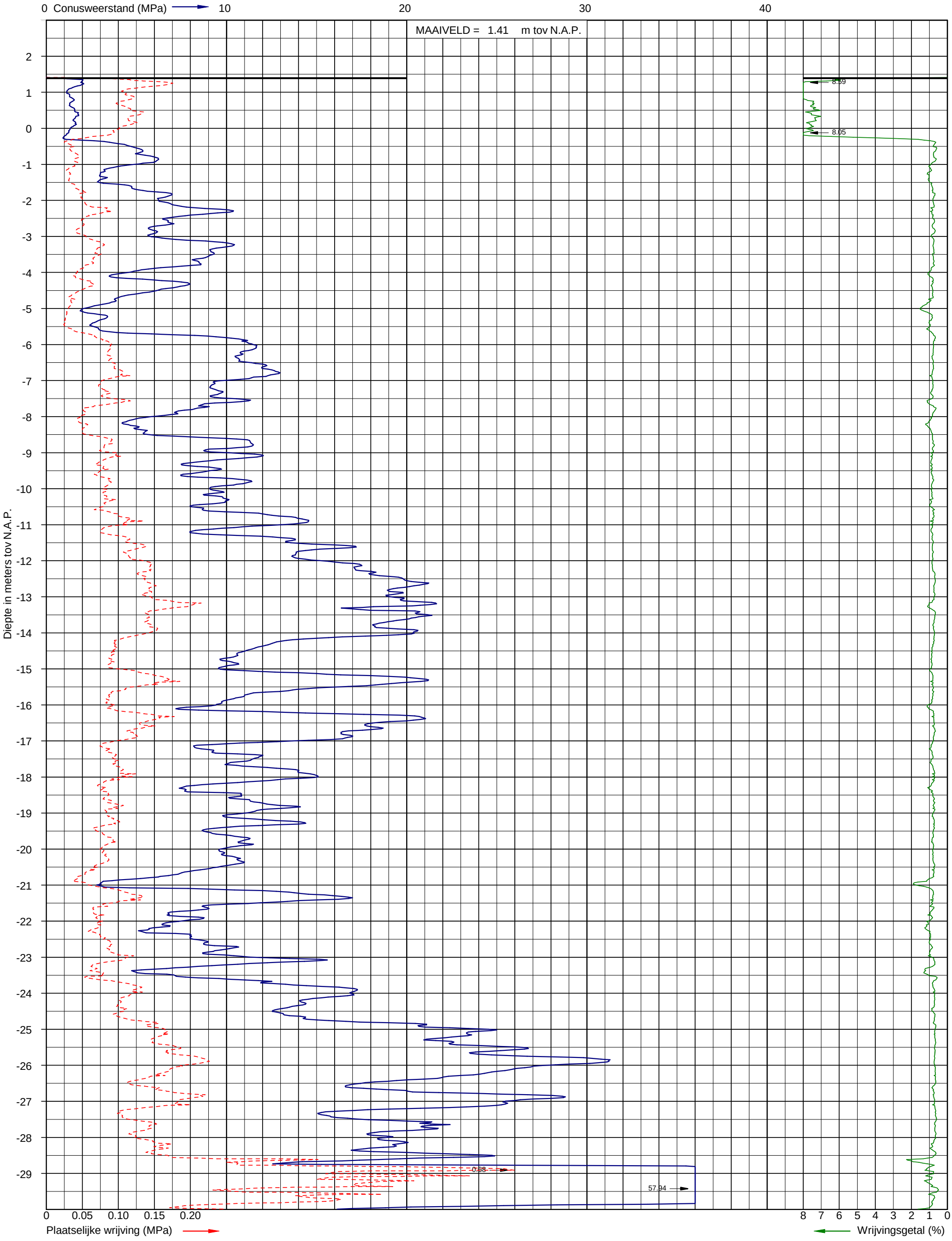
Uitvoerder:
Datum: 3-4-2014

X: 65042
Y: 384801

Pagina: 1/1

Sondering DKM-328.S05

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

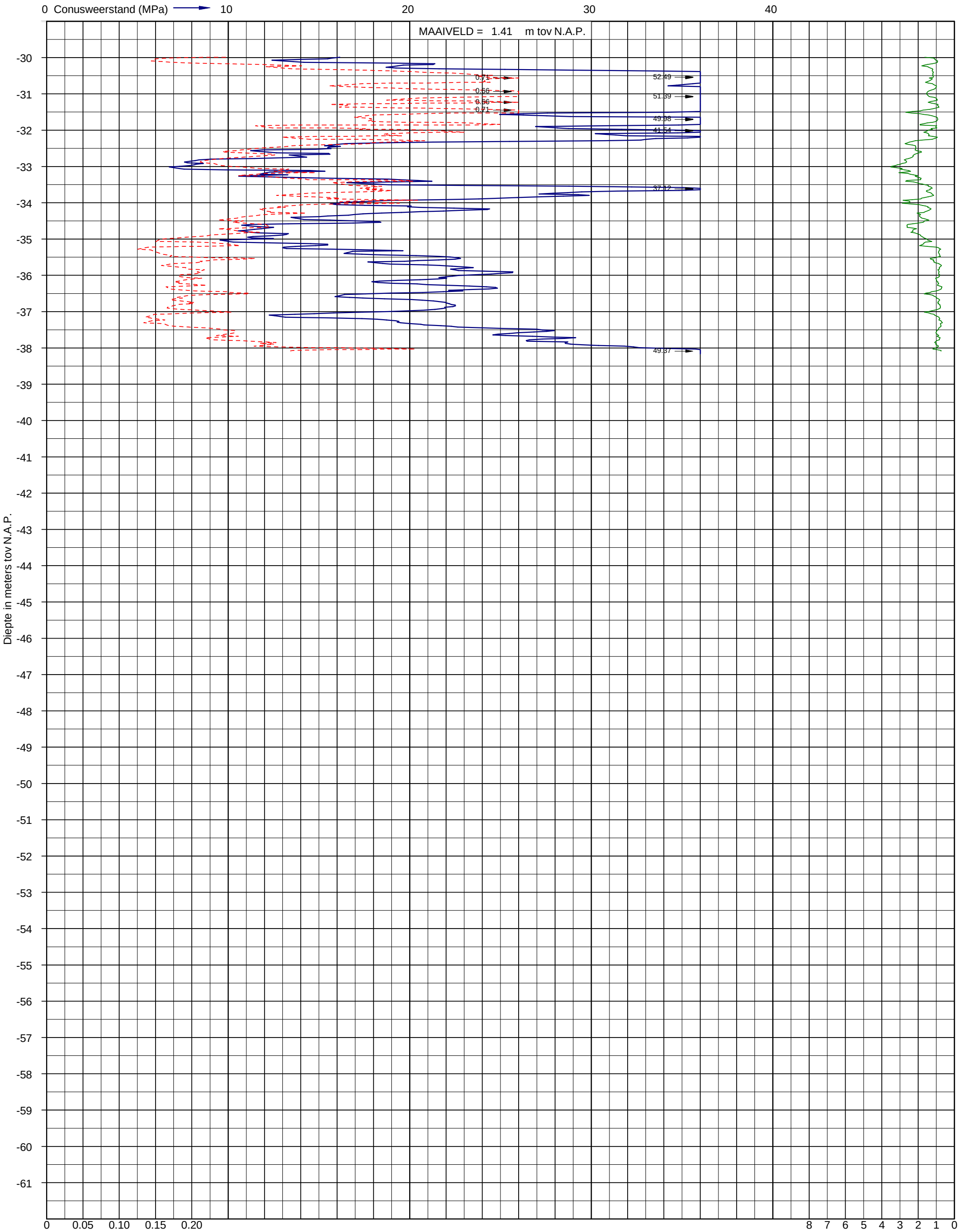
Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 2-5-2014

X: 55782,76
Y: 387346,926

Sondering DKM-M354.S01

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



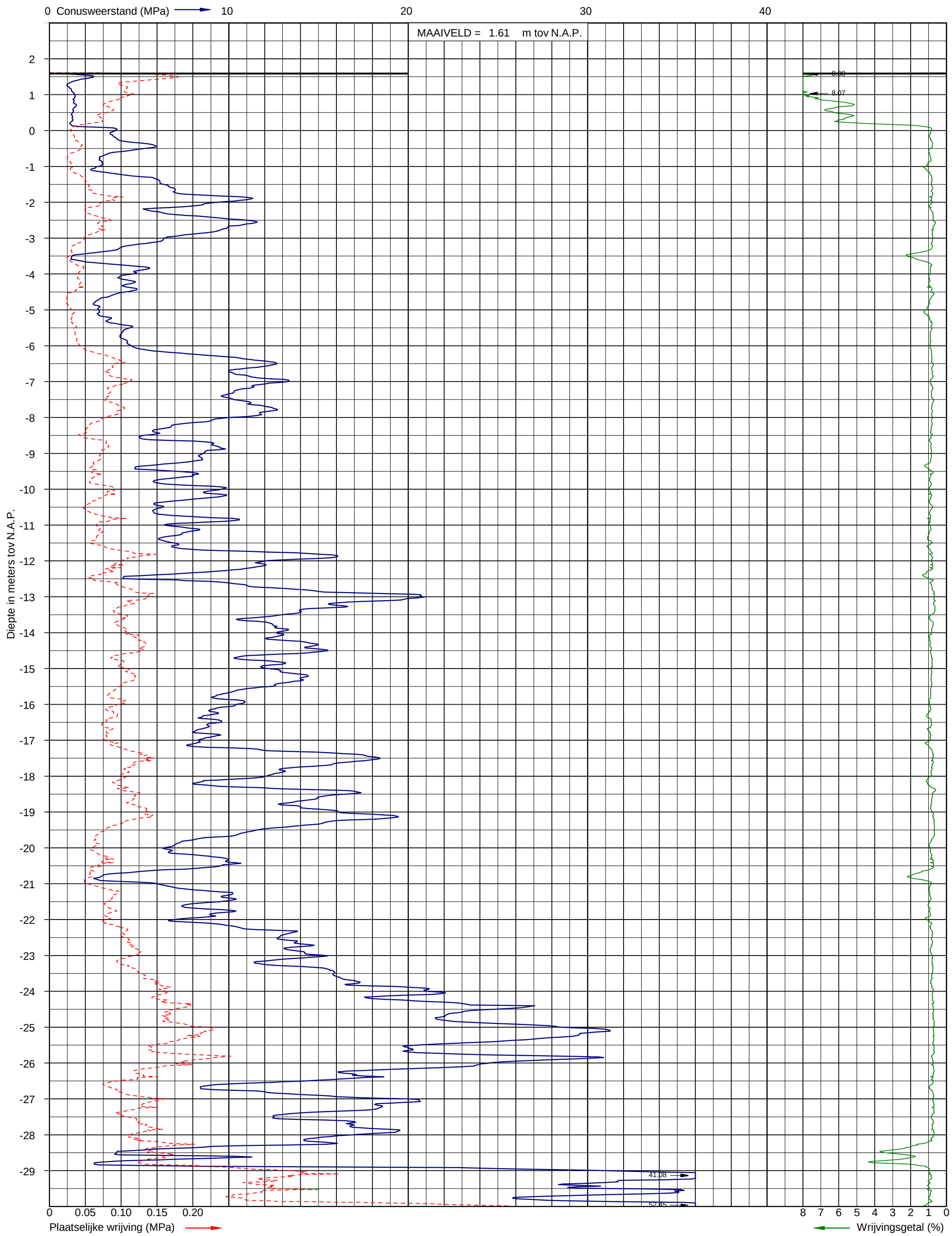
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 2-5-2014

X: 55782,76
Y: 387346,926

Sondering DKM-M354.S01

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

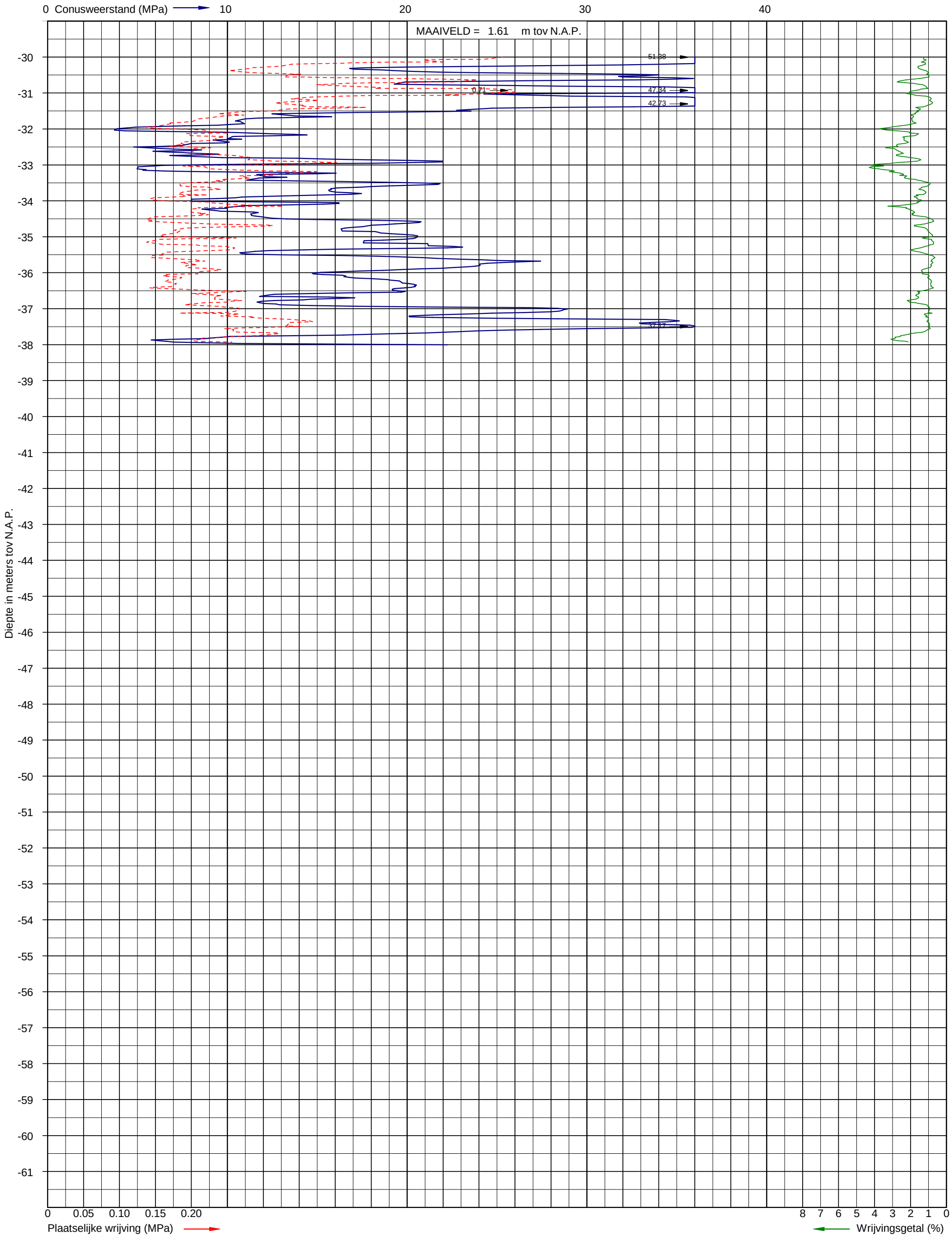
Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 2-5-2014

X: 55773,403
Y: 387338,938

Sondering DKM-M354.S02

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



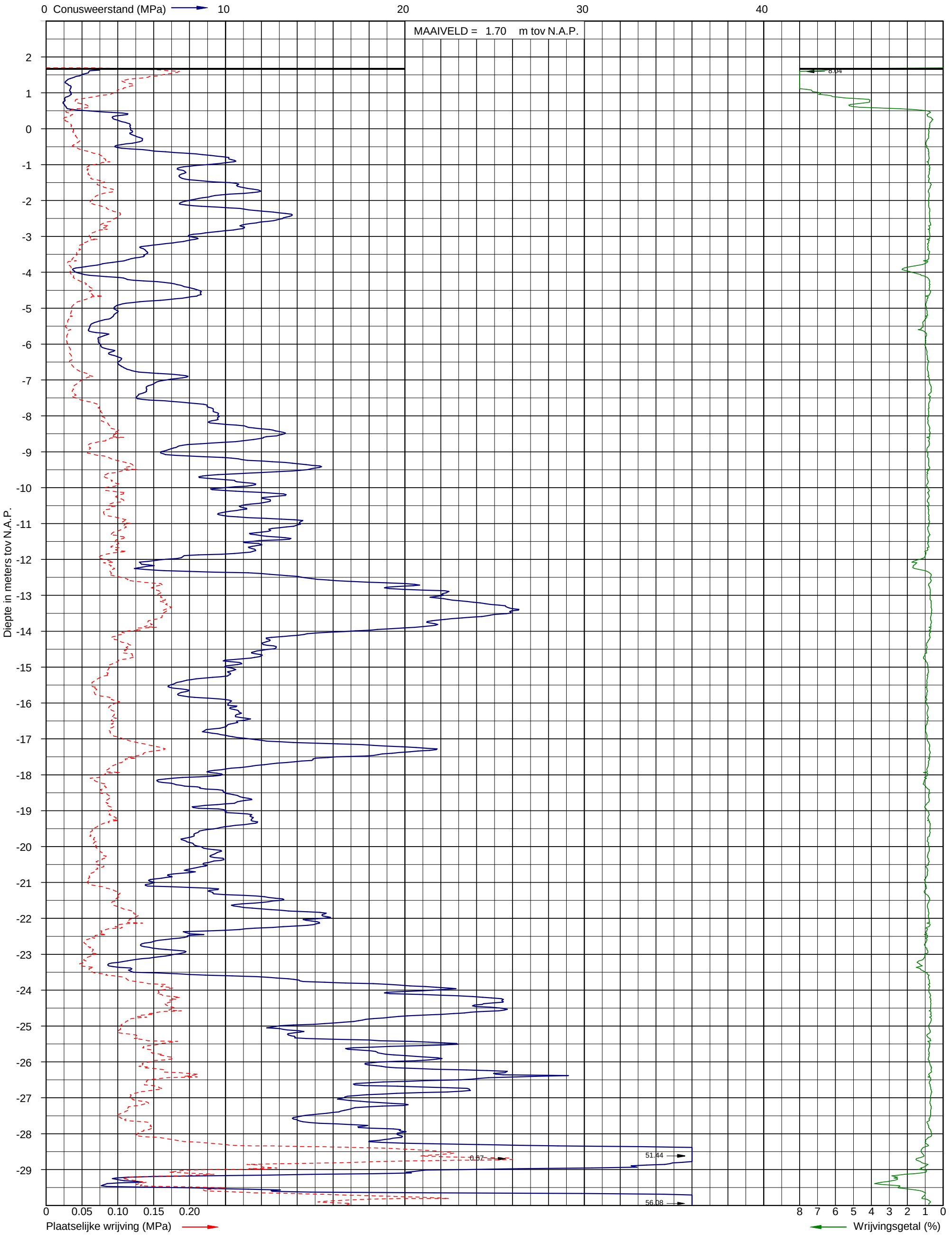
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 2-5-2014

X: 55773,403
Y: 387338,938

Sondering DKM-M354.S02

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

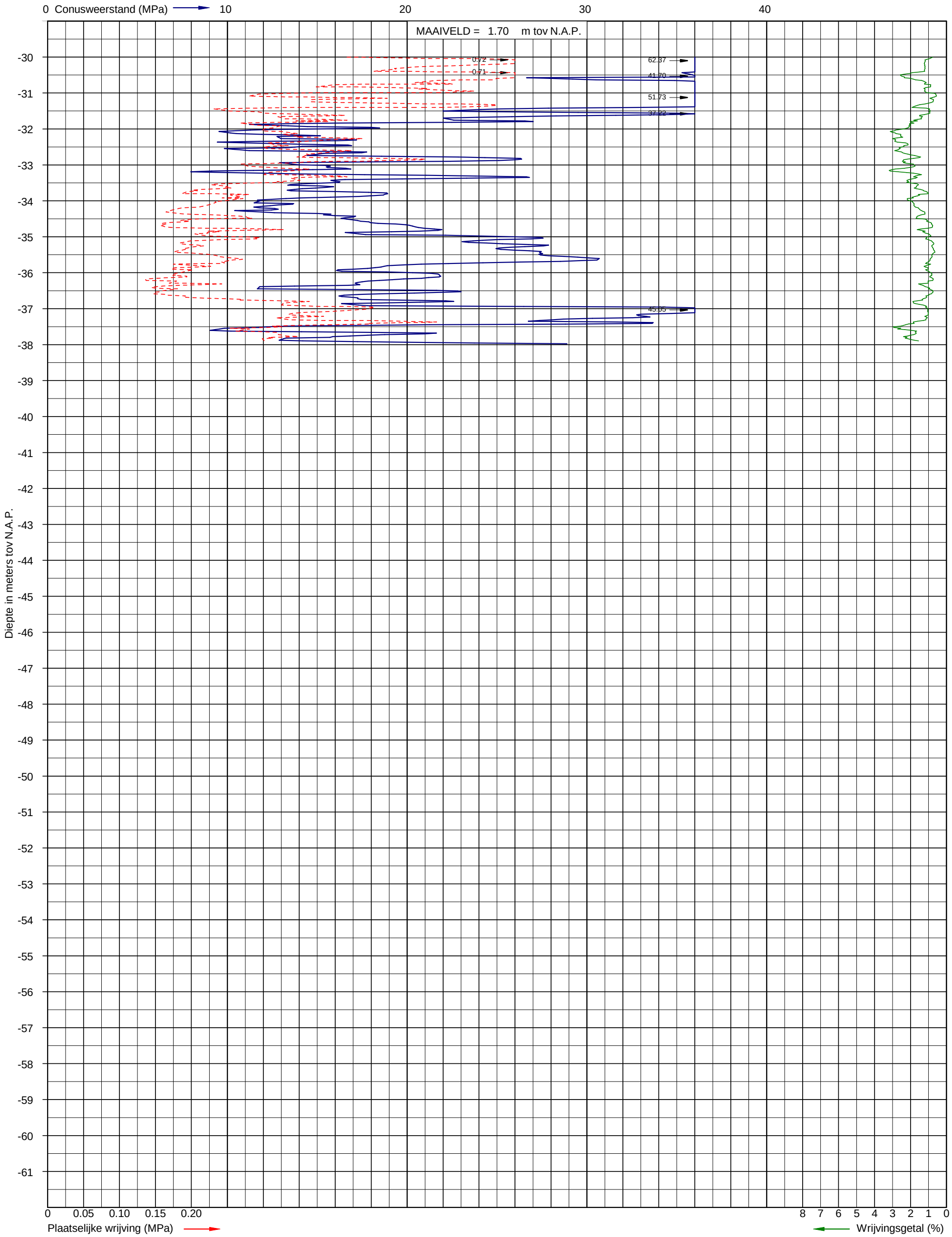
Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 2-5-2014

X: 55766,525
Y: 387346,066

Pagina: 1/2

Sondering DKM-M354.S03

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



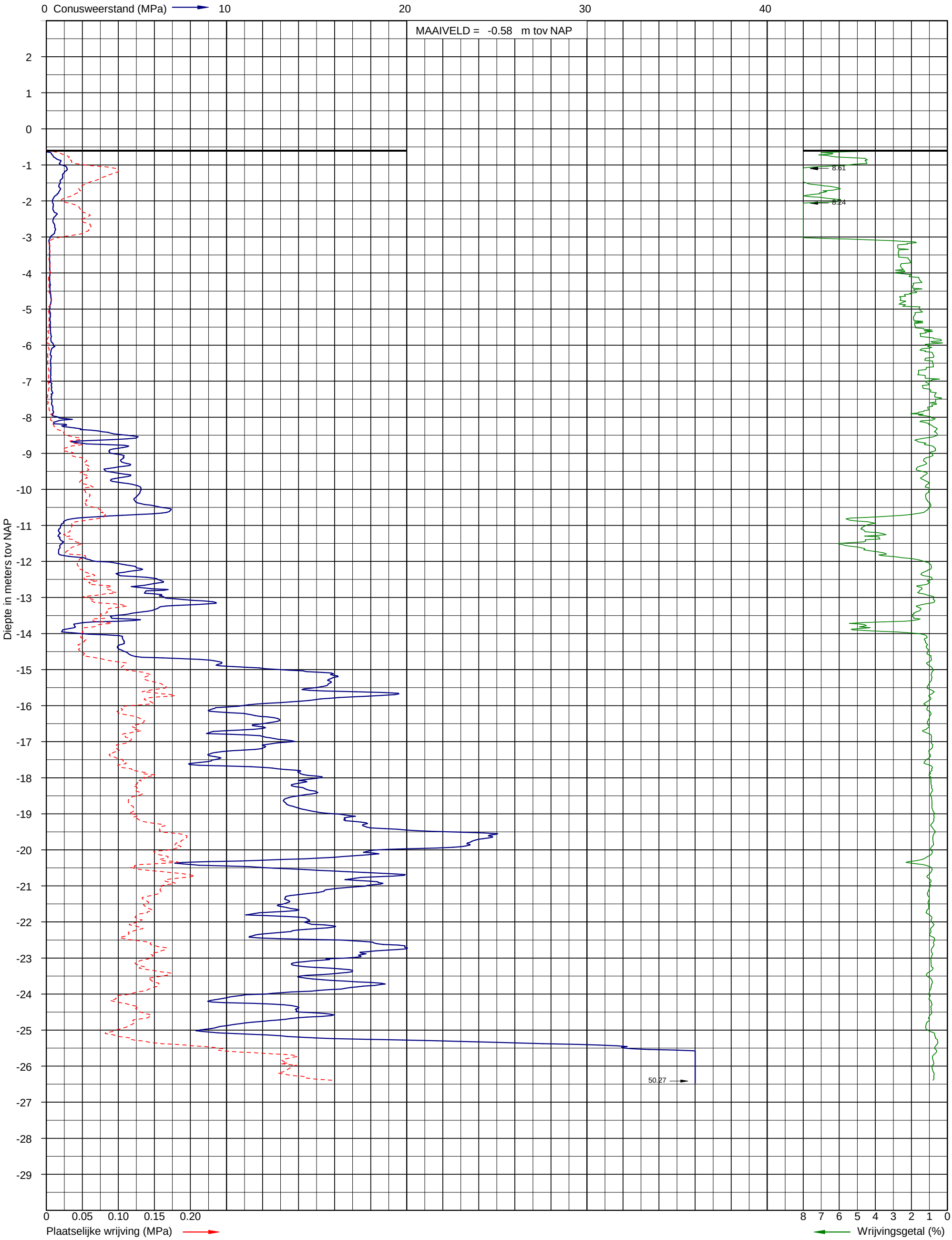
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: Inpijn Blokpoel
Datum: 2-5-2014

X: 55766,525
Y: 387346,066

Sondering DKM-M354.S03

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

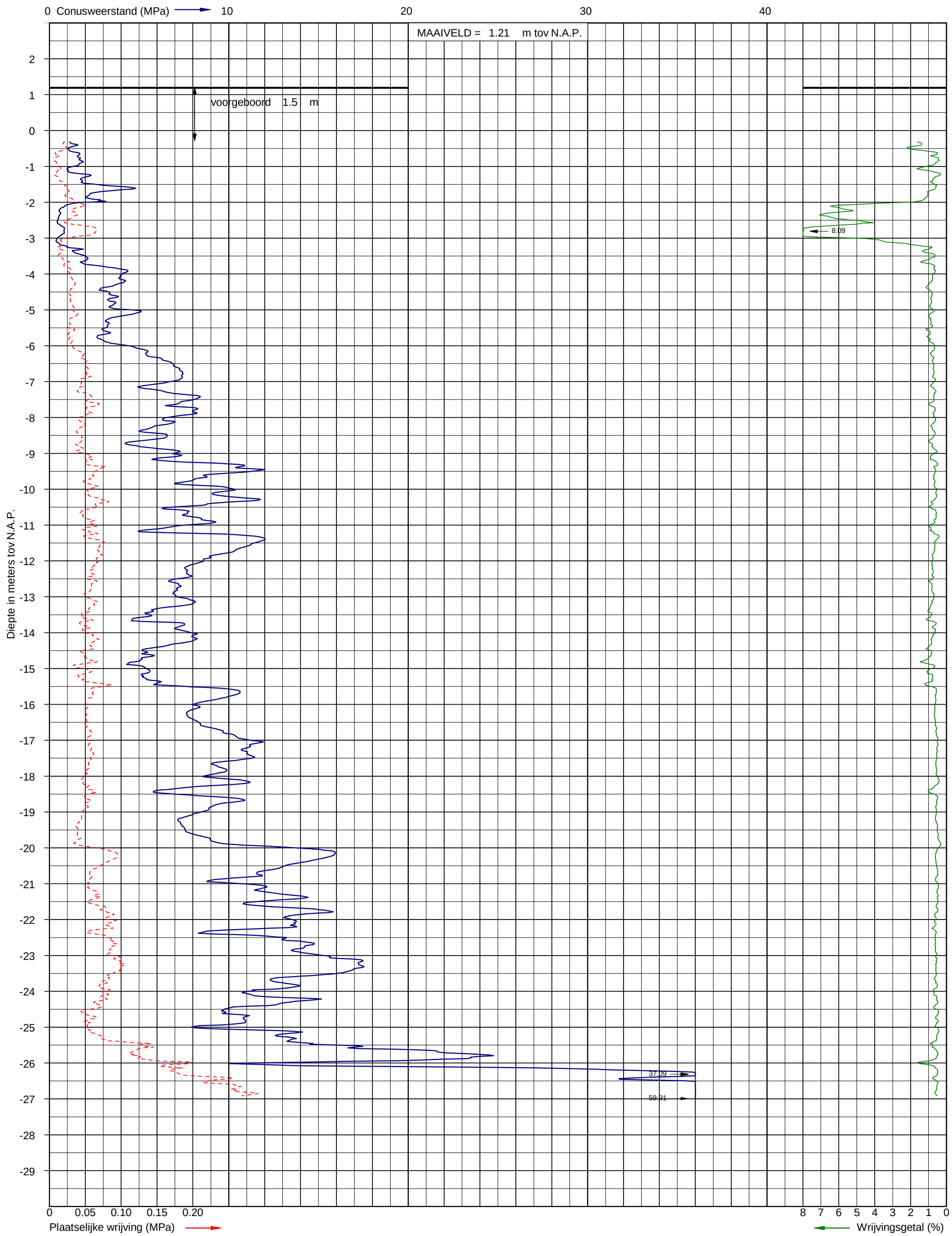
Uitvoerder: mvo
Datum: 27-1-2012

X: 51207
Y: 388178

Pagina: 1/1

Sondering DKM-39.S01

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

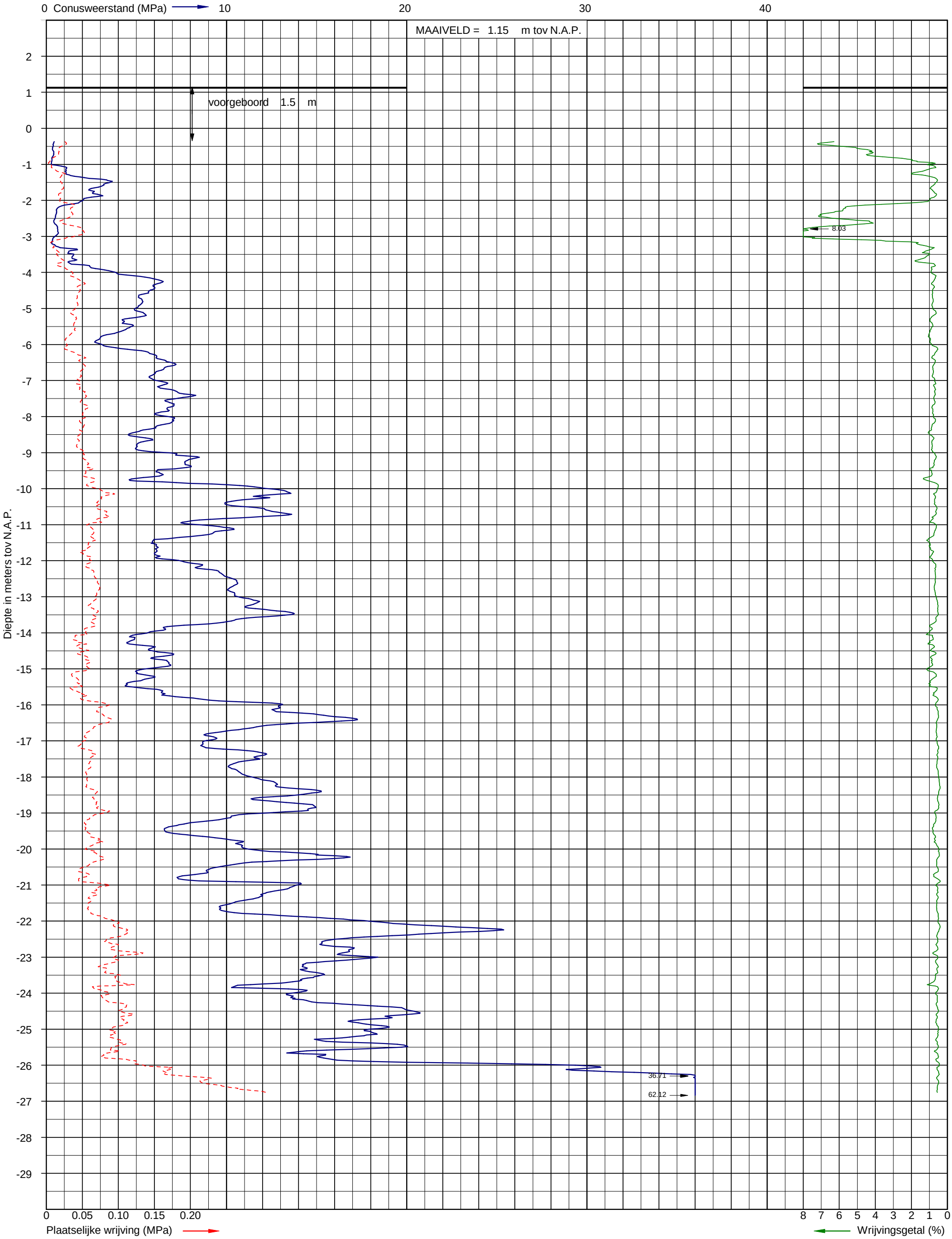
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 16-11-2012

X: 56171
Y: 387303

Sondering DKM-53.S01

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 16-11-2012

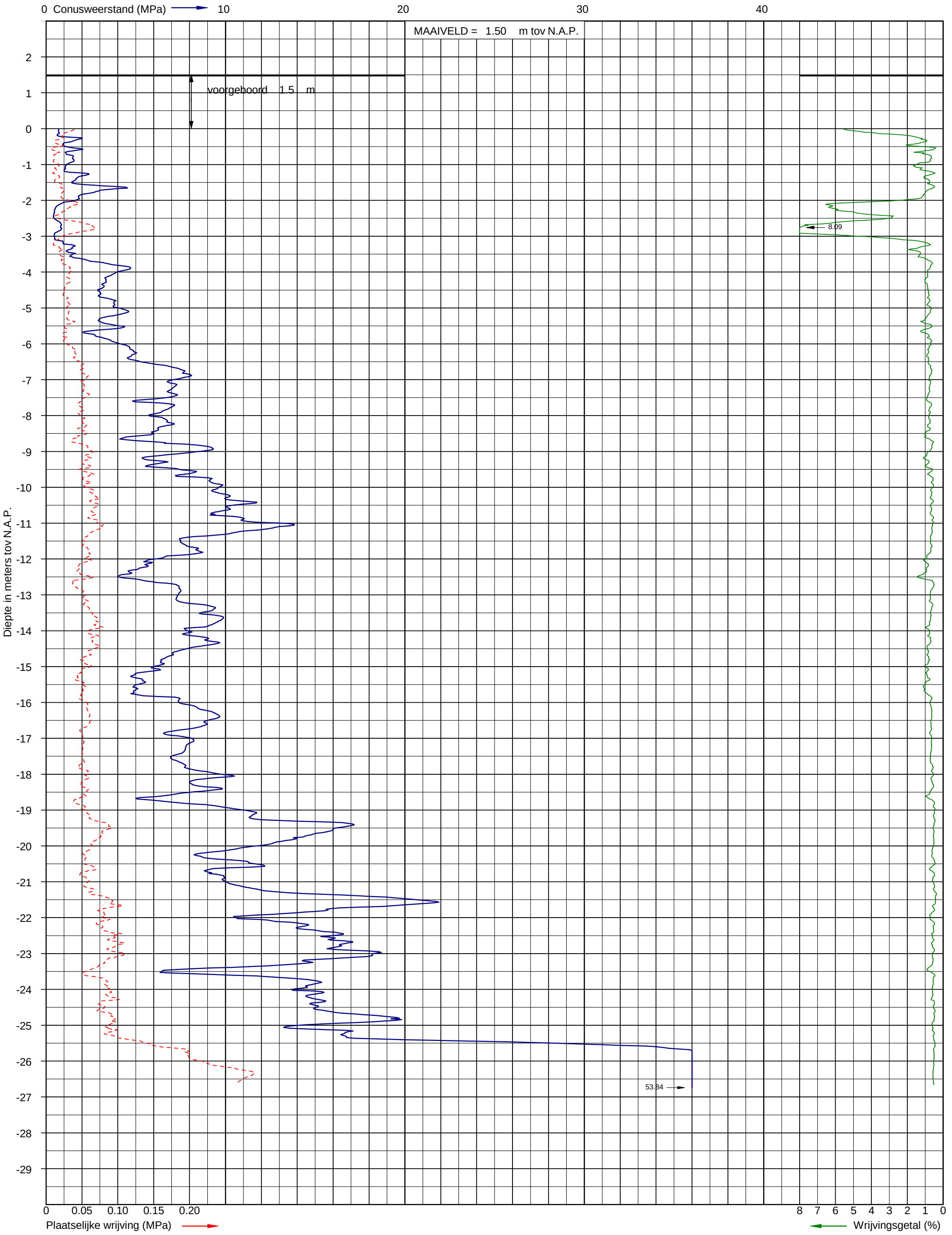
X: 56164
Y: 387305

Pagina: 1/1

Sondering DKM-53.S02

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

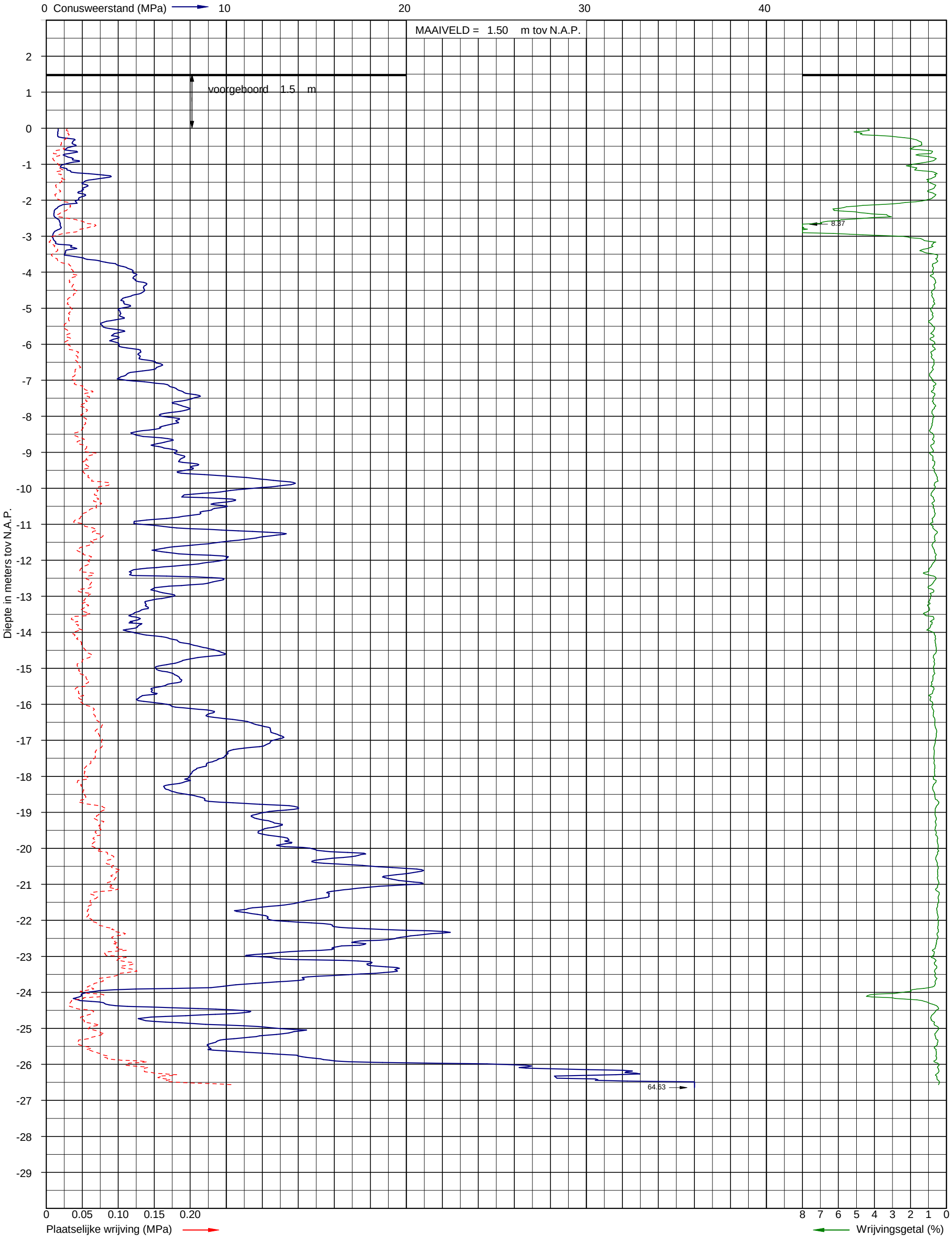
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 16-11-2012

X: 56165
Y: 387284

Sondering DKM-53.S03

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

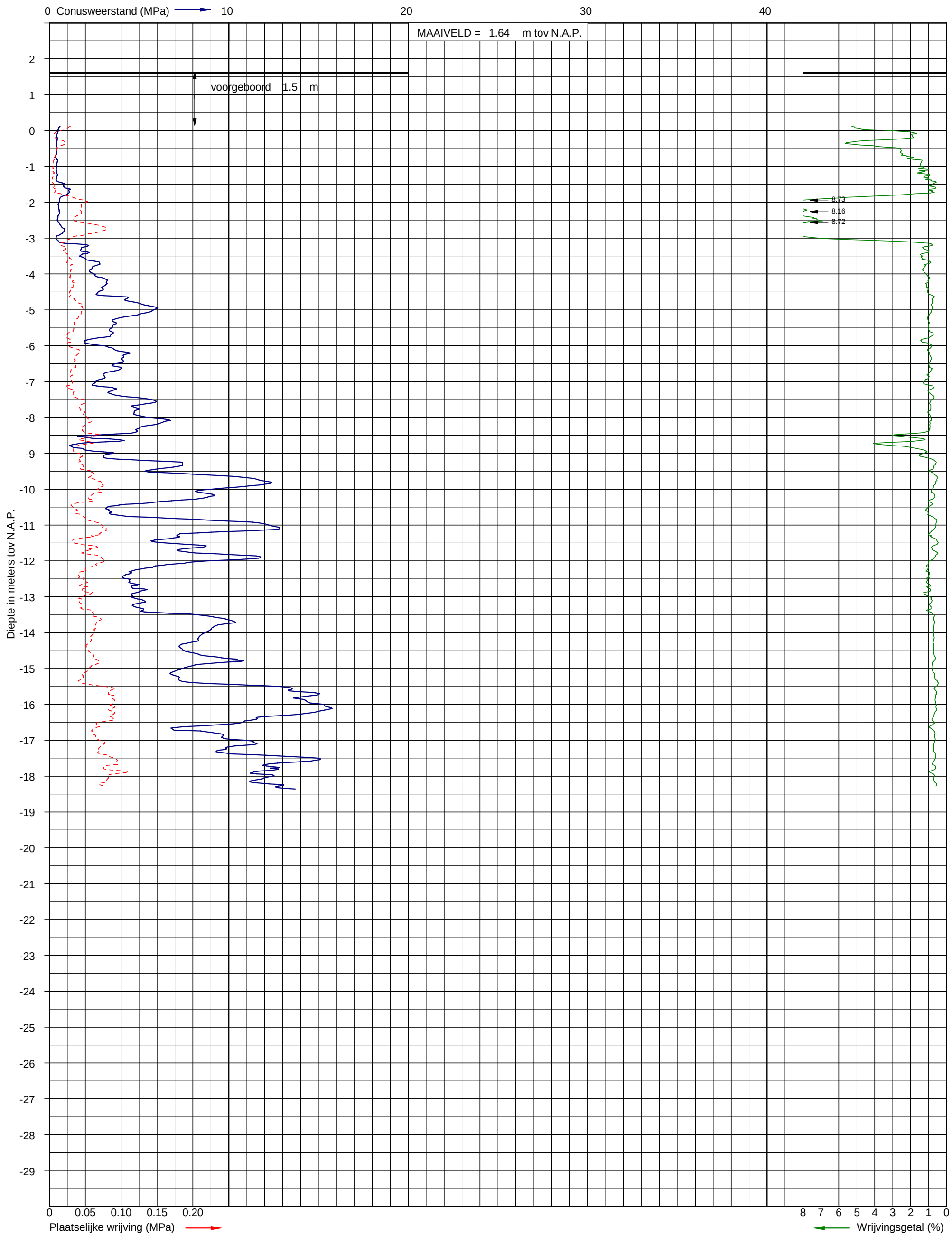
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 16-11-2012

X: 56159
Y: 387286

Pagina: 1/1

Sondering DKM-53.S04

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 16-11-2012

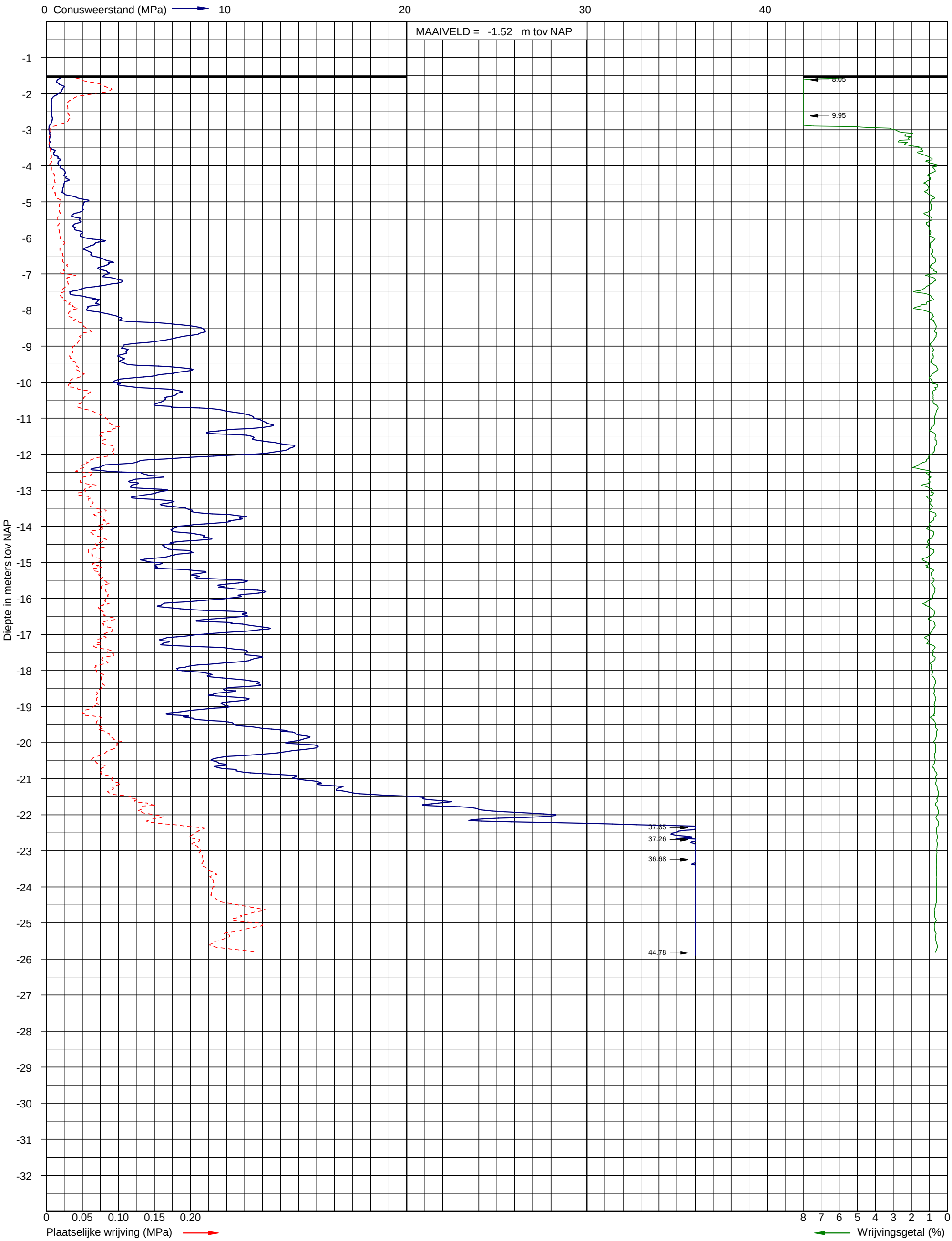
X: 56222
Y: 38743

Pagina: 1/1

Sondering DKM-53.S05

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder:
Datum: 23-11-2012

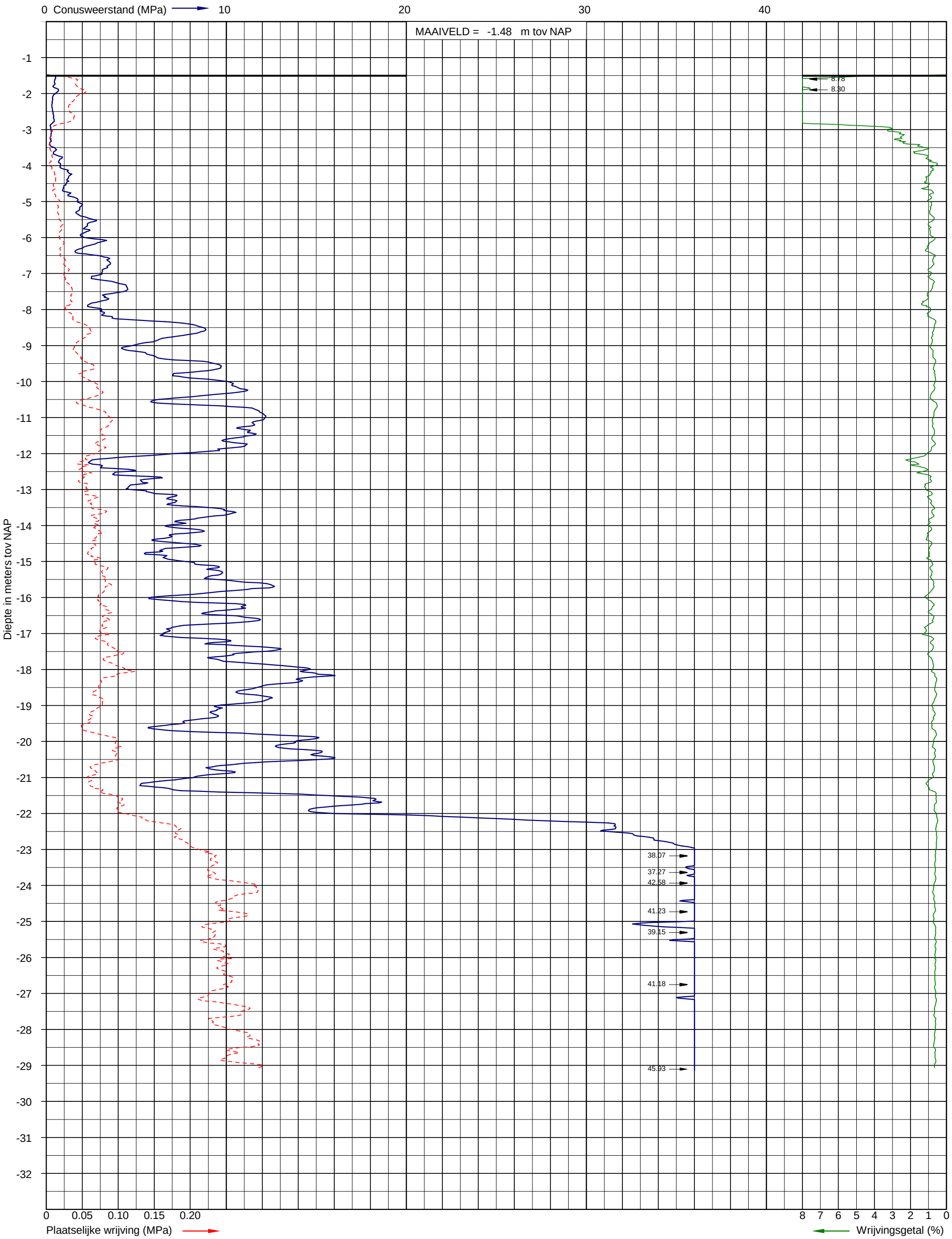
X: 59641
Y: 387822

Pagina: 1/1

Sondering DKM-63.S01

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

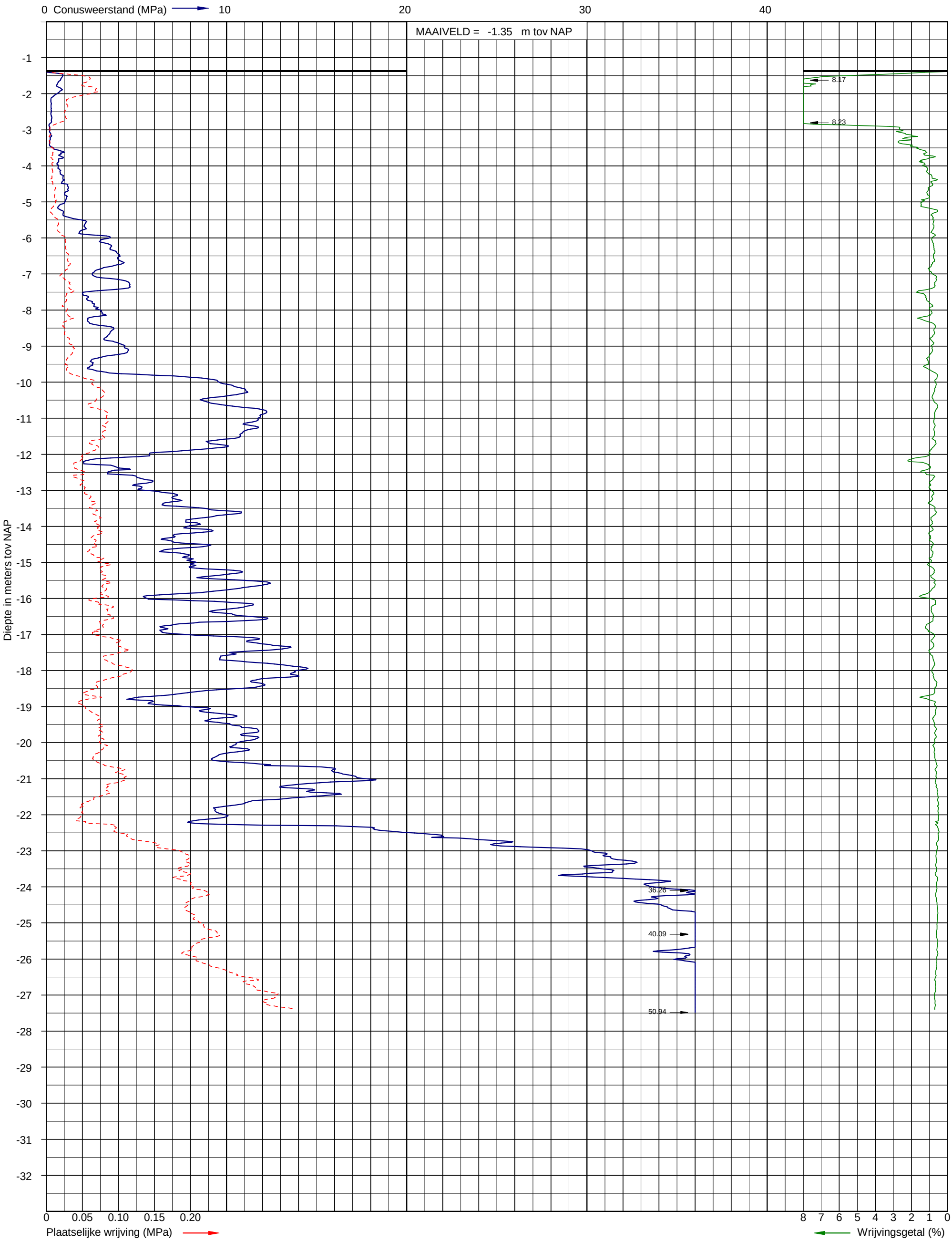
Uitvoerder:
Datum: 23-11-2012

X: 59634
Y: 387820

Pagina: 1/1

Sondering DKM-63.S02

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder:
Datum: 23-11-2012

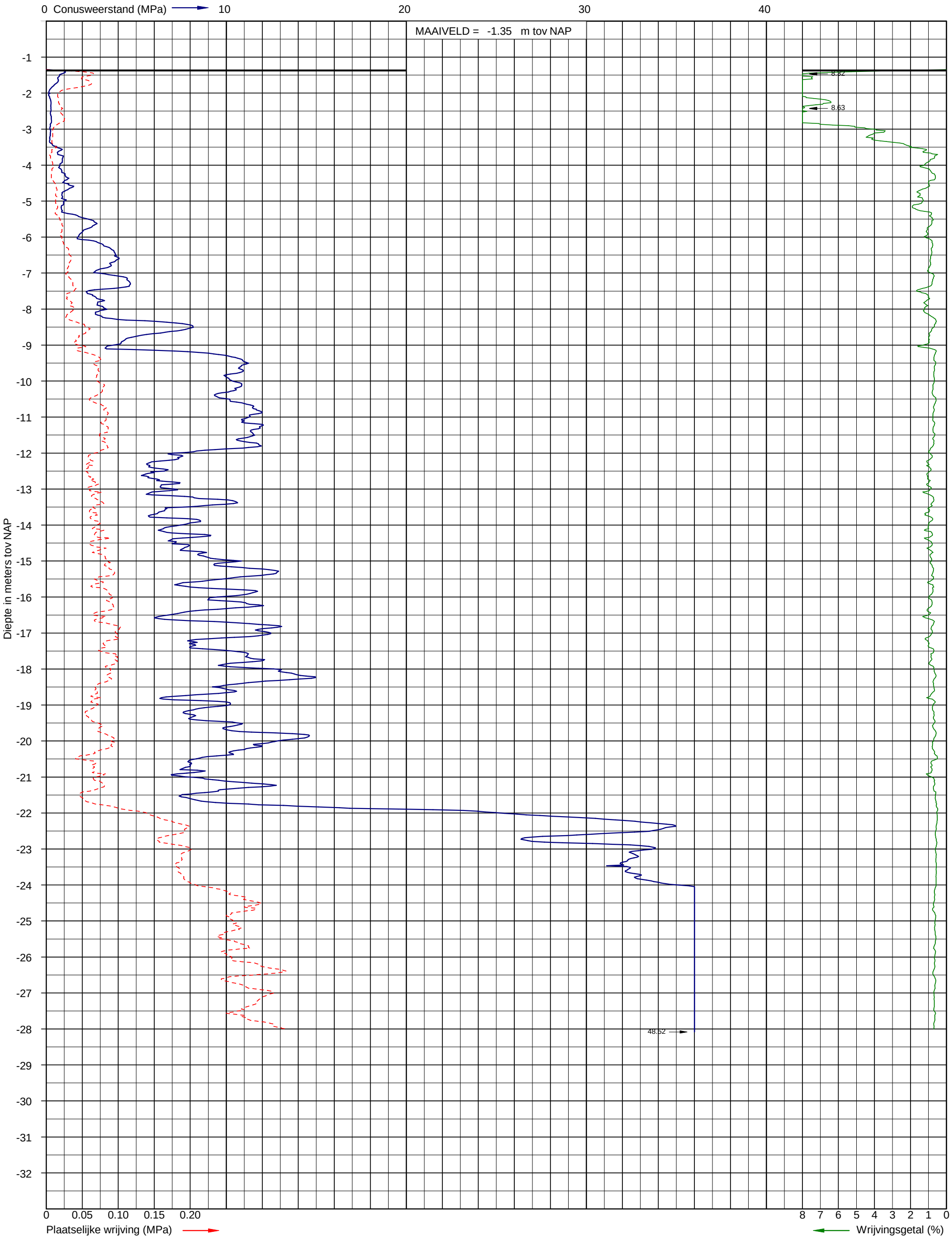
X: 59641
Y: 387805

Pagina: 1/1

Sondering DKM-63.S03

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

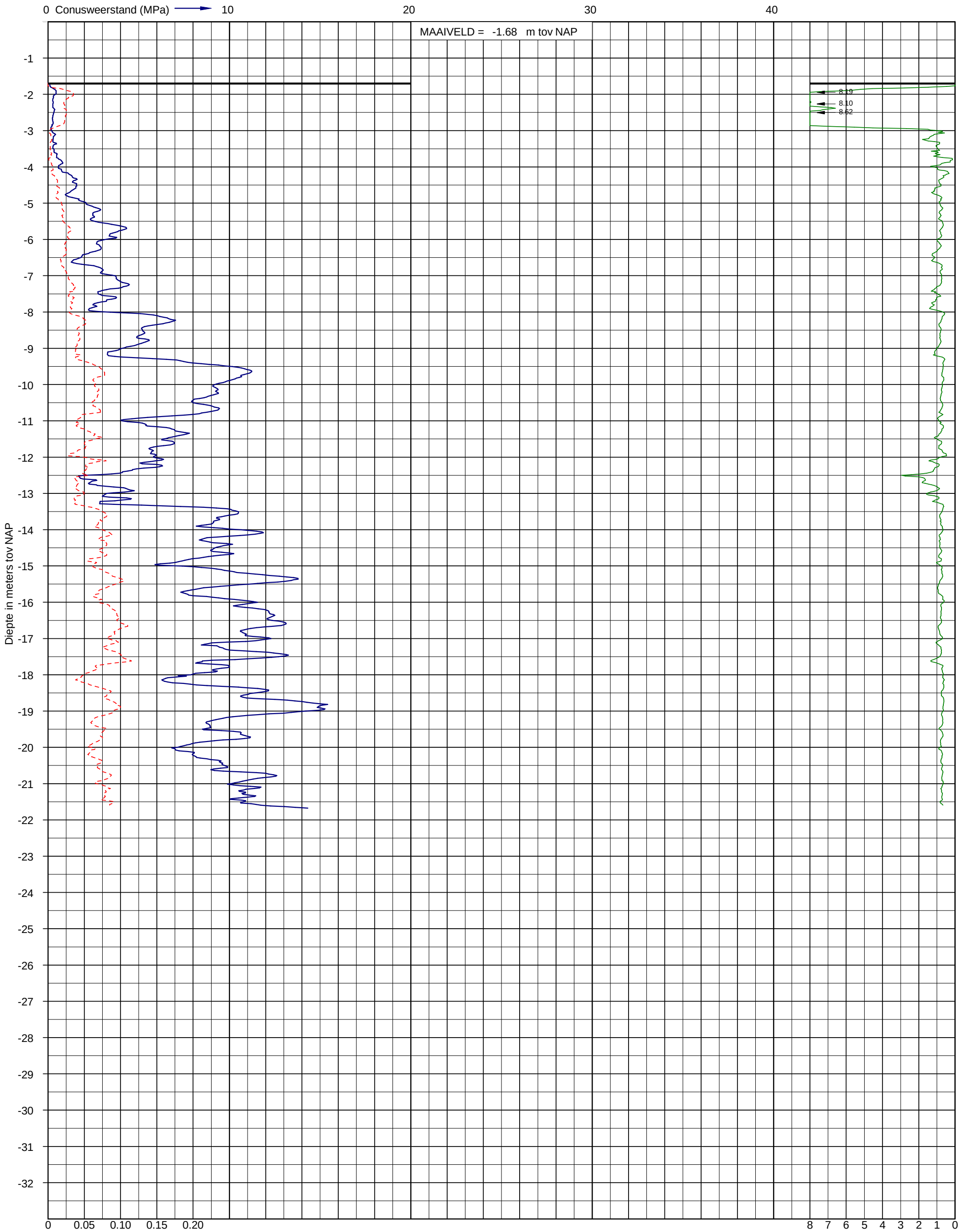
Uitvoerder:
Datum: 23-11-2012

X: 59634
Y: 387805

Pagina: 1/1

Sondering DKM-63.S04

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

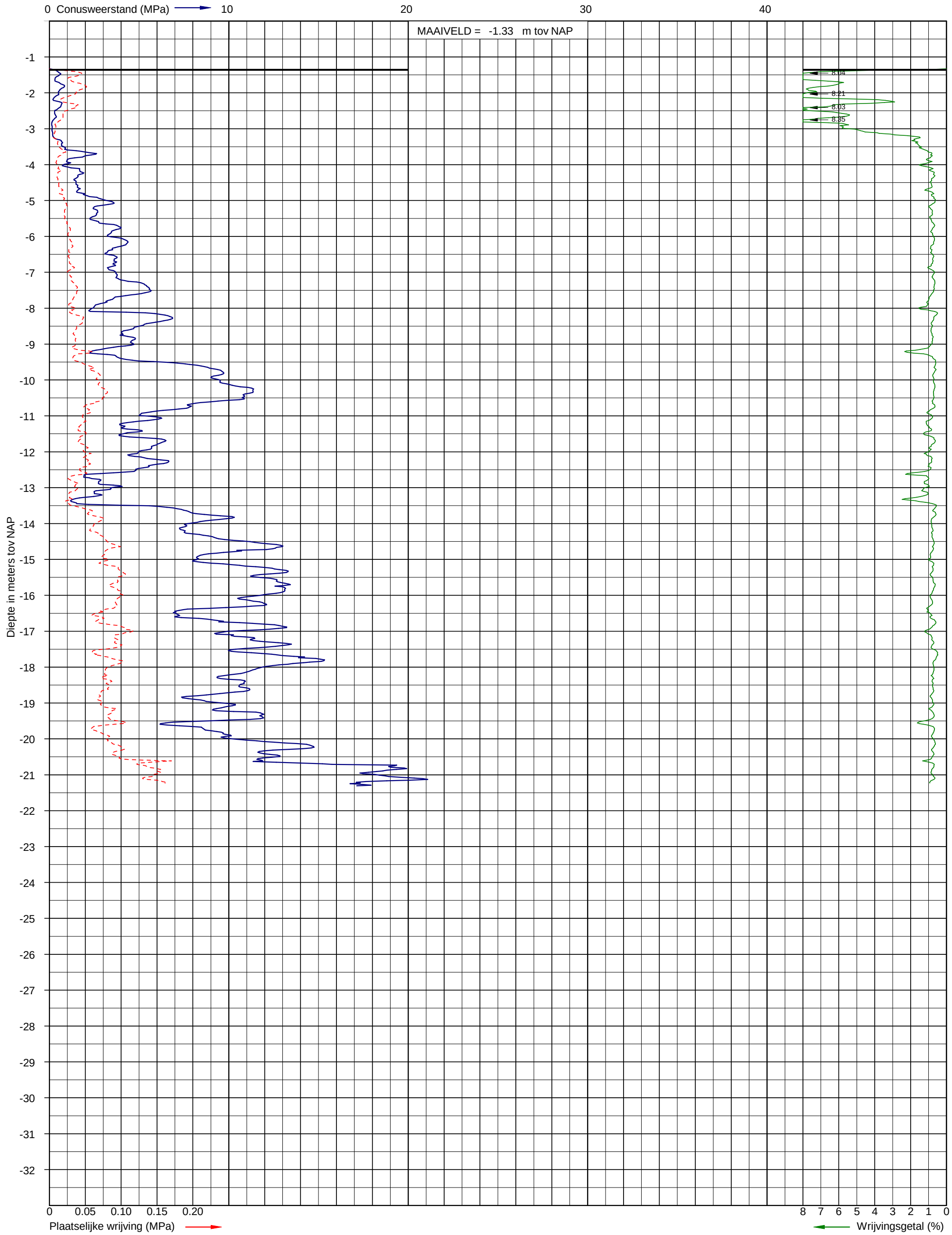
Uitvoerder:
Datum: 23-11-2012

X: 59551
Y: 387803

Pagina: 1/1

Sondering DKM-63.S05

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder:
Datum: 23-11-2012

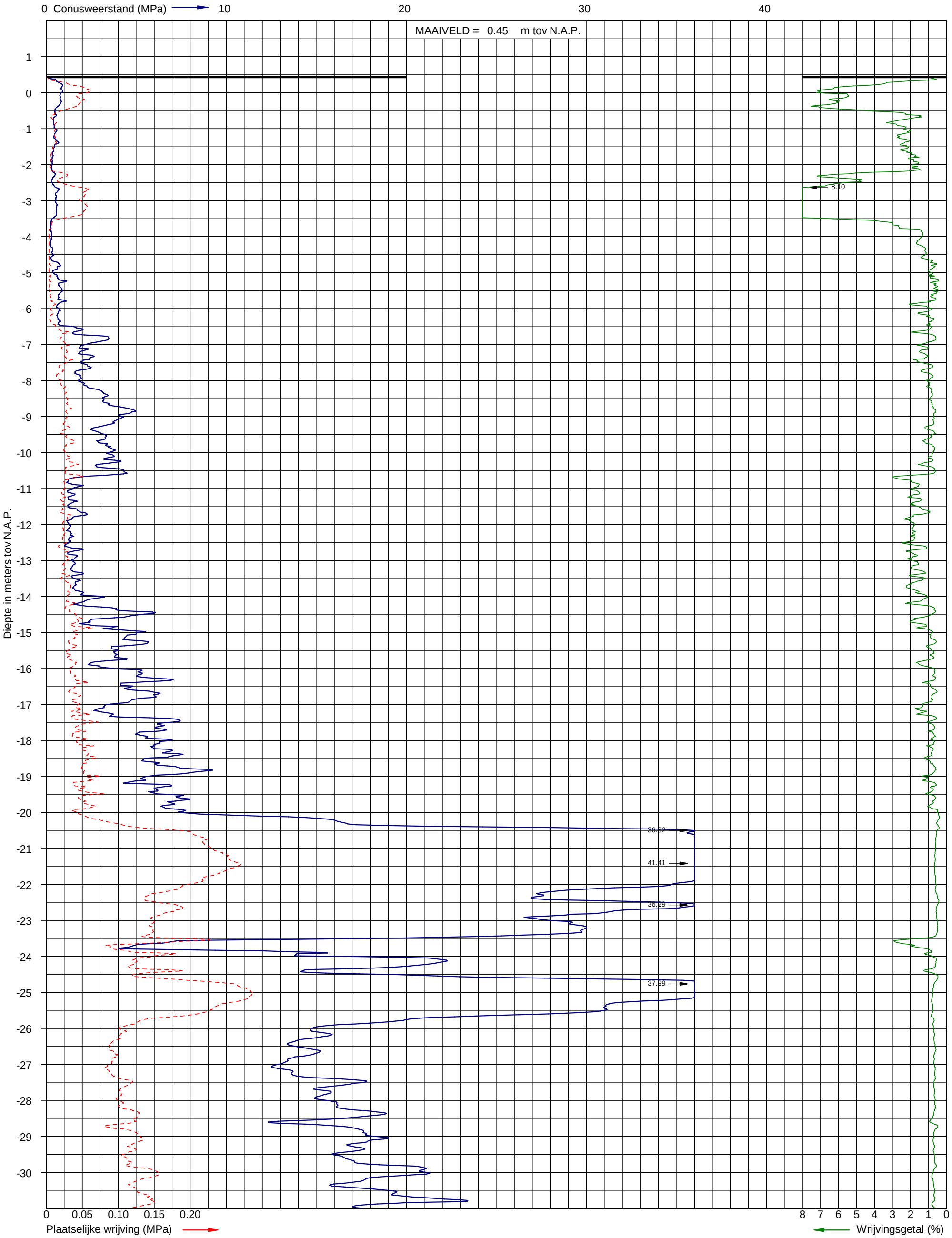
X: 59491
Y: 387839

Pagina: 1/1

Sondering DKM-63.S06

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

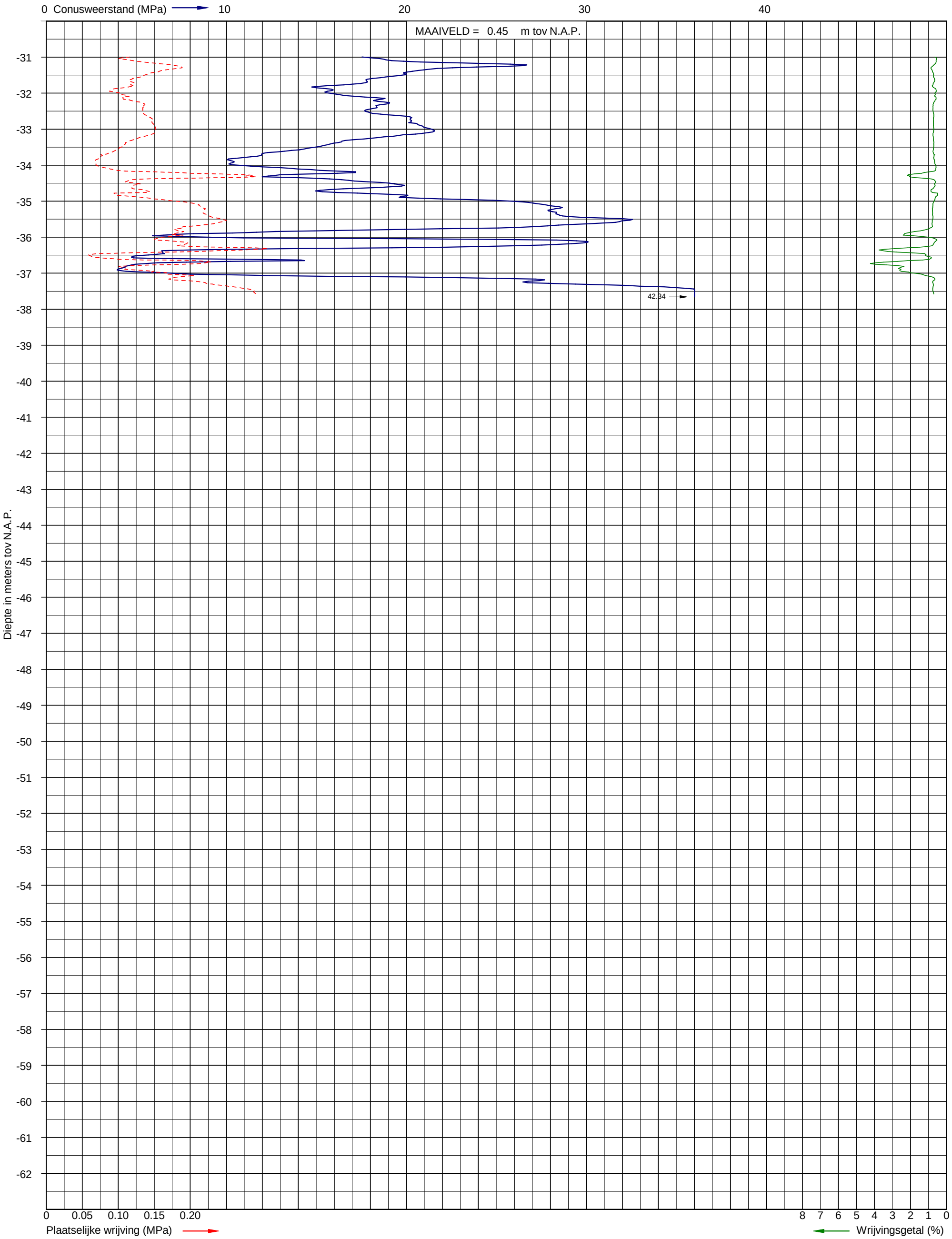
Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 6-12-2012

X: 64036
Y: 385515

Sondering DKM-76.S01

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



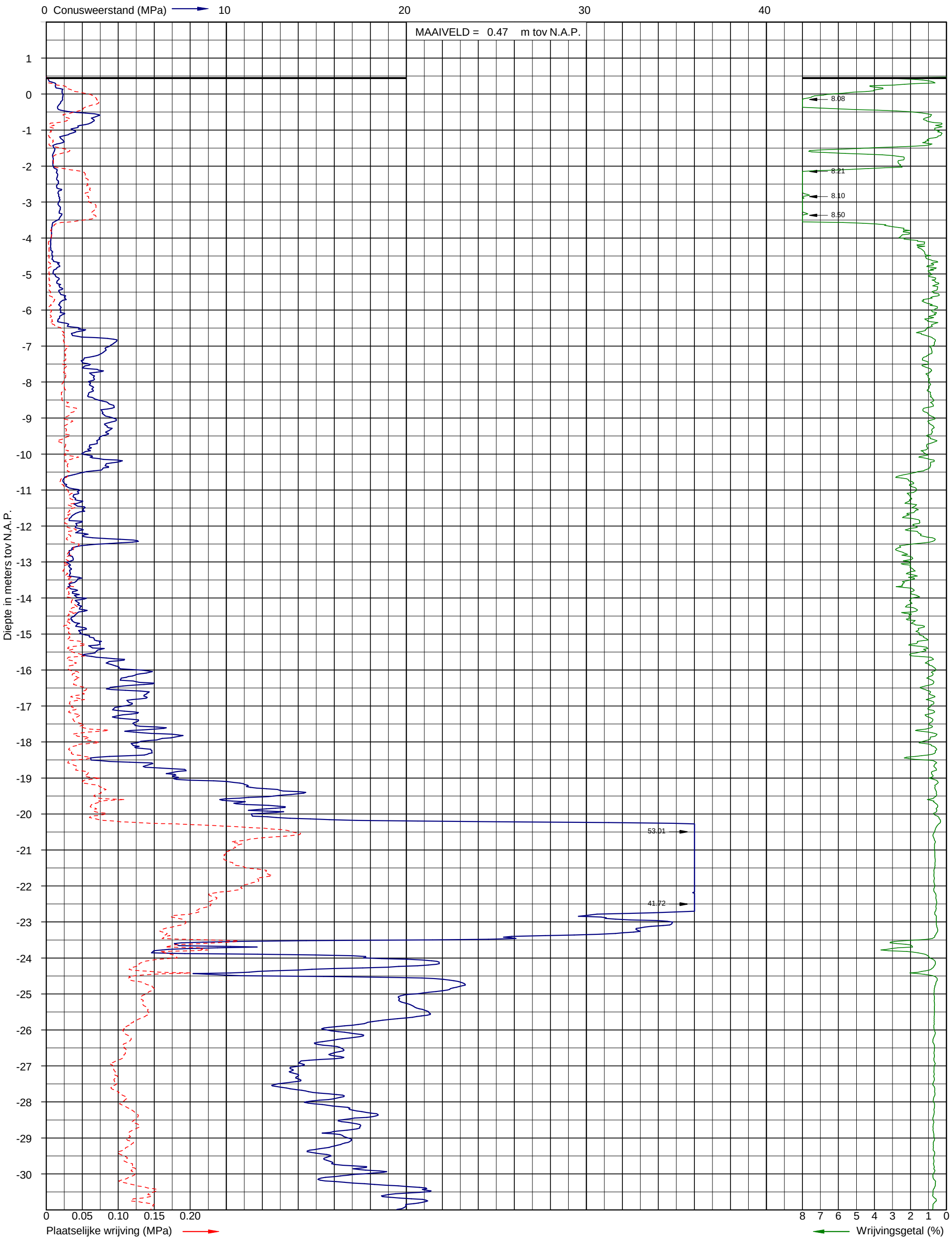
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 6-12-2012

X: 64036
Y: 385515

Sondering DKM-76.S01

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

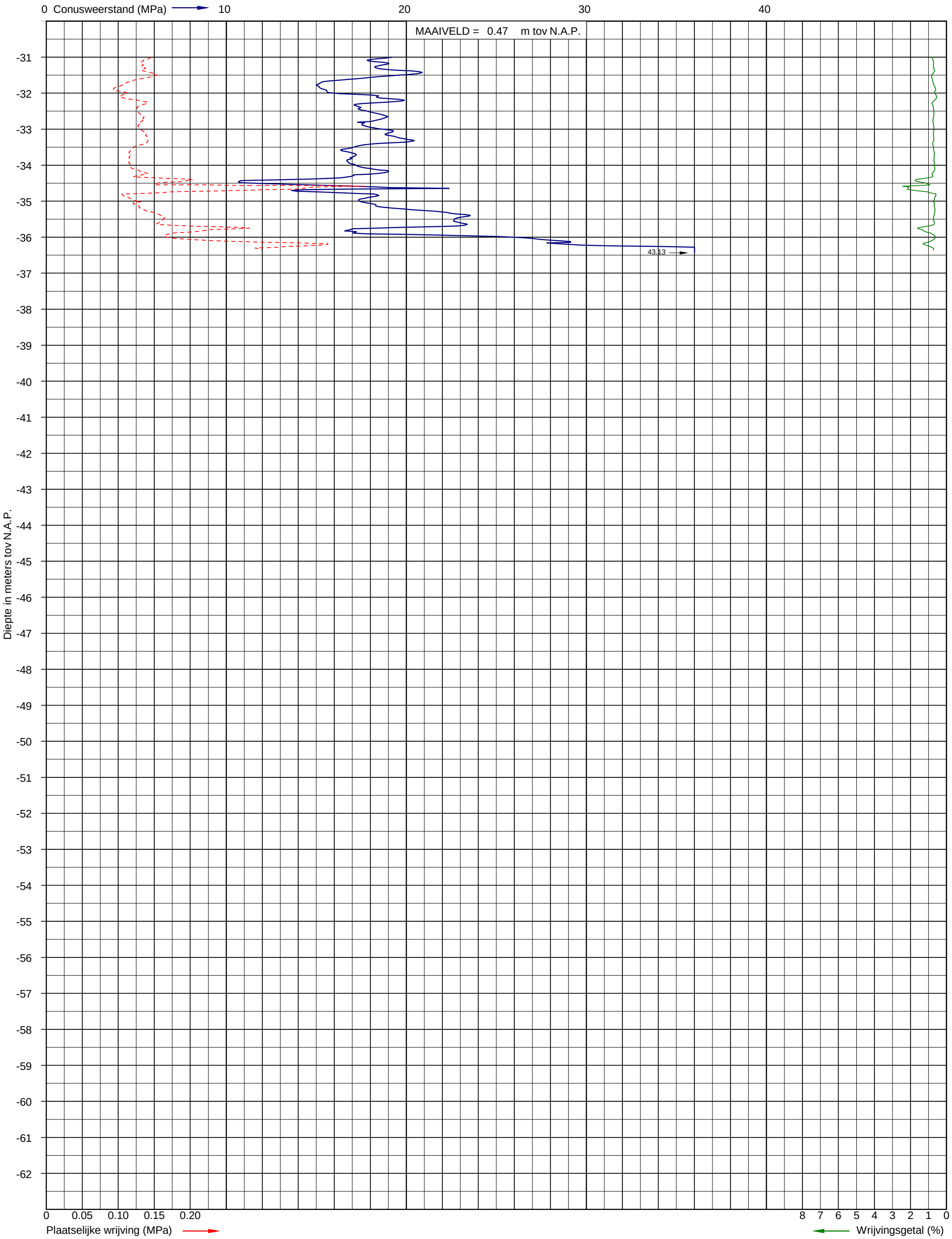
Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 6-12-2012

X: 64030
Y: 385519

Pagina: 1/2

Sondering DKM-76.S02

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



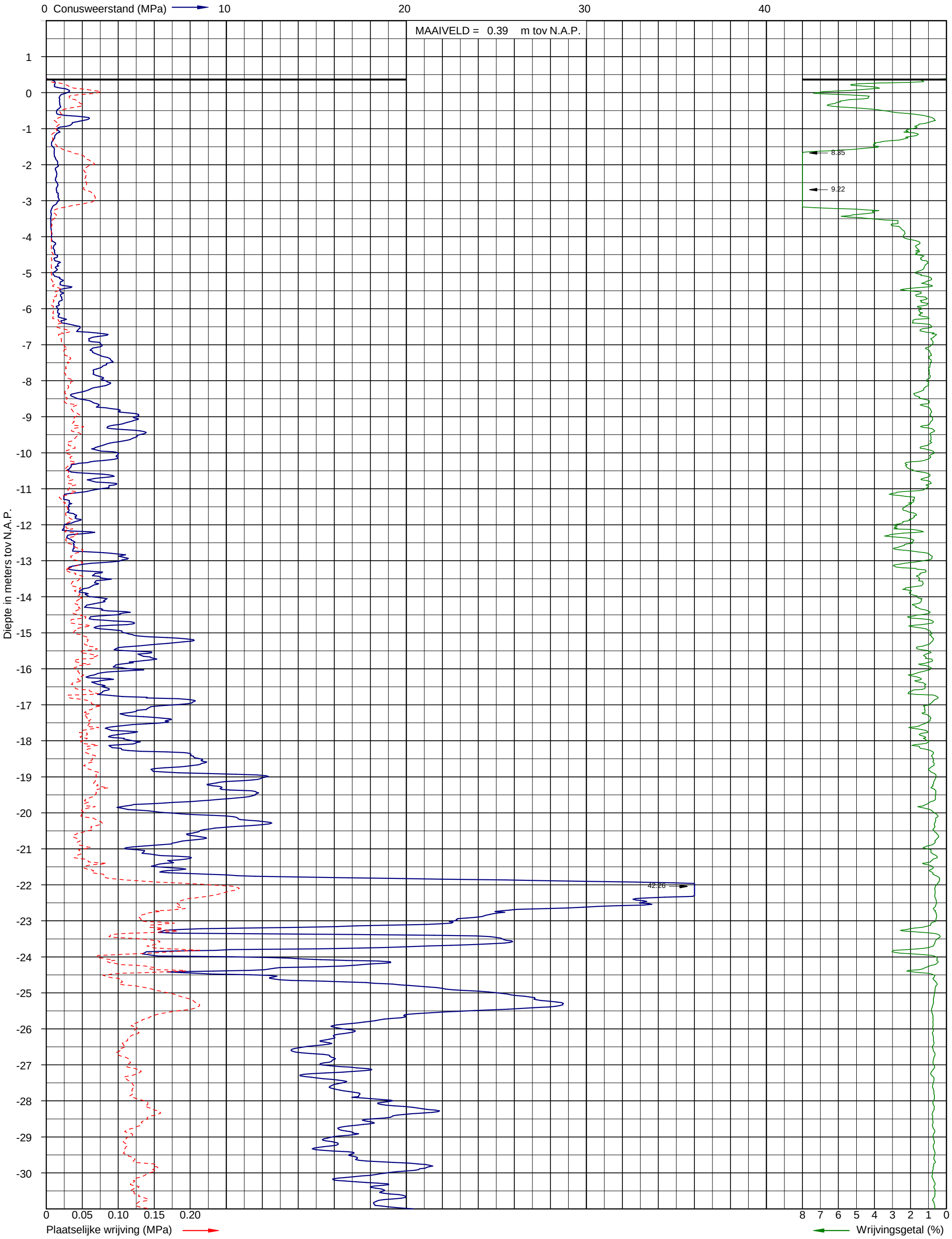
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 6-12-2012

X: 64030
Y: 385519

Sondering DKM-76.S02

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

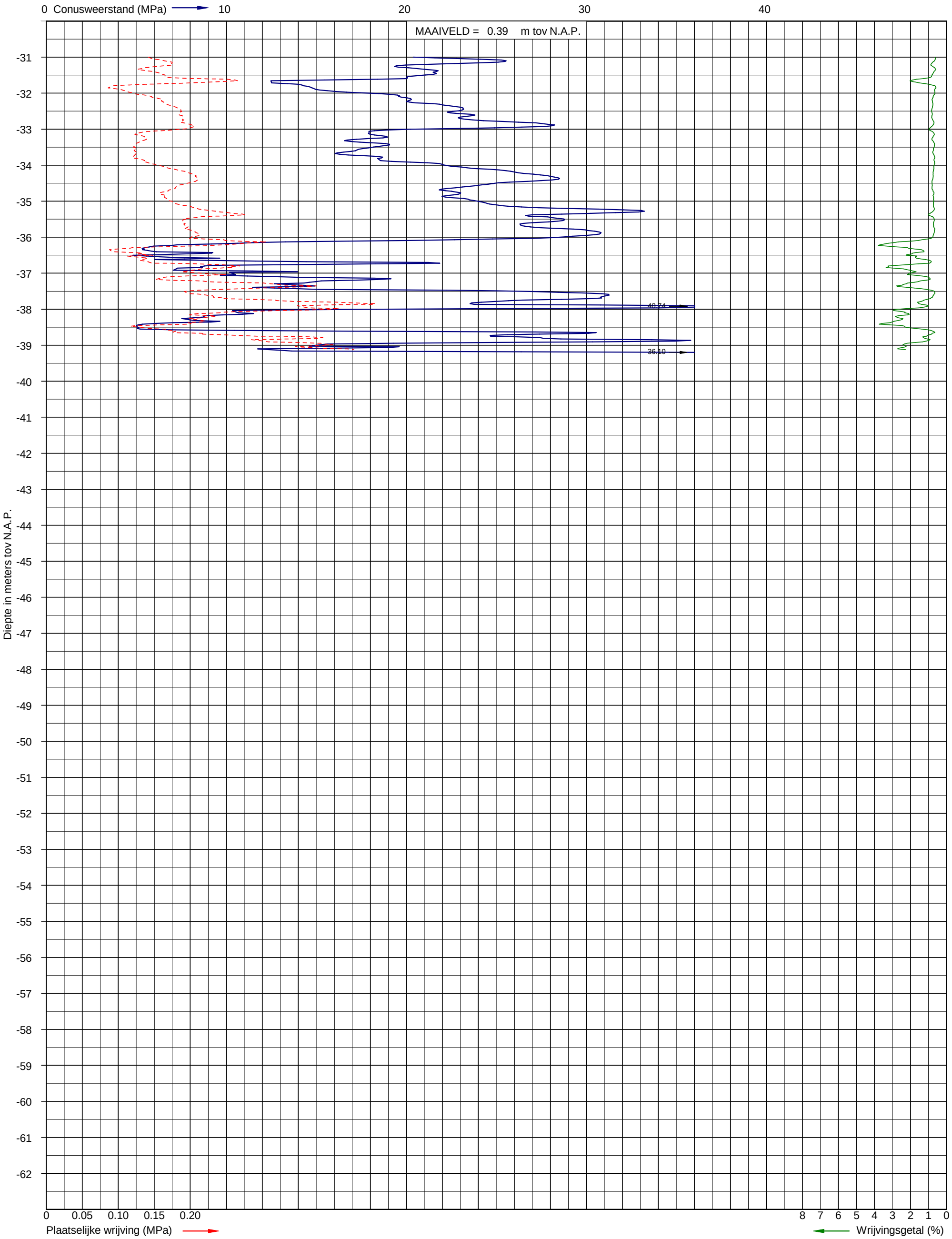
Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 6-12-2012

X: 64025
Y: 385499

Sondering DKM-76.S03

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



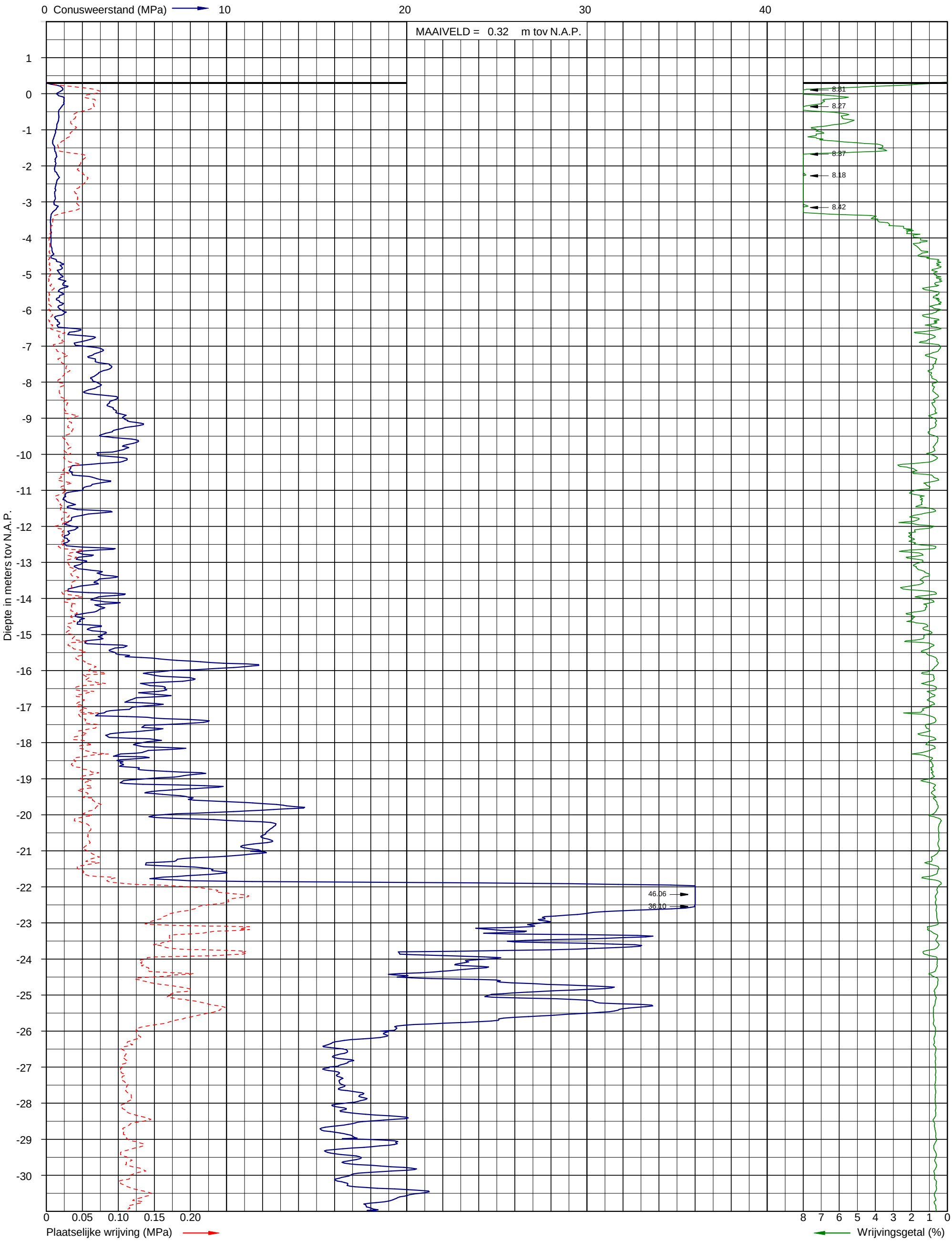
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 6-12-2012

X: 64025
Y: 385499

Sondering DKM-76.S03

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

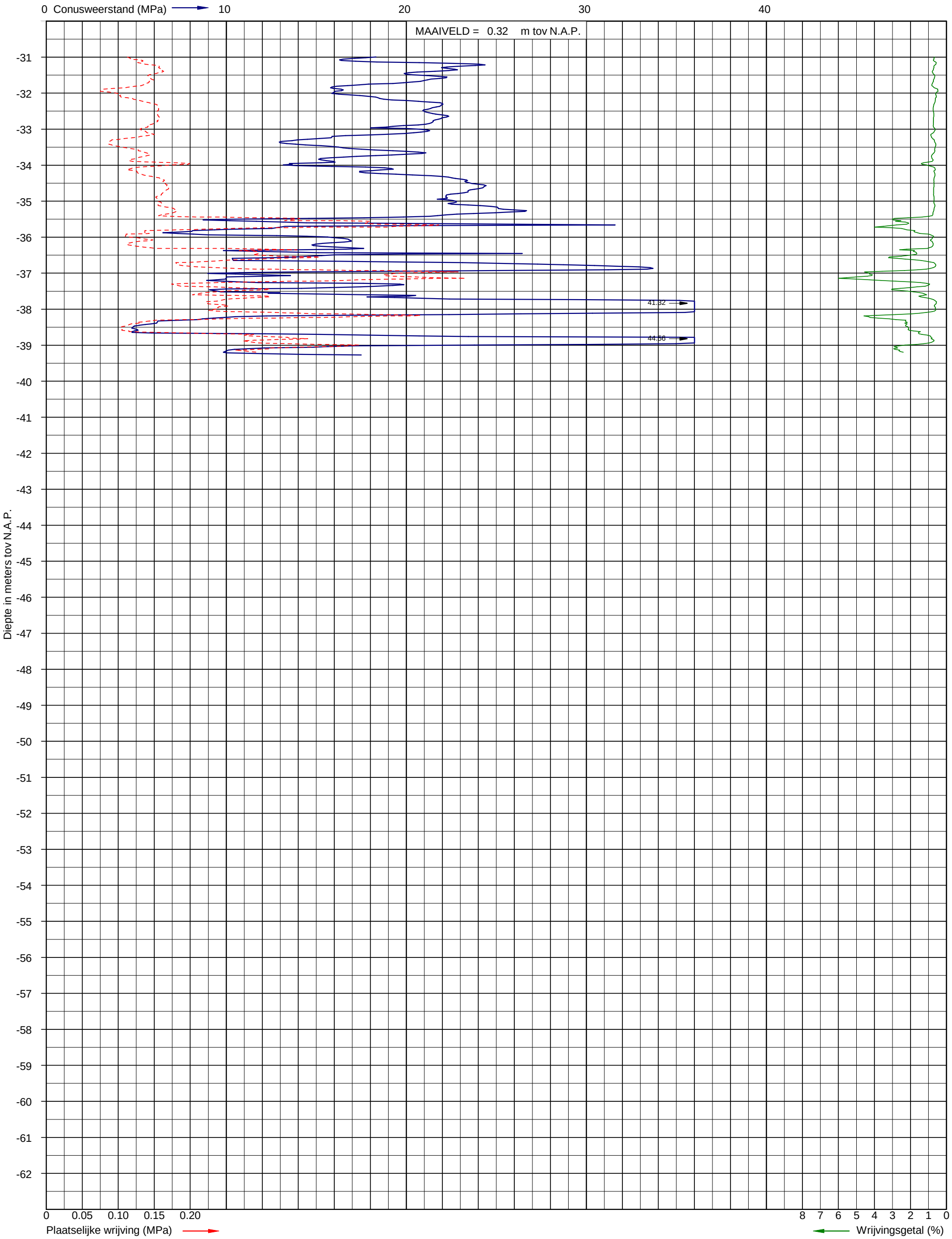
Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 6-12-2012

X: 64019
Y: 385503

Pagina: 1/2

Sondering DKM-76.S04

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



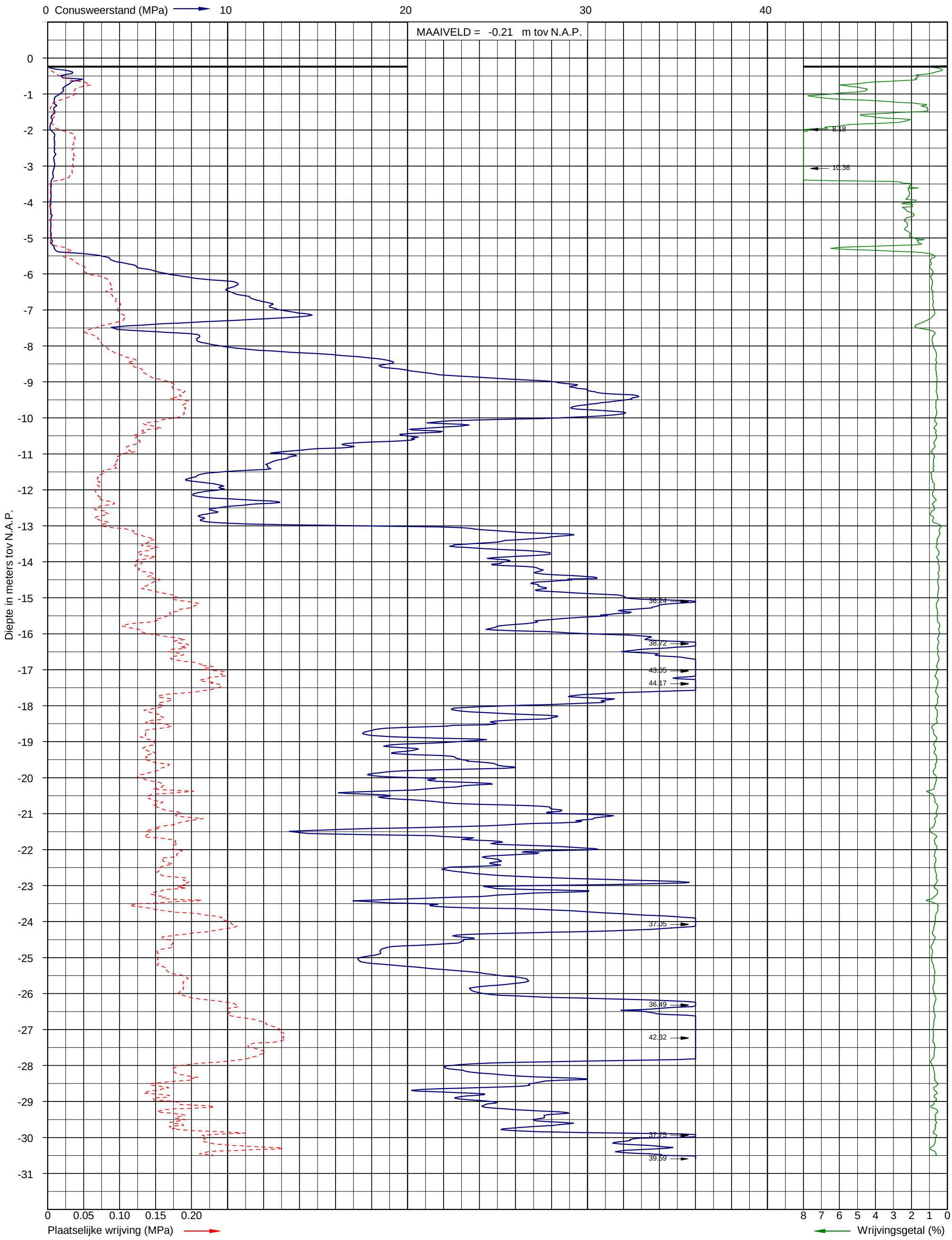
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 6-12-2012

X: 64019
Y: 385503

Sondering DKM-76.S04

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

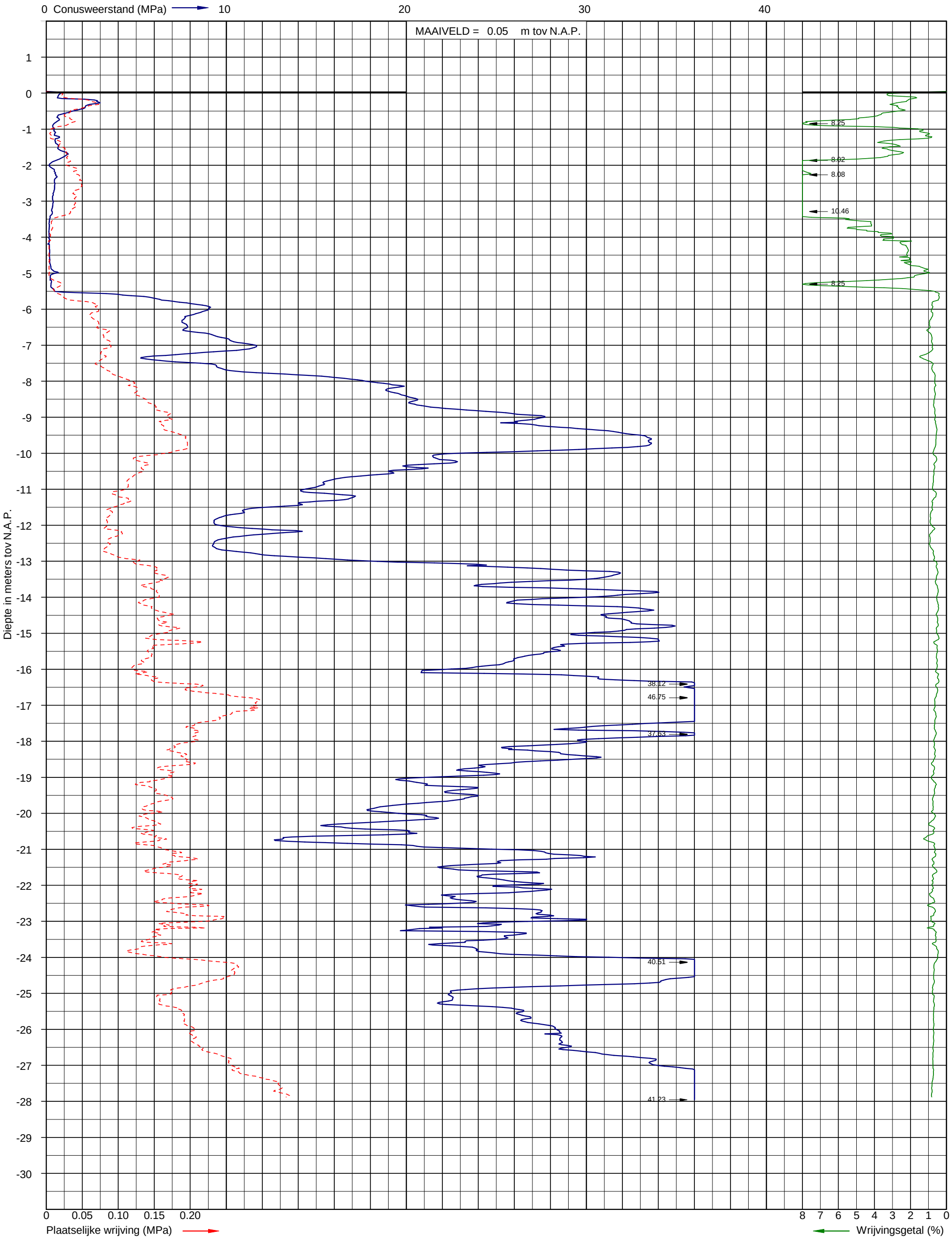
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

X: 67725,4
Y: 383100,5

Sondering DKM-87.S01

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

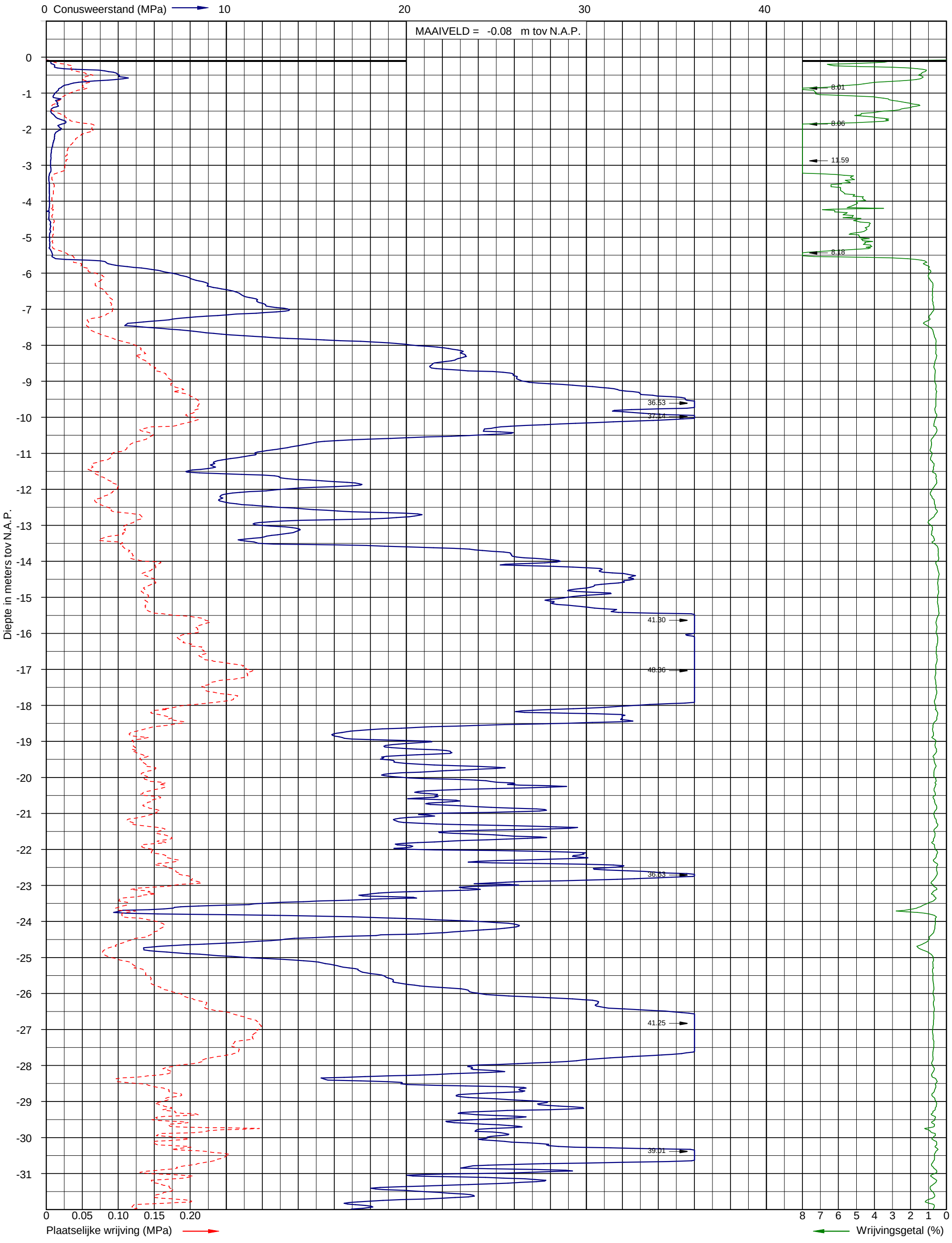
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

X: 67719,4
Y: 383104,0

Pagina: 1/1

Sondering DKM-87.S02

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

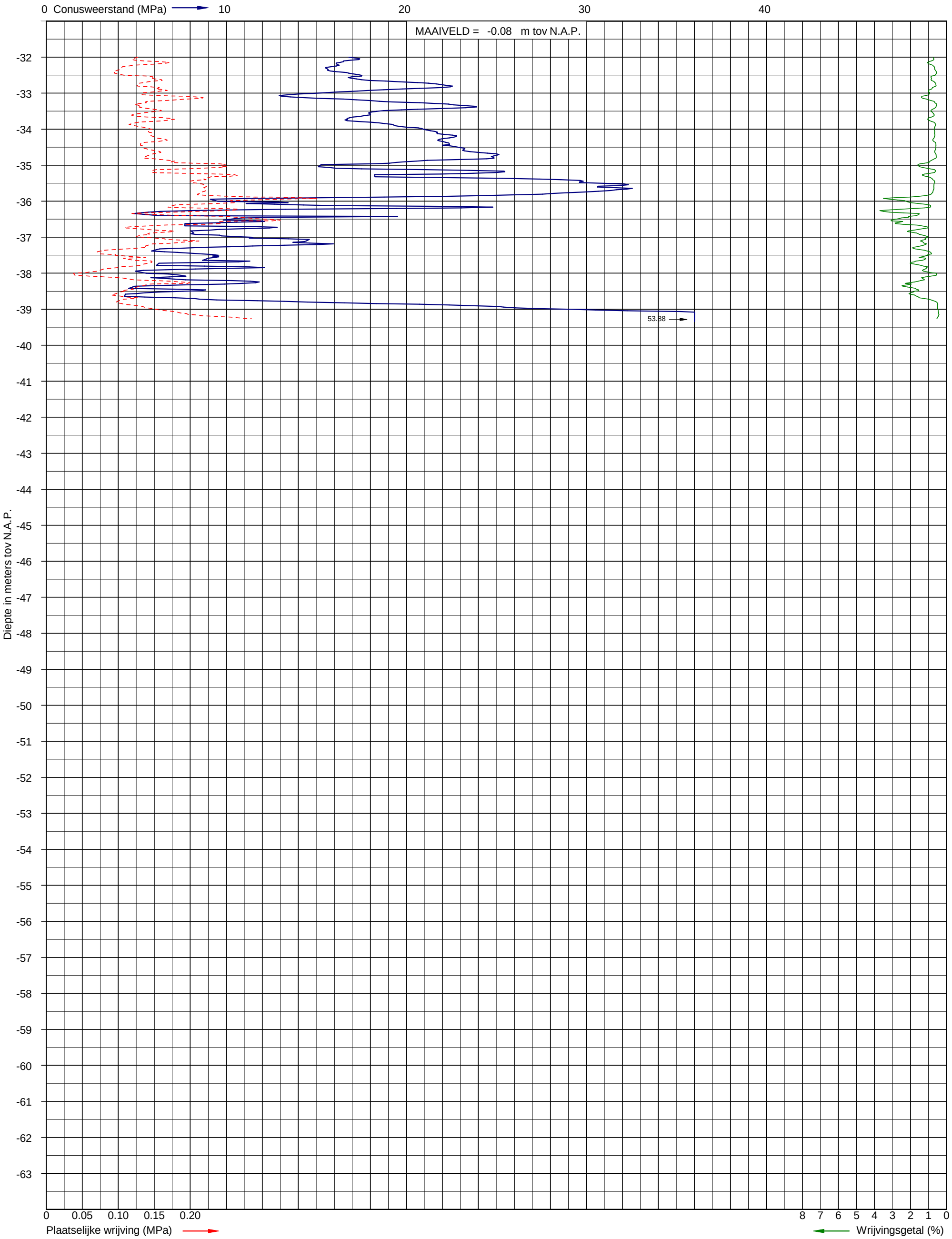
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 31-10-2012

X: 67715,5
Y: 383083,4

Sondering DKM-87.S03

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

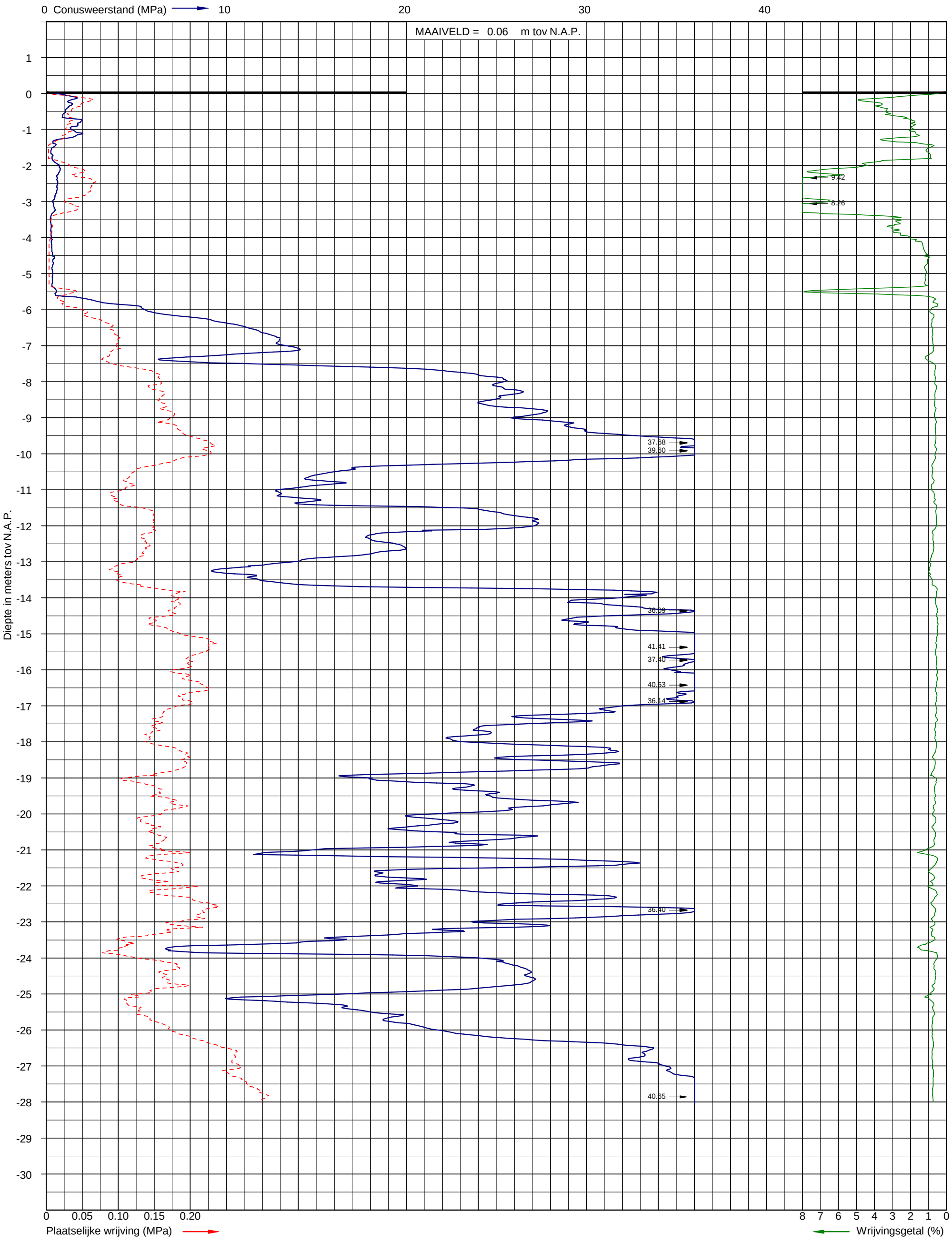
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 31-10-2012

X: 67715,5
Y: 383083,4

Pagina: 2/2

Sondering DKM-87.S03

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

X: 67709,4
Y: 383086,9

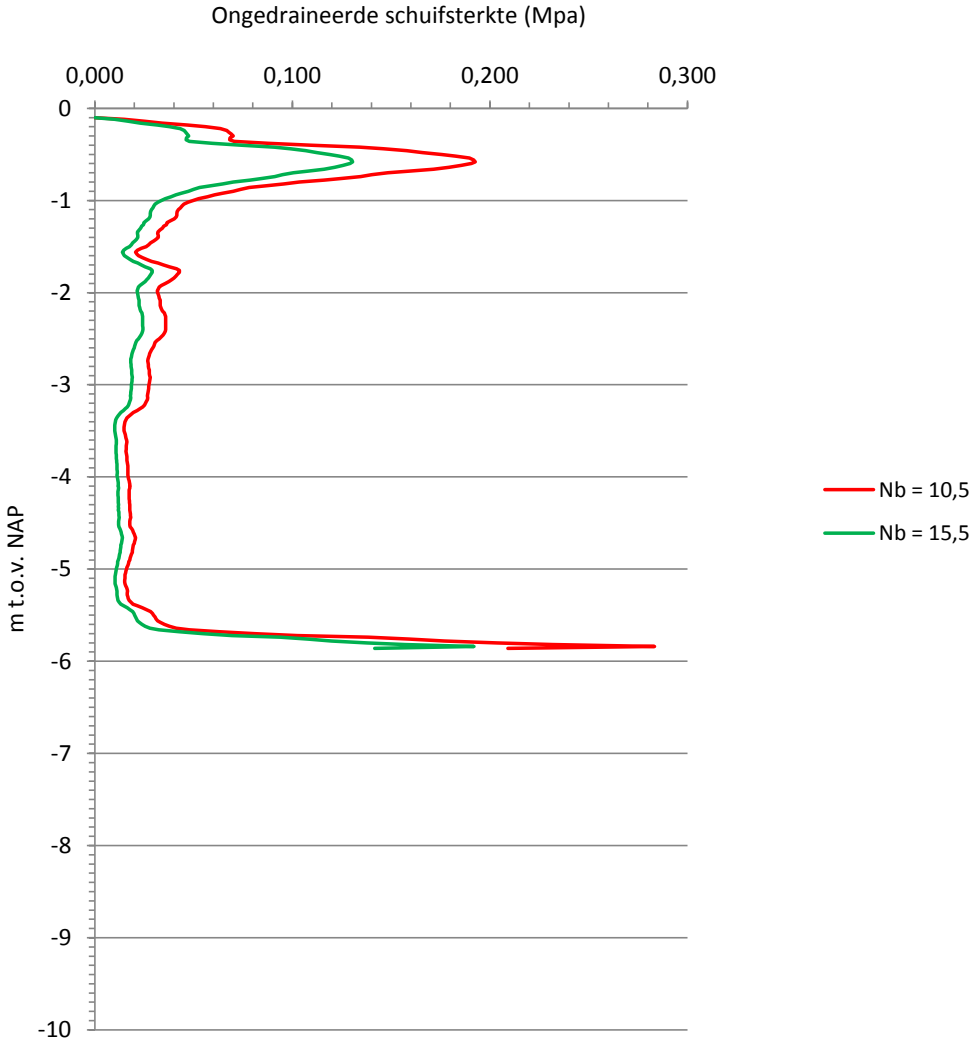
Pagina: 1/1

Sondering DKM-87.S04

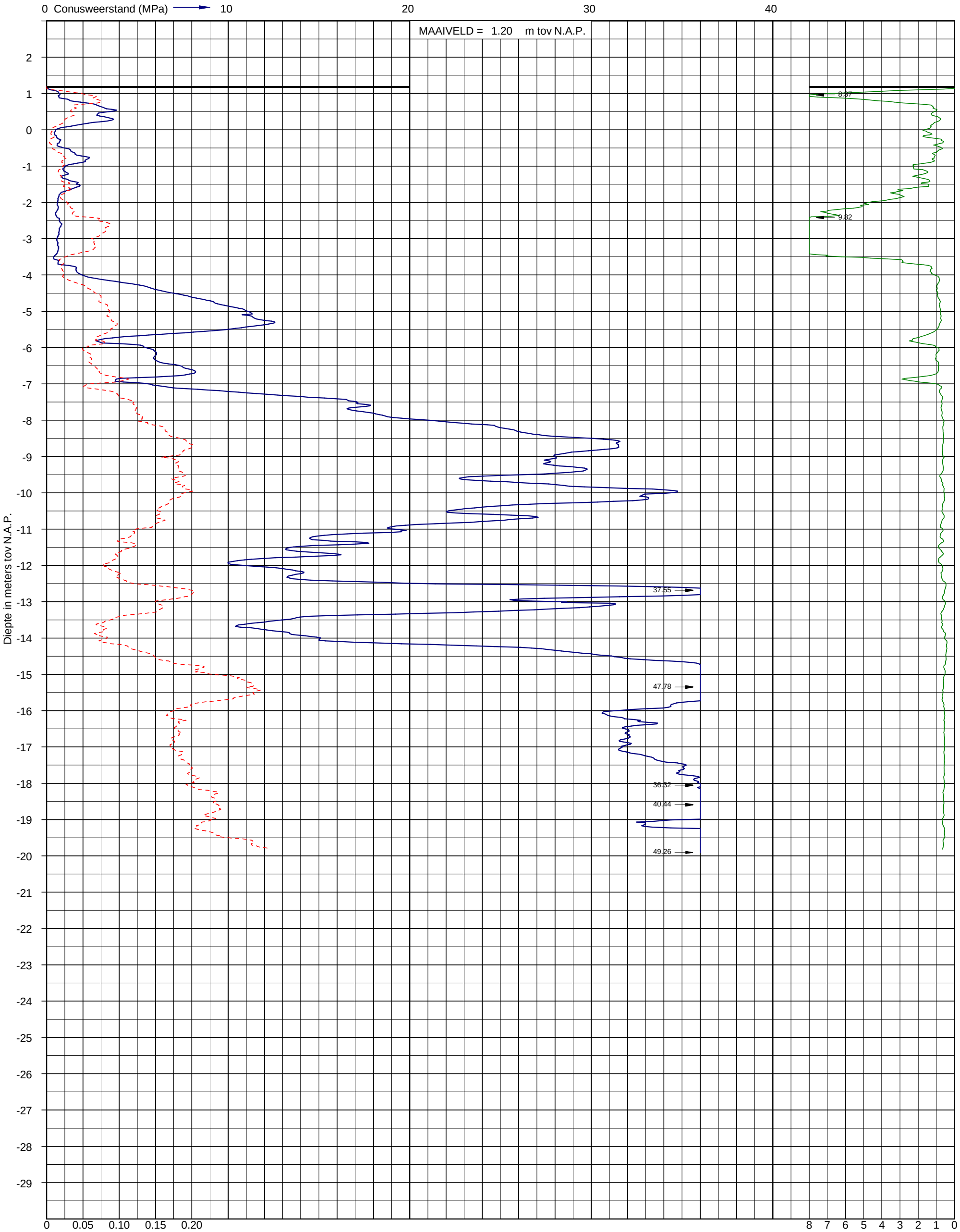
INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Sondering D-87.S03



Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

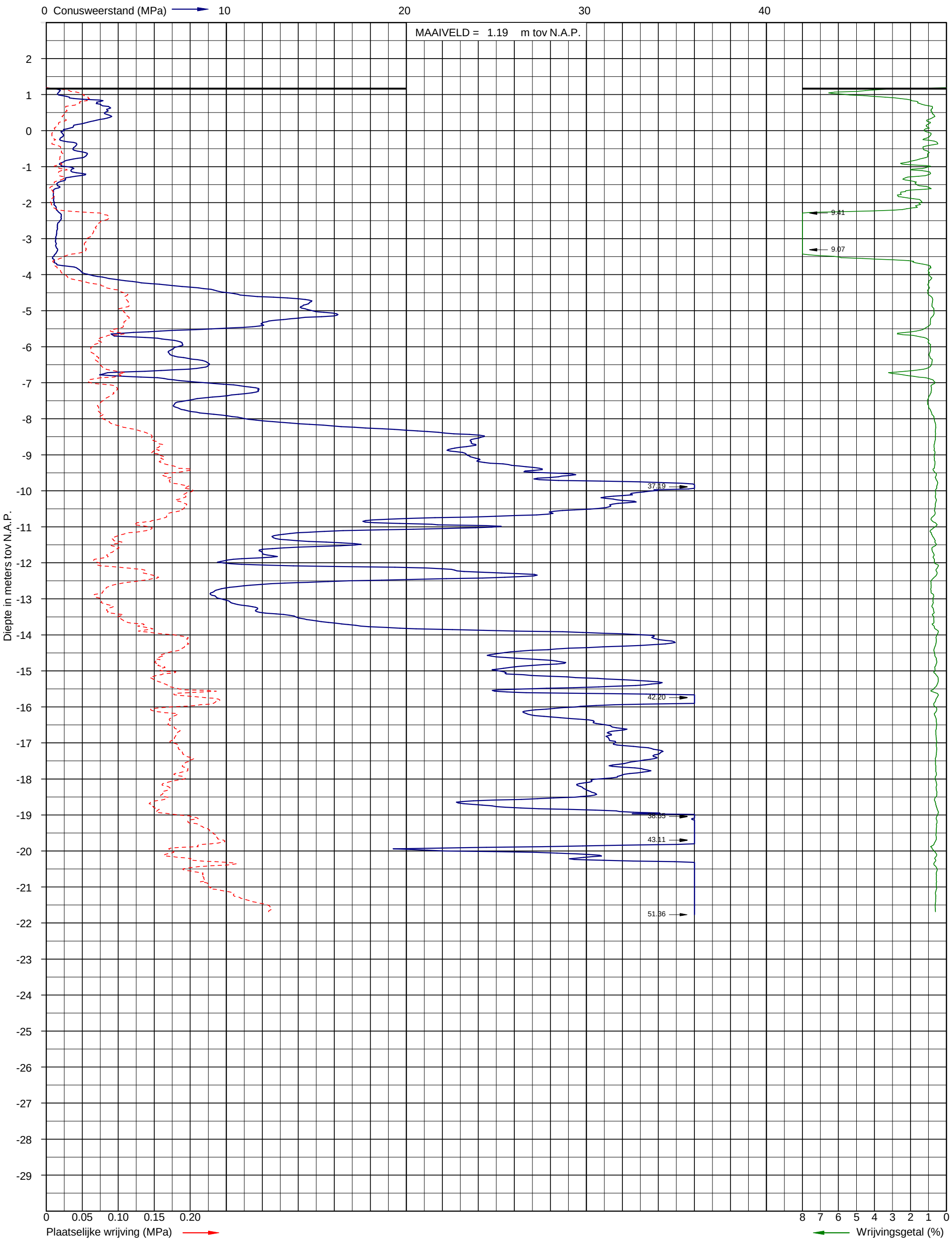
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

X: 70464,5
Y: 382640,2

Sondering DKM-95.S01

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

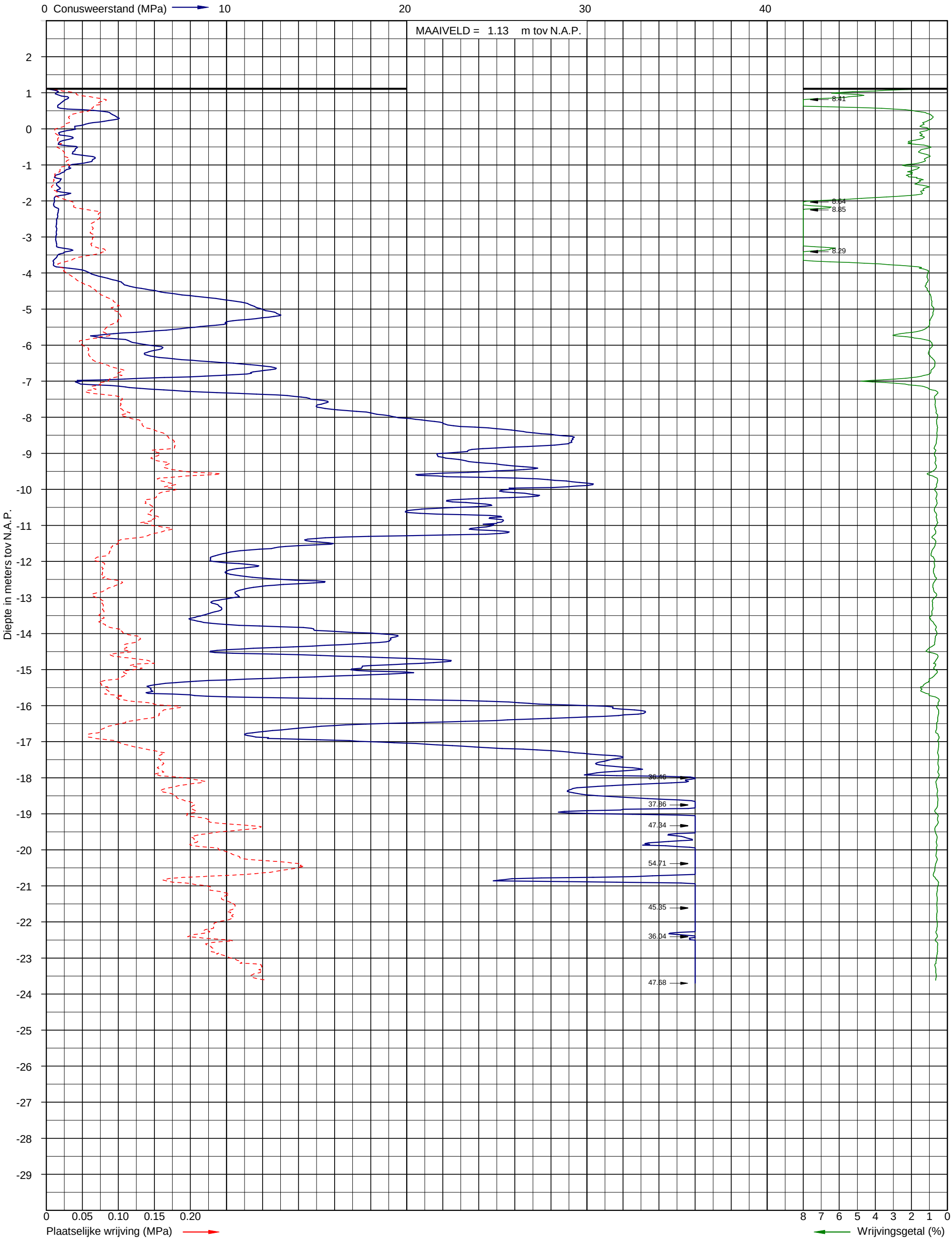
X: 70457,6
Y: 382640,4

Pagina: 1/1

Sondering DKM-95.S02

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

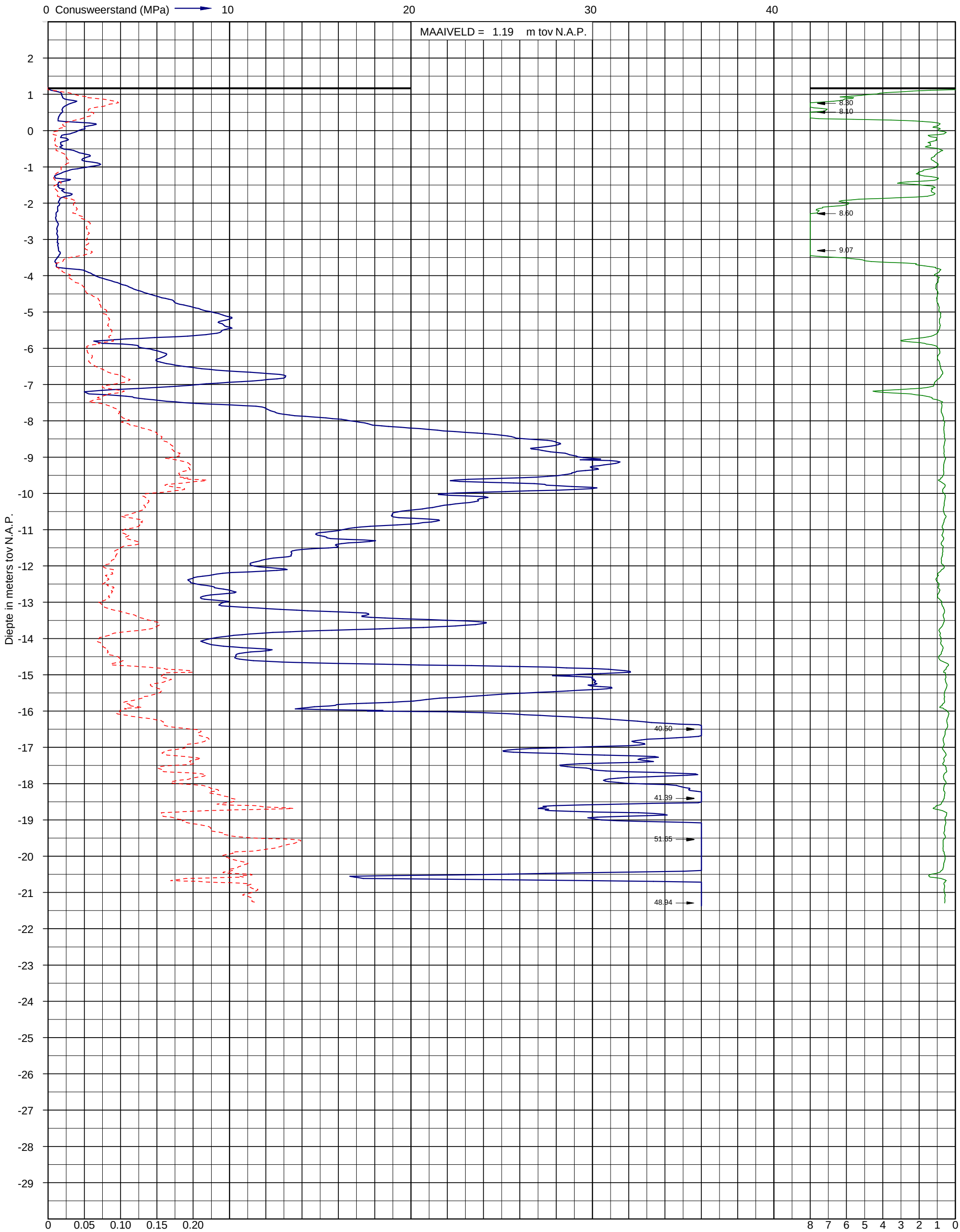
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

X: 70464,0
Y: 382620,4

Sondering DKM-95.S03

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

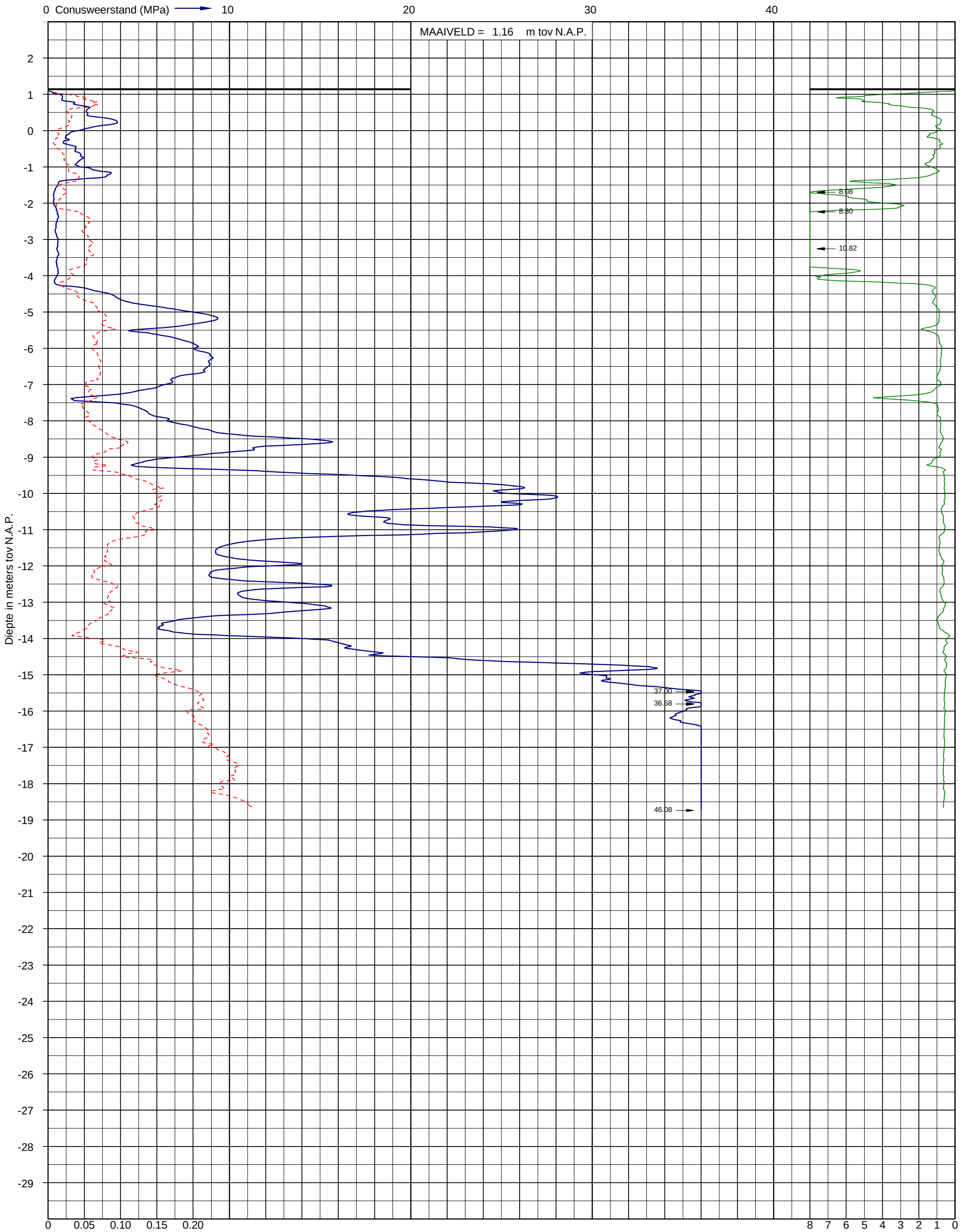
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

X: 70457,0
Y: 382620,6

Pagina: 1/1

Sondering DKM-95.S04

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

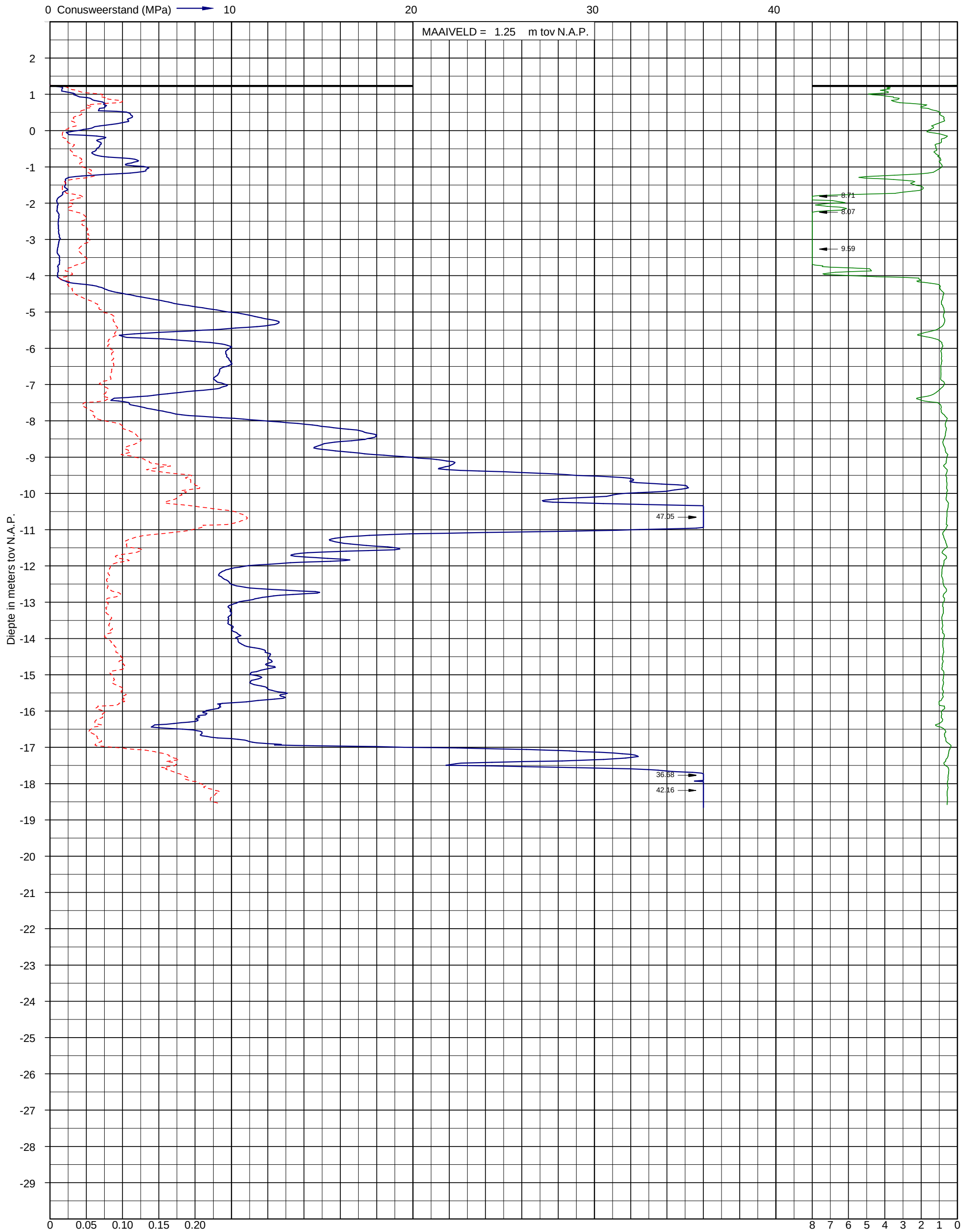
X: 70492,2
Y: 382715,1

Pagina: 1/1

Sondering DKM-95.S05

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

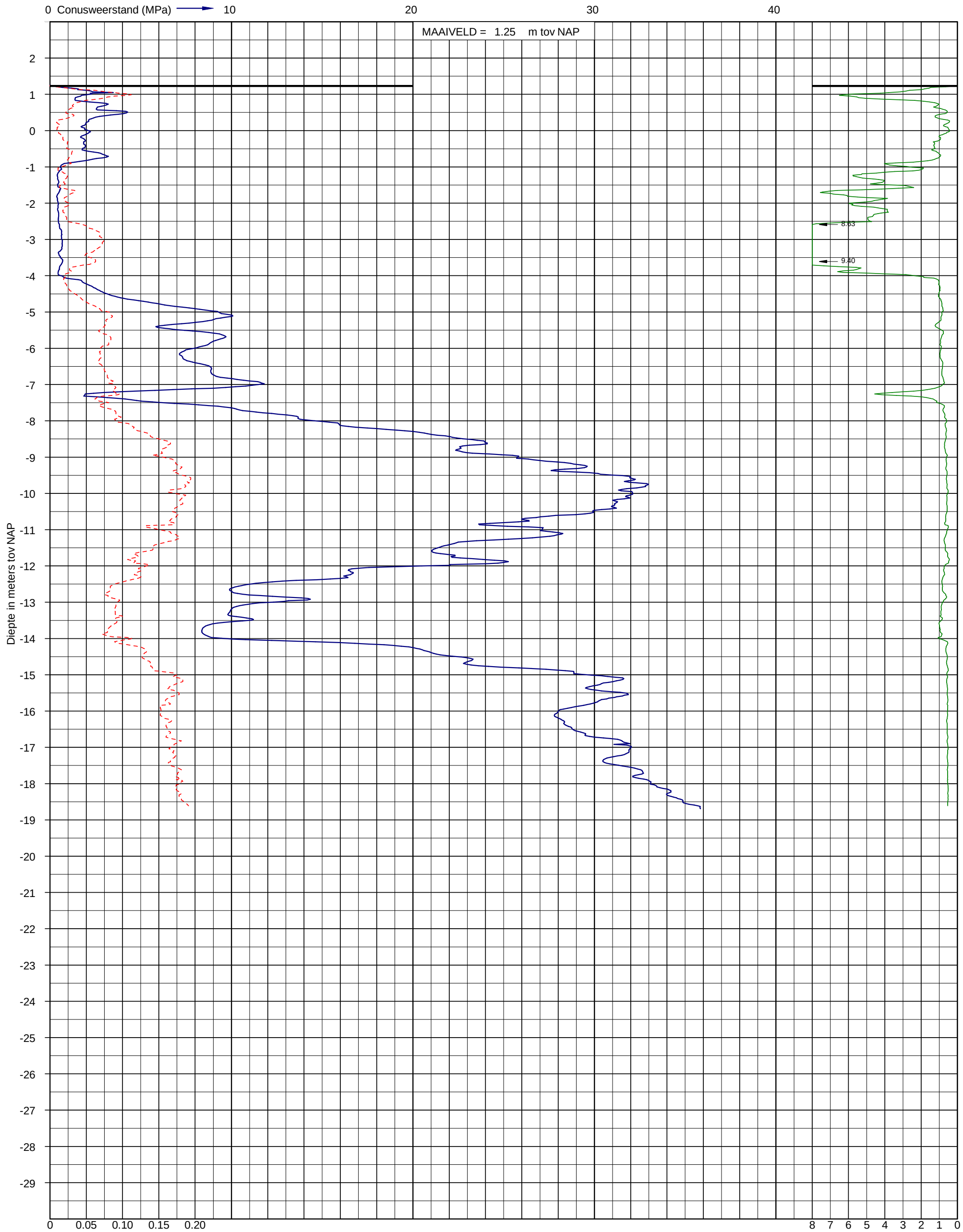
Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

X: 70485,3
Y: 382793,1

Sondering DKM-95.S06

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

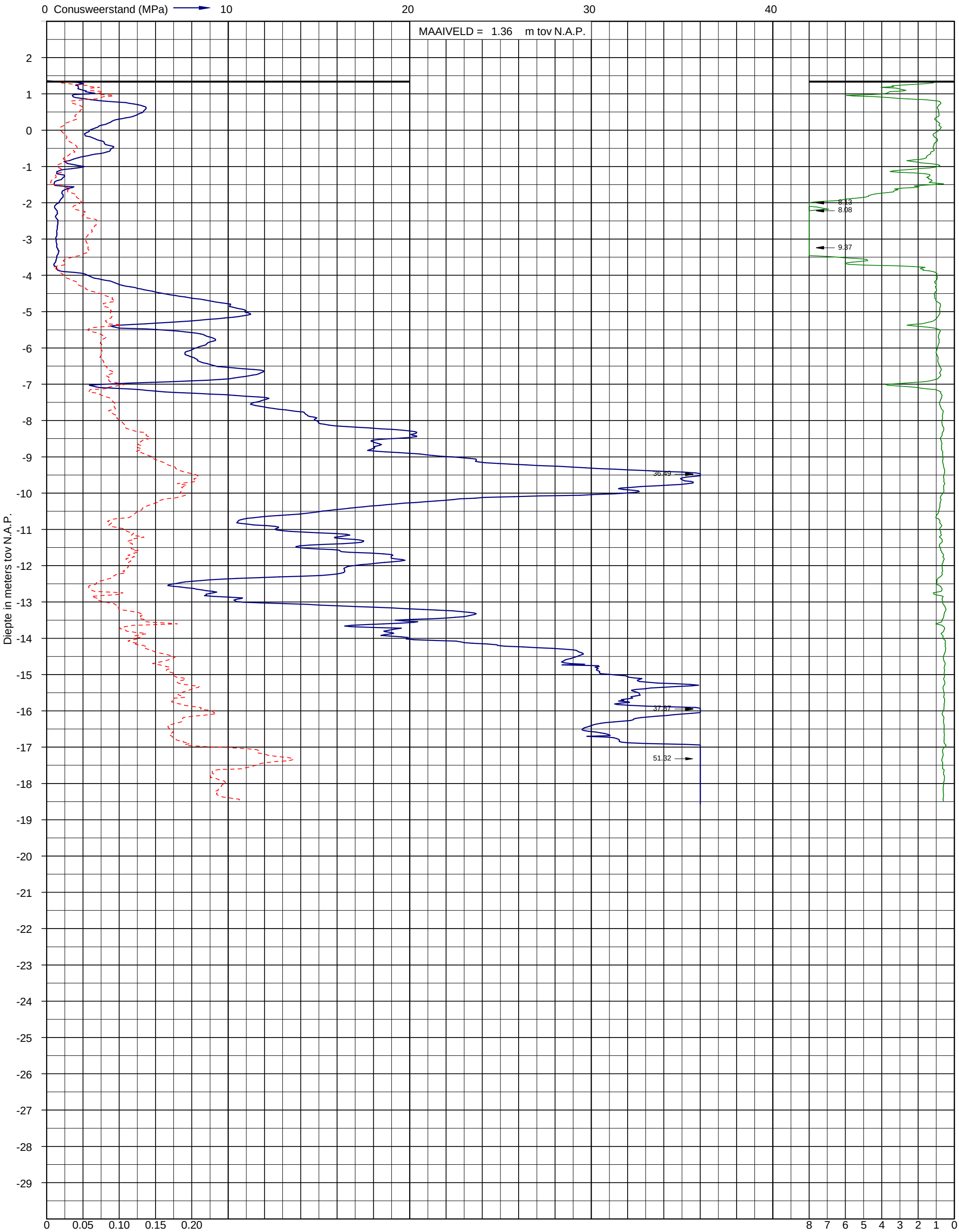
Uitvoerder:
Datum: 30-10-2012

X: 70386
Y: 382853

Pagina: 1/1

Sondering DKM-95.S07

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: S21-MVO
Datum: 30-10-2012

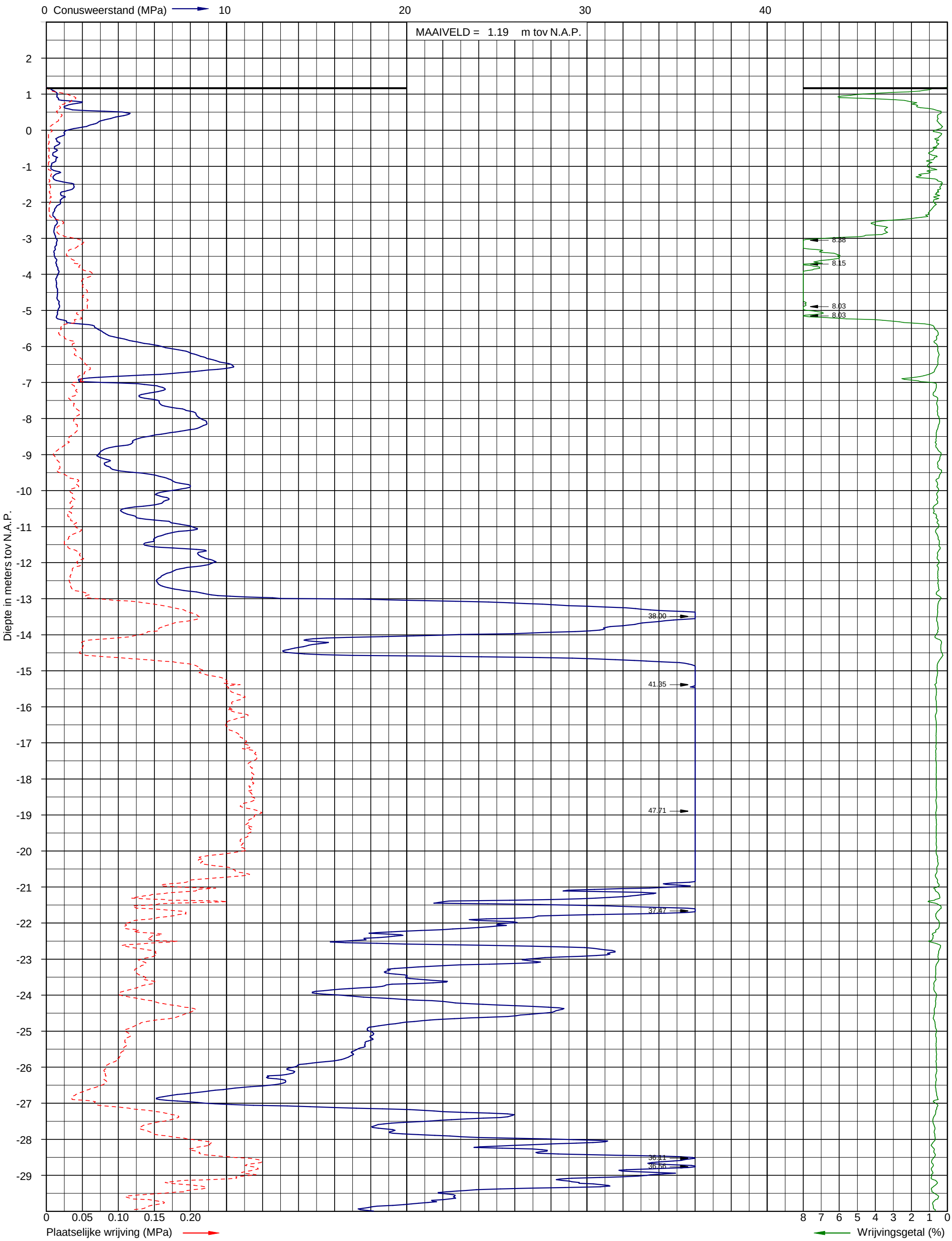
X: 70283,1
Y: 382905,7

Pagina: 1/1

Sondering DKM-95.S08

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



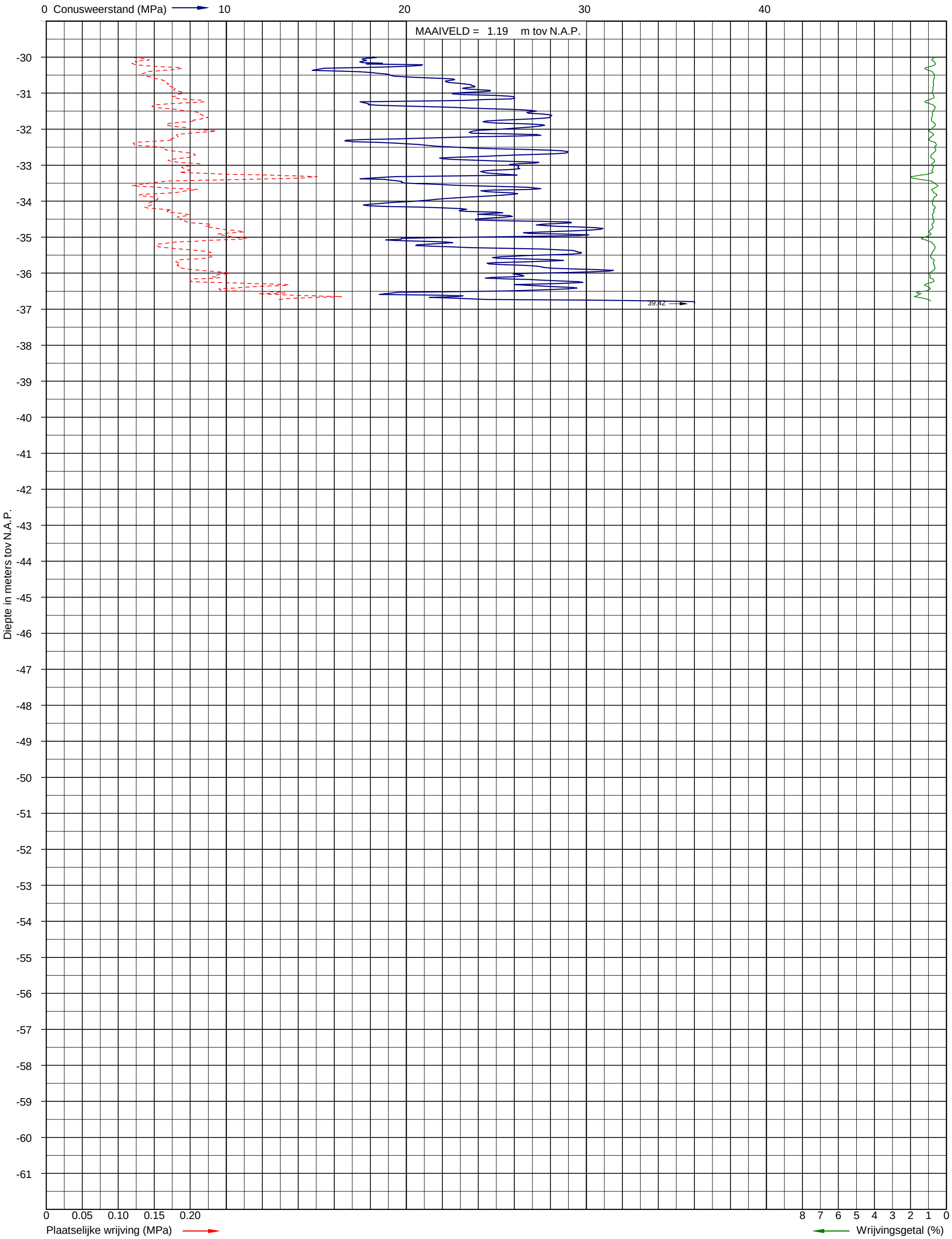
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 5-12-2012

X: 72593
Y: 382665

Sondering DKM-101.S01

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



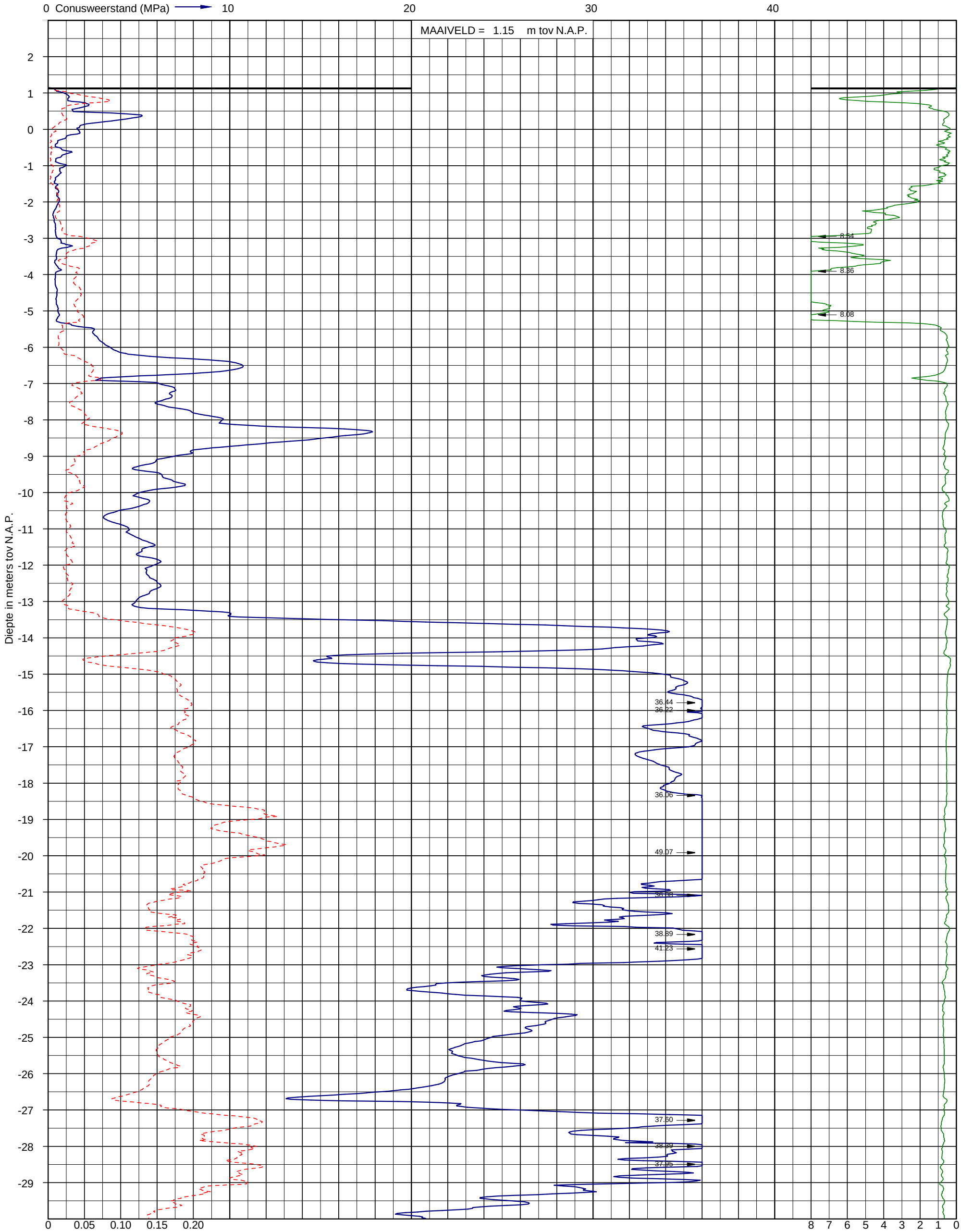
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 5-12-2012

X: 72593
Y: 382665

Sondering DKM-101.S01

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 5-12-2012

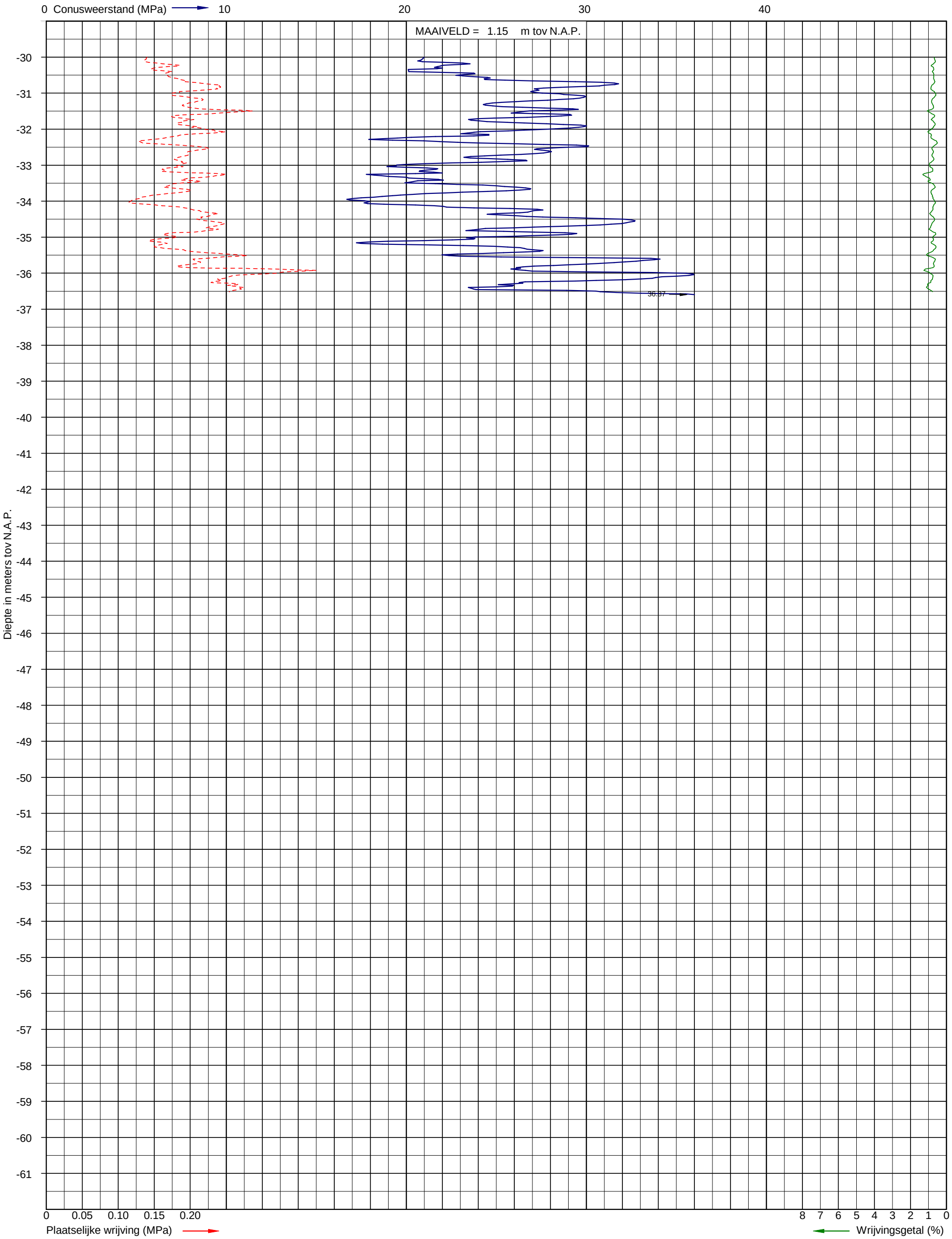
X: 72586
Y: 382668

Pagina: 1/2

Sondering DKM-101.S02

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



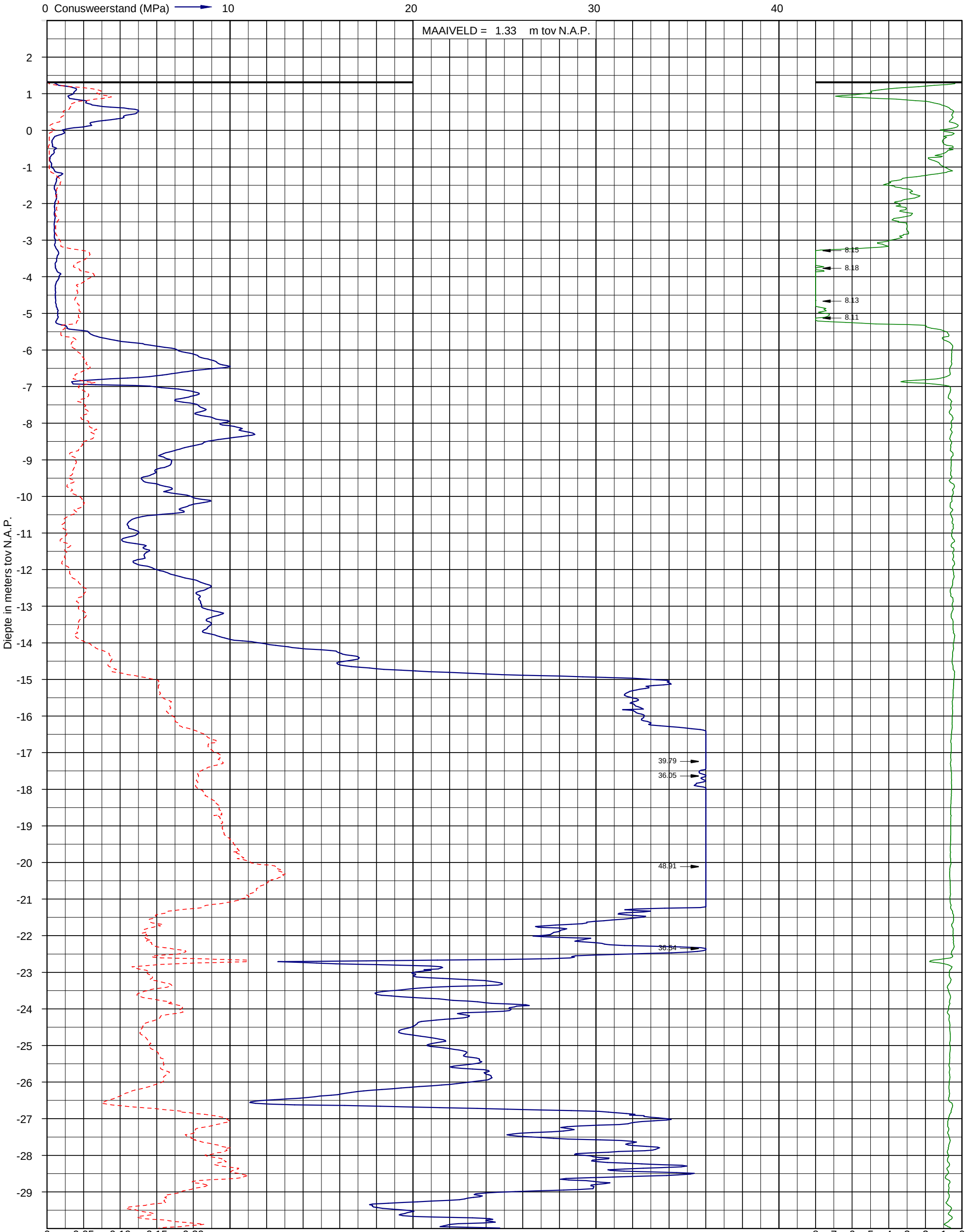
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 5-12-2012

X: 72586
Y: 382668

Sondering DKM-101.S02

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

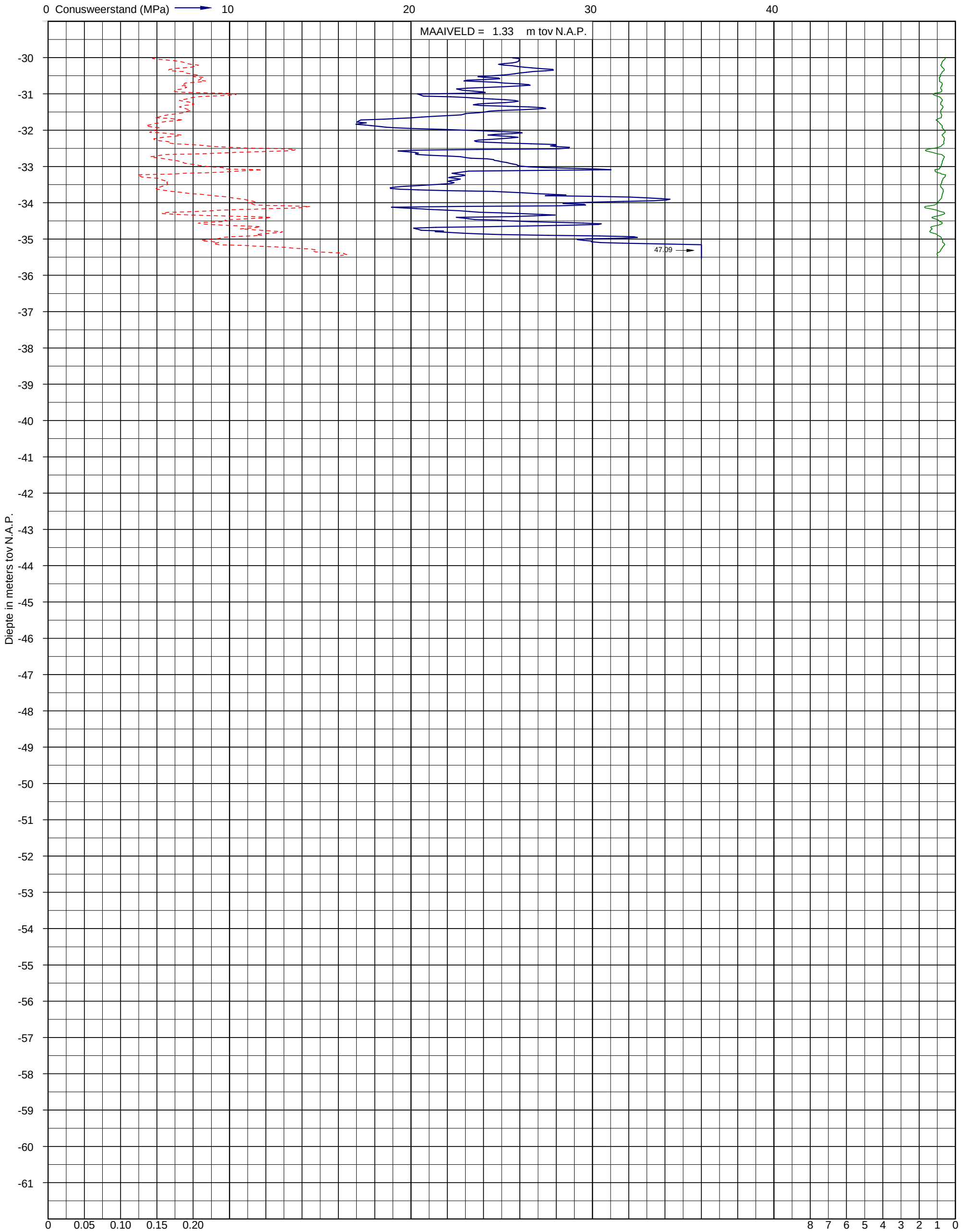
Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 5-12-2012

X: 72582
Y: 382642

Sondering DKM-101.S03

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



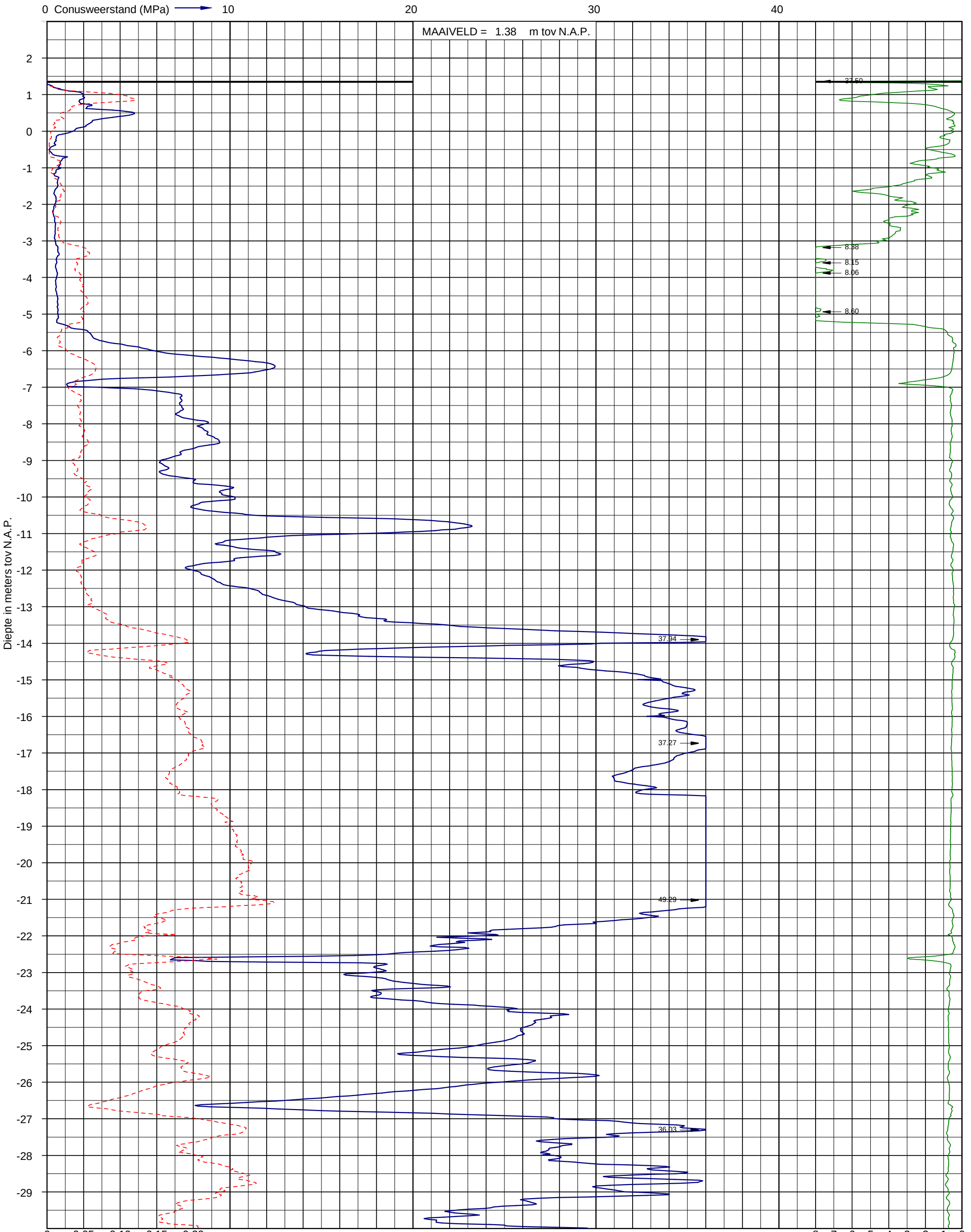
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 5-12-2012

X: 72582
Y: 382642

Sondering DKM-101.S03

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

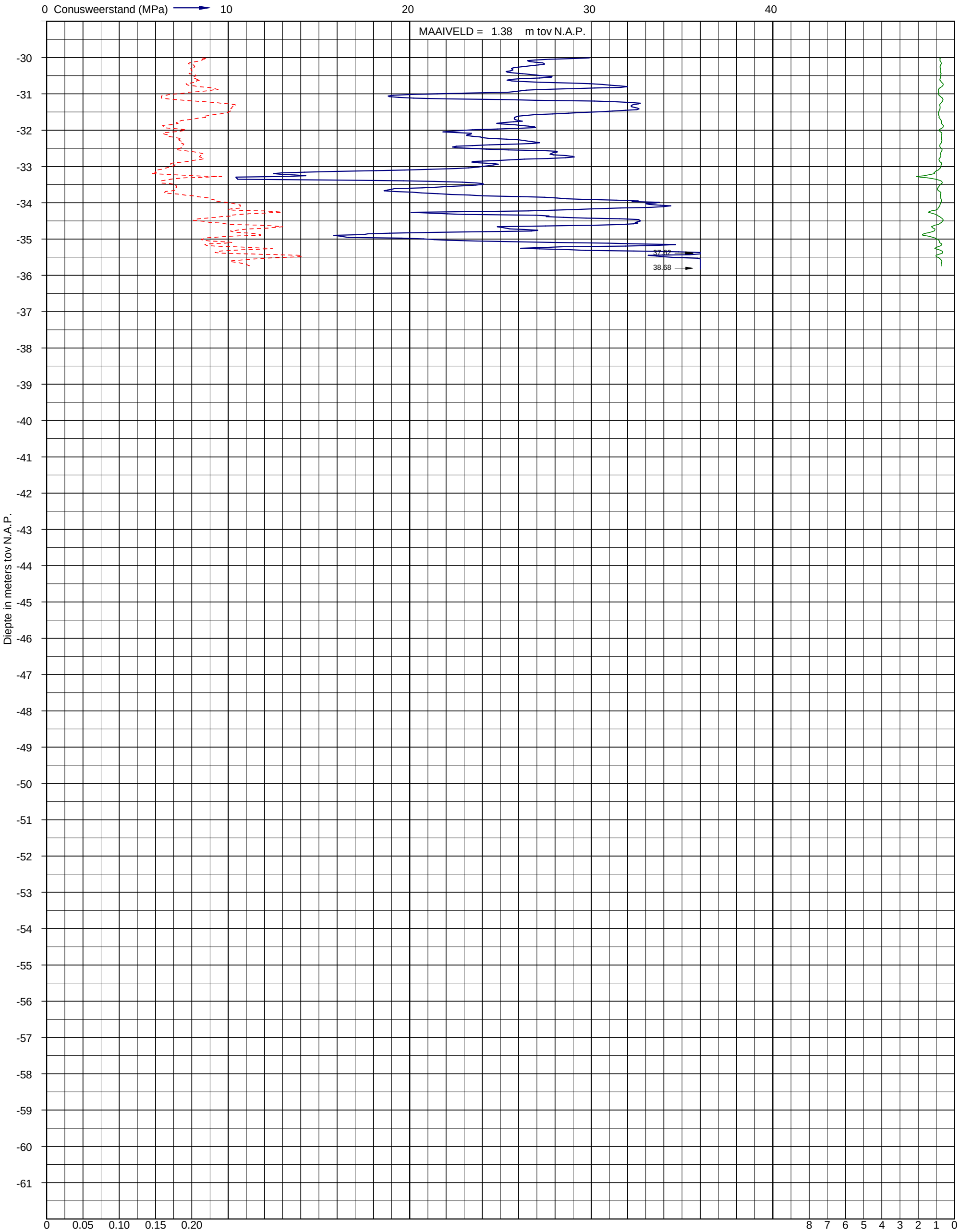
Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 5-12-2012

X: 72576
Y: 382646

Sondering DKM-101.S04

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



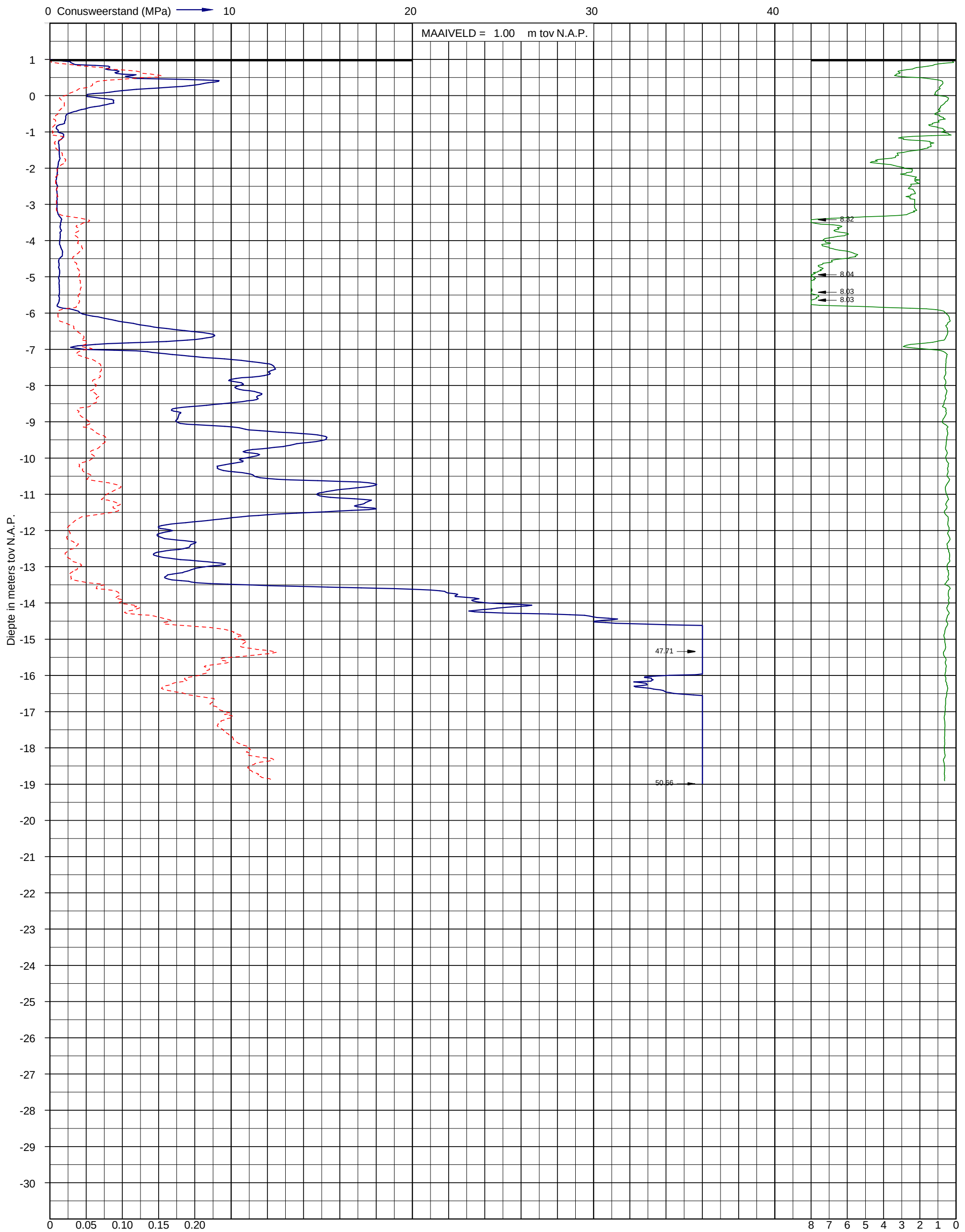
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 5-12-2012

X: 72576
Y: 382646

Sondering DKM-101.S04

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

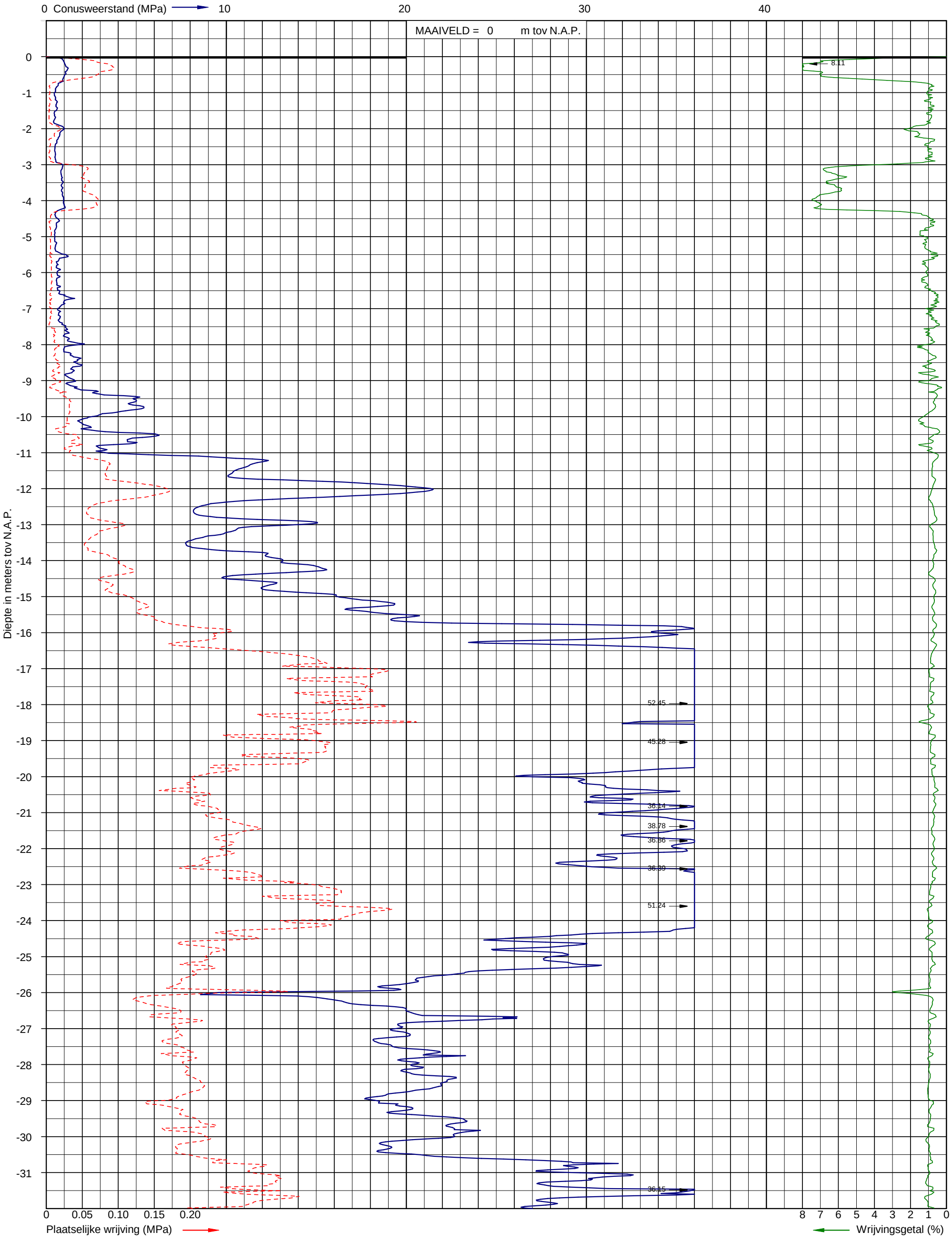
Uitvoerder: MVO-S21
Datum: 5-12-2012

X: 72699
Y: 382600

Sondering DKM-101.S05

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

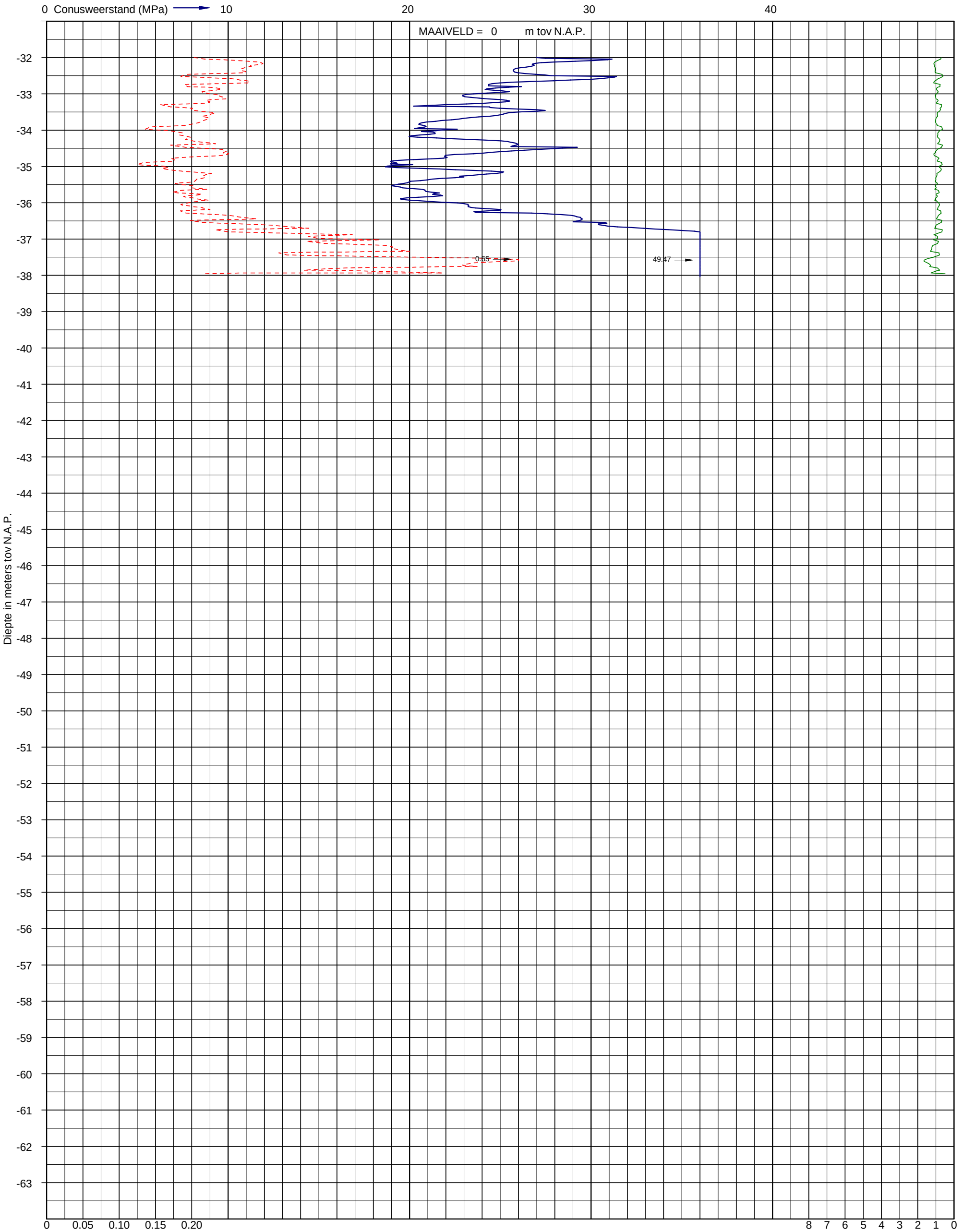
Uitvoerder: Jan
Datum: 13-12-2012

X:
Y:

Pagina: 1/2

Sondering DKM-81.S02

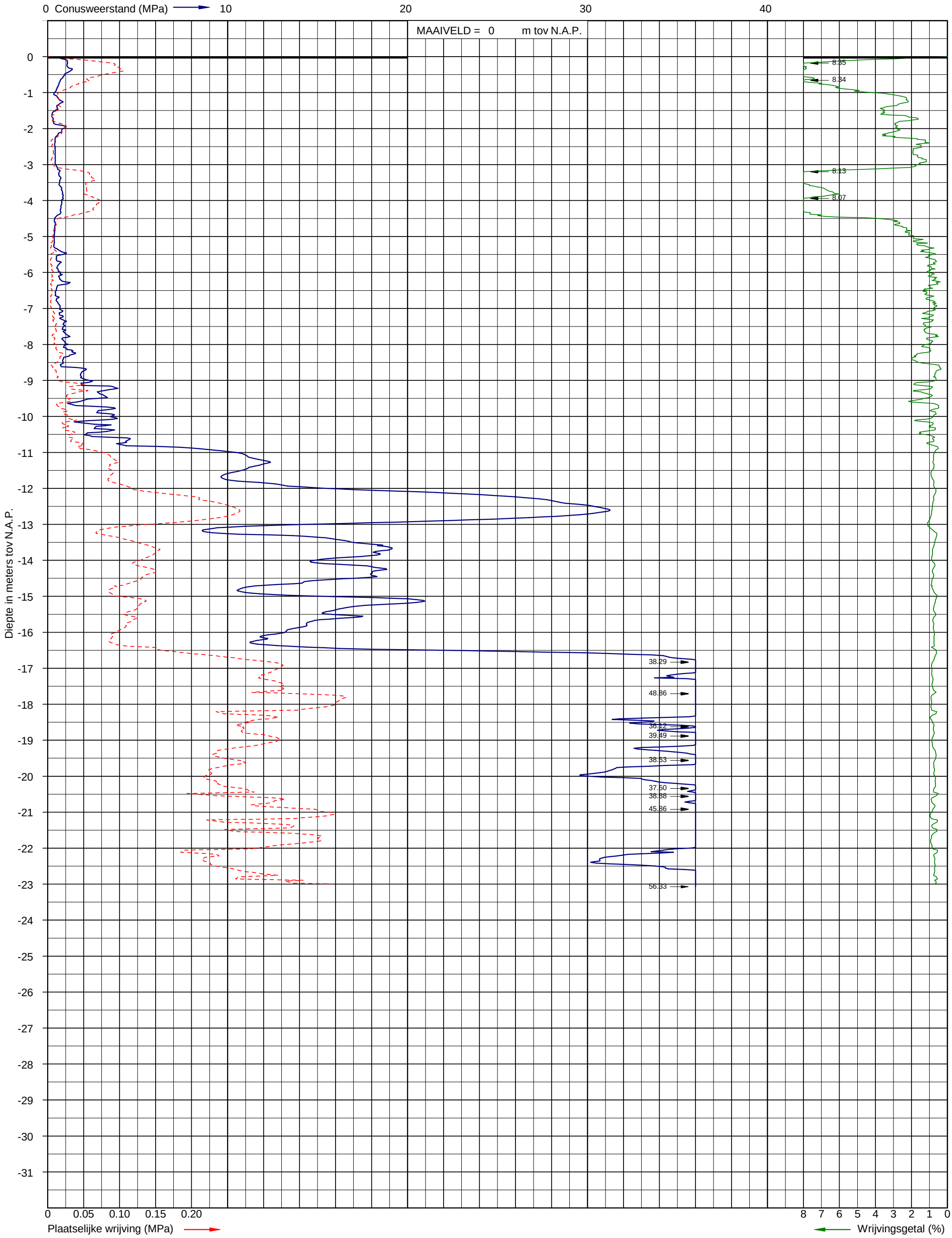
Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2
Uitvoerder: Jan
Datum: 13-12-2012
X:
Y:
Pagina: 2/2

Sondering DKM-81.S02

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2

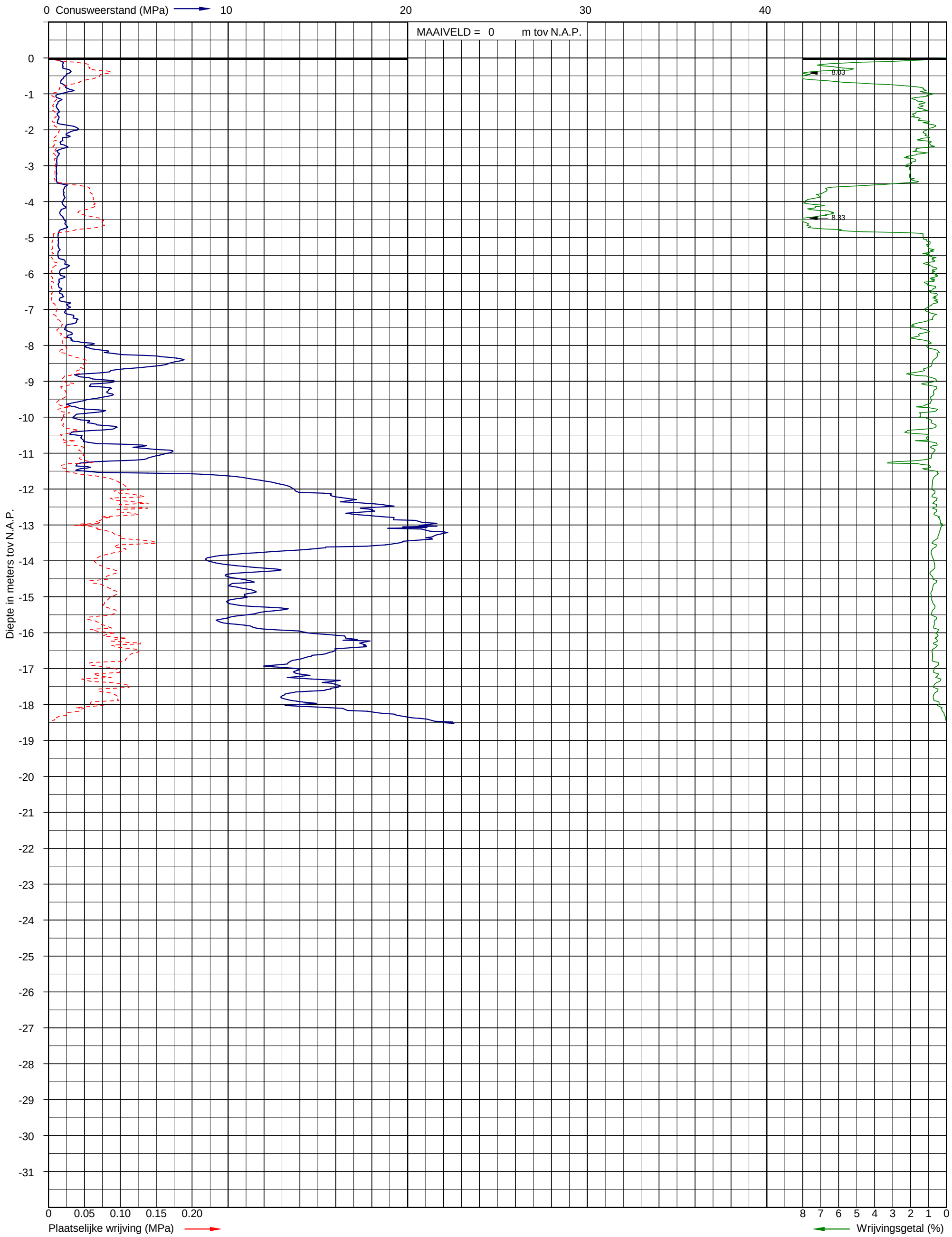
Uitvoerder: Jan
Datum: 13-12-2012

X:
Y:

Pagina: 1/1

Sondering DKM-81.S04

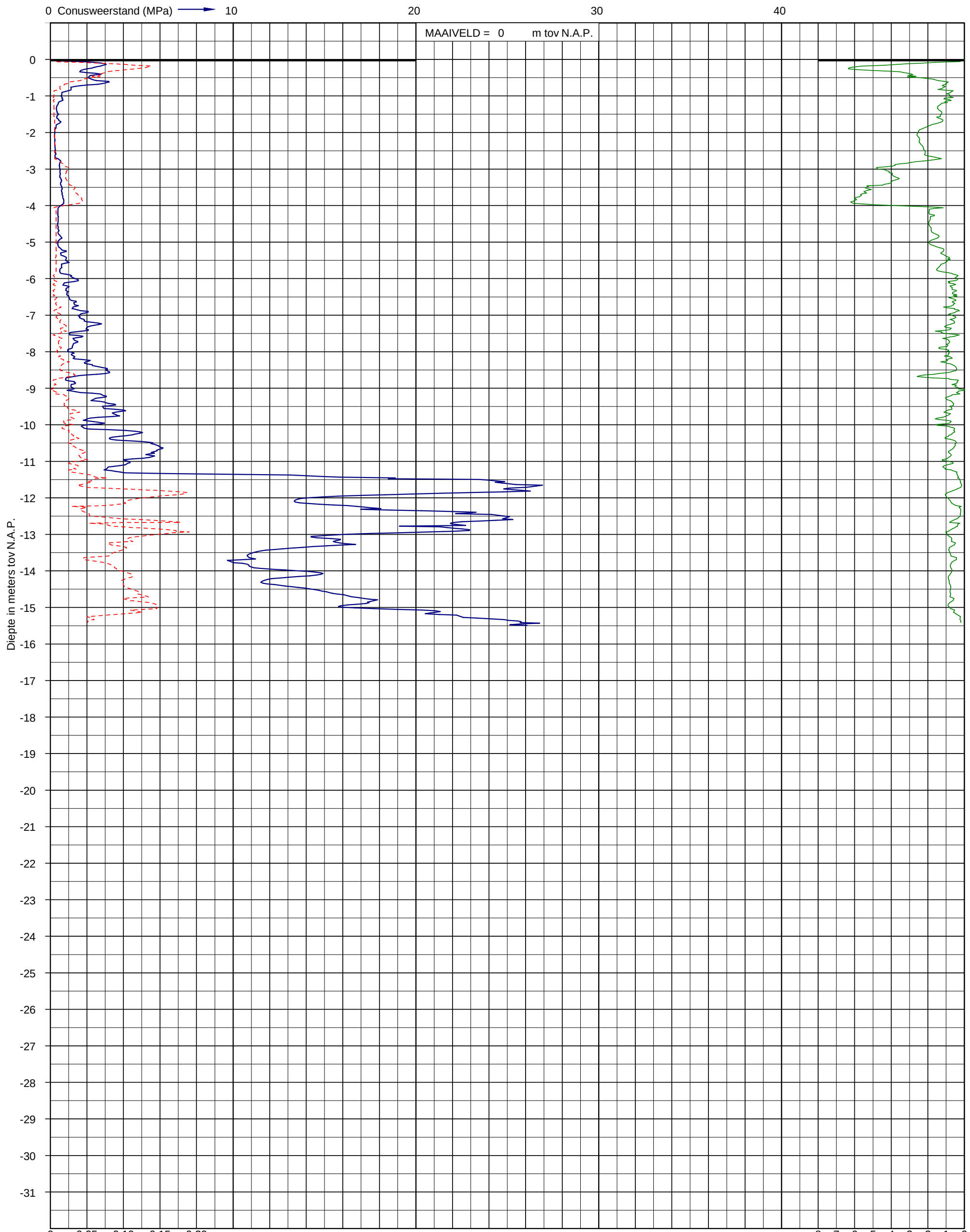
Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2
Uitvoerder: Jan
Datum: 13-12-2012
X:
Y:
Pagina: 1/1

Sondering DKM-81.S05

Opdracht: 02P001595
Project: Geotechnisch onderzoek aanleg hsp masten trace Borsele-Tilburg



Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2
Conusoppervlak 10 cm^2
Uitvoerder: Jan
Datum: 13-12-2012
X:
Y:
Pagina: 1/1

Sondering DKM-81.S06

TKT Projects & Engineering
Versterkerstraat 3a
Postbus 60051
1320 AB Almere

Funderingsadvies t.b.v.:

Tijdelijke steigerconstructie over Rijksweg A12 te Bleiswijk

In opdracht van:

Opgesteld door:	Ing. F.M. van den Broeke
Gezien:	Ing. S. Sansaar
Revisie:	0
Project:	0-10-0131
Datum:	15 juli 2010

TKT Projects & Engineering
Versterkerstraat 3a
Postbus 60051
1320 AB Almere

Inhoudsopgave:

1. Inleiding
2. Projectgegevens
    2.1 Algemeen
    2.2 Gegevens steiger
3. Onderzoek bodemopbouw
4. Bodemopbouw
    4.1 Hoogteligging
    4.2 Grondwater
    4.3 Beschrijving bodemopbouw
5. Funderingsontwerp
    5.1 Funderingstype
    5.2 Ontwerp fundering op staal
        5.2.1 Eisen ten aanzien van veiligheid (Uiterste grenstoestand)
        5.2.2 Eisen ten aanzien van bruikbaarheid (Bruikbaarheidstoestand 2)
    5.3 Aanlegniveau
    5.4 Draagkracht, zetting en vervorming

Bijlagen:

Sonderingsrapport firma Lankelma;
Berekening fundering onder steigerpoort noordzijde;
Berekening fundering over duiker noordzijde;
Berekening fundering onder steigerpoort zuidzijde;
Berekening fundering over duiker zuidzijde;
Berekening fundering onder steigerpoort zuidzijde in talud.

TKT Projects & Engineering
Versterkerstraat 3a
Postbus 60051
1320 AB Almere

1. Inleiding

Op verzoek van Spie Infra is ten behoeve van een te realiseren tijdelijke steiger over rijksweg A12 te Bleiswijk, welke dient als noodopvang van aan te brengen hoogspanningleidingen, een funderingsadvies opgesteld. Als uitgangspunt dienen de aangeleverde sonderingen met boorstaten van de firma Lankelma. Hierbij is voor de noordzijde gebruik gemaakt van sondering DKM1 en voor de zuidzijde van sondering DKM5.

Onder de steiger bevinden zich diverse type funderingen, alle verschillende situaties voor zowel de noordzijde als de zuidzijde zijn berekend.

TKT Projects & Engineering
Versterkerstraat 3a
Postbus 60051
1320 AB Almere

2. Projectgegevens

Algemeen

De steiger zal gefundeerd worden d.m.v. een prefabbetonfunderingen op 'staal'.

Gegevens steiger

Zie rapport "Ingenieur- & Sachverständigen-Burö für den Gerüstbau dd. 13 juli 2010 voor de steiger aan de noordzijde en het rapport "Ingenieur- & Sachverständigen-Burö für den Gerüstbau dd. 14 juni 2010 voor de steiger aan de zuidzijde

TKT Projects & Engineering
Versterkerstraat 3a
Postbus 60051
1320 AB Almere

3. Onderzoek bodemopbouw

Het bodemonderzoek is uitgevoerd door middel van een diepsondering. De sondering is uitgevoerd volgens NEN 5140, gebruik makend van een elektrische kleefmantelconus waarbij zowel de conusweerstand als de plaatselijk wrijving continu is gemeten en geregistreerd.

Op basis van de conusweerstand en wrijvingsweerstand is bepaald welke grondsoort op een bepaalde diepte wordt aangetroffen. De eerste 1,2 tot 1,8 mtr van de sondering is d.m.v. een handboring voorgeboord. Hierdoor zijn in het eerste deel geen grondgegevens in de sondering opgenomen. Lankelma heeft de uit de boring vrijgekomen grond separaat geanalyseerd en in het rapport verwerkt. De bij deze grondsoort(en) behorende parameters zijn door TKT handmatig in de analyse van de sondering ingevoerd alvorens de berekening uit te voeren. In de bijlage waarin de draagkracht van de fundering wordt berekend is dit zichtbaar gemaakt.

De sondeergrafieken en het boorprofiel is als bijlage toegevoegd.

De waterpassing van de sondeerpunten en het boorpunt is uitgevoerd ten opzichte van NAP.

De ligging van de sondeerpunten is weergegeven op de situatietekening.

Voor het talud zijn geen grondgegevens bekend. Uit informatie verkregen van Ballast Nedam en Spie Infra is bekend dat het talud bestaat uit een pakket schoon en zeer dicht gepakt zand. Voor de berekening van het talud is een aangepaste grondanalyse van sondering DKM 5 gemaakt waarin een pakket van 2 mtr verdicht zand is toegevoegd.

TKT Projects & Engineering
Versterkerstraat 3a
Postbus 60051
1320 AB Almere

4. Bodemopbouw

Hoogteligging

De sondering is uitgevoerd ter plekke van de te plaatsen steiger. De hoogteligging is hierbij vastgesteld vanaf maaiveld (DKM 1= -2,10 mtr. NAP en DKM 5 = -0,62 mtr. NAP).

Grondwater

Ten tijde van het grondonderzoek werd grondwater aangetroffen. Er wordt op gewezen dat deze waarneming een momentopname is en dat afhankelijk o.a. het jaargetijde het grondwaterniveau zal variëren.

Beschrijving bodemopbouw.

Als bijlage is een omschrijving gegeven van de bodemopbouw op basis van de sondering.

5. Funderingsontwerp

Funderingstype

De steiger wordt gefundeerd d.m.v. prefabfunderingselementen op staal. Afhankelijk van het situatie is de afmeting en het type van het funderingselemente bepaald.

Ontwerp fundering op staal

Aan de hand van informatie wordt het bouwproject, volgens NEN 6740, art. 6.2.3, ingedeeld in de geotechnische catergorie 2 (GC 2).

Dit rapport is verder gebaseerd op de "Berekeningsmethode voor funderingen op staal" – NEN 6744 waarbij het ontwerp dient te voldoen aan de eisen van veiligheid en bruikbaarheid.

5.2.1 Eisen ten aanzien van veiligheid (Uiterste grenstoestand)

Nagegaan dient te worden of er voldoende veiligheid bestaat tegen het optreden van bezwijkmechanismen (uiterste grenstoestanden) in de ondergrond en voor de constructie als geheel.
Voor de onderhavige situatie betreft het te toetsten bezwijkmechanisme: het bezwijken van het funderingselement en de ondergrond onder invloed van de vanuit de constructie optredende belasting.

Voor de funderingselementen welke in het talud worden aangebracht zijn aanvullende berekeningen gemaakt volgens NEN 6744, artikel 5.2.3.2 waarin factoren voor de reductie van de toelaatbare grondspanning worden bepaald.

5.2.2. Eisen ten aanzien van bruikbaarheid (Bruikbaarheidstoestand 2)

Wanneer er sprake is van een te grote vervorming van de constructie (bijvoorbeeld zakking of rotatie, dan kan dit leiden tot ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten. De vervormingseisen dienen te worden vast gesteld en getoetst middels de in dit rapport bepaalde last- en zakkingsgegevens.

TKT Projects & Engineering
Versterkerstraat 3a
Postbus 60051
1320 AB Almere

Bijlage 1:

- Geotechnische rapport Lankelma;

Opdrachtgever:	**Ballast Nedam Engineering** **Postbus 1555** **3430 BN Nieuwegein**
Rapportkenmerk:	**EMO/VN-30389**
Status rapport :	**Definitief**
Datum rapport :	**16 juni 2010**

Geotechnisch onderzoek
HSM jukken in Bleiswijk

Lankelma Geotechniek Almelo B.V.
Einsteinstraat 12a
7601 PR ALMELO
Tel: 0546 - 532074
Fax: 0546 - 531659
E-mail: info@lankelma-almelo.nl

Ingenieursbureau voor
geo- en funderingstechniek

"onderzoek, metingen en advies voor vastgoed, bouw, bodem en milieu"

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1
2 Veldwerkzaamheden 2
2.1 Sonderingen 2
2.2 Handboringen / voorboringen 2
2.3 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte 2
3 Resultaten 3
3.1 Bijzonderheden tijdens de uitvoering 3
3.2 Sonderingen 3
3.3 Handboringen / voorboringen 3
3.4 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte 3

Bijlagen:
1) Situatietekening met sondeer- en boorlocaties
2) Sondeergrafieken
3) Boorstaten

Auteur rapport:	Dhr. E. Morsink	Paraaf:	Datum: 16 juni 2010
Kwaliteitscontrole:	Dhr. G.J. Bremmer	Paraaf:	Datum: 16 juni 2010

1 INLEIDING

In opdracht van Ballast Nedam Engineering is een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd aan de HSM jukken in Bleiswijk.

Aanleiding voor het onderzoek is de aanleg van de jukken voor de nieuwe hoogspanningslijnen.

Het onderzoek is gebaseerd op de door de opdrachtgever verstrekte situatietekening. De tekening is ontvangen per mail 29 april 2010.

Voorliggend rapport presenteert het onderzoeksprogramma (hoofdstuk 2) en de resultaten van het onderzoek (hoofdstuk 3).

2 VELDWERKZAAMHEDEN

2.1 Sonderingen

Tijdens het grondonderzoek, dat is uitgevoerd op 26 mei 2010, zijn in totaal 5 sonderingen tot een diepte van maximaal 20 m - maaiveld verricht (DKM1 t/m DKM5). Bij de sonderingen (DKM1 t/m DKM5) is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke mantelwrijving gemeten. De sonderingen zijn weergegeven op de situatietekening in bijlage 1.

De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische conus overeenkomstig de norm NEN 5140. Met de elektrische conus vindt een meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. Zodoende is een beeld verkregen van zowel de vastheid van de grond als van de aanwezige grondsoorten. De verhouding tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, geeft beneden de grondwaterstand namelijk een indicatie van de aangetroffen grondsoort. Het wrijvingsgetal is het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de conusweerstand en geeft een indicatie van de laagopbouw weer, zie onderstaande tabel.

Tabel 1: Indicatie van de grondsoorten op basis van het wrijvingsgetal

Grondsoort	Wrijvingsgetal (%)
grind en grof zand	0,2 - 0,6
zand	0,6 - 1,2
silt, leem, löss	1,2 - 4,0
klei	3,0 - 5,0
potklei	5,0 - 7,0
veen	5,0 - 10,0

2.2 Handboringen / voorboringen

Ter plaatse van de sonderingen (DKM1 t/m DKM4) zijn tevens handboringen (B1 t/m B4) uitgevoerd ten behoeve van de classificatie van de grond en bepaling van de grondwaterstand. De opgeboorde grond is geclassificeerd conform NEN 5104. De situering van de handboringen is eveneens op de situatietekening in bijlage 1 weergegeven.

2.3 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte

De onderzoekspunten zijn in het terrein uitgezet in RD-coördinaten. De RD-coördinaten en de NAP-hoogte zijn ingemeten met een 06-GPS-unit met een maximale afwijking van 2 à 3 cm.

3 RESULTATEN

3.1 Bijzonderheden tijdens de uitvoering

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden waren er geen beperkingen of bijzonderheden.

3.2 Sonderingen

De sondeerresultaten zijn grafisch weergeven in bijlage 2, waarbij het maaiveld is uitgezet ten opzichte van NAP.

3.3 Handboringen / voorboringen

Het resultaat is gepresenteerd op de boorprofielbeschrijving in bijlage 3.

De grondwaterstanden zijn opgenomen in onderstaande tabel. Afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de bodem bestaat de mogelijkheid dat het grondwater zich tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zich niet volledig heeft ingesteld. De gemeten grondwaterstand is een momentopname en is onder andere afhankelijk van lokale omstandigheden en het jaargetijde.

Tabel 2: Grondwaterstand

Handboring	Grondwaterstand (in m –mv)
1	niet aangetroffen
2	niet aangetroffen
3	niet aangetroffen
4	0.95

3.4 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte

De inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen bedoeld om de bodemopbouw te refereren aan NAP en zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

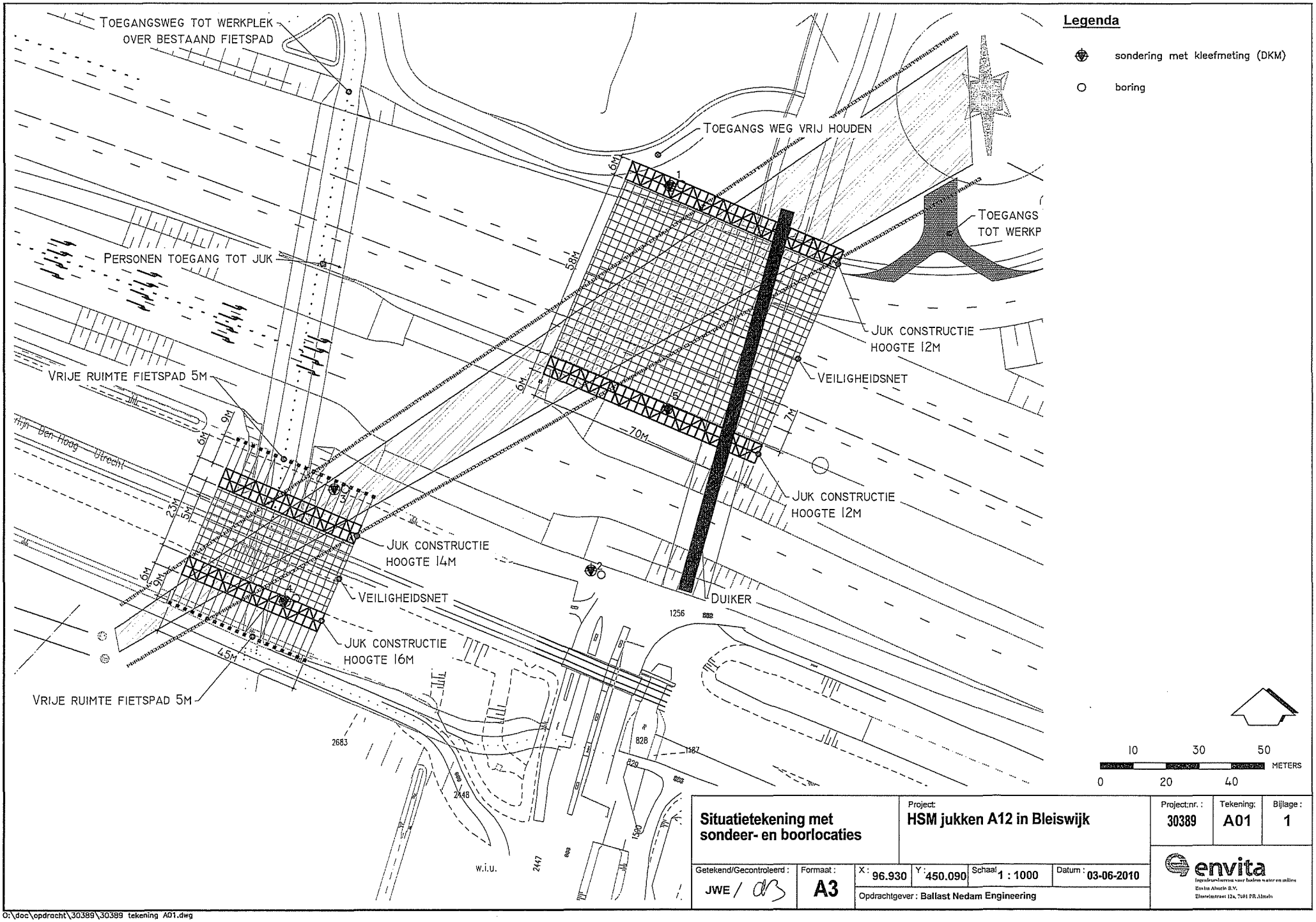
Tabel 3: Coördinaten en NAP-hoogte

sondering	X-coördinaat	Y-coördinaat	Maaiveldhoogte (t.o.v. NAP)
DKM1	96977.278	450157.197	-2,10
DKM2	96953.044	450039.844	-4,64
DKM3	96874.547	450064.783	-0,79
DKM4	96859.480	450030.657	-0,42
DKM5	96976.155	450089.040	-0.62

De onderzoekslocaties zijn ingemeten middels een GPS-unit

BIJLAGE 1

Situatietekening met sondeer- en boorlocaties



Situatietekening met sondeer- en boorlocaties	Project: HSM jukken A12 in Bleiswijk	Project:nr.: 30389	Tekening: A01	Bijlage: 1
Getekend/Gecontroleerd: JWE /	Formaat: A3	X: 96.930 Y: 450.090 Schaal 1 : 1000 Datum: 03-06-2010		
		Opdrachtgever: Ballast Nedam Engineering		

envita
Ingenieursbureau voor bodem water en milieu
Envita Almelo B.V.
Einsteinstraat 12a, 7601 PR Almelo

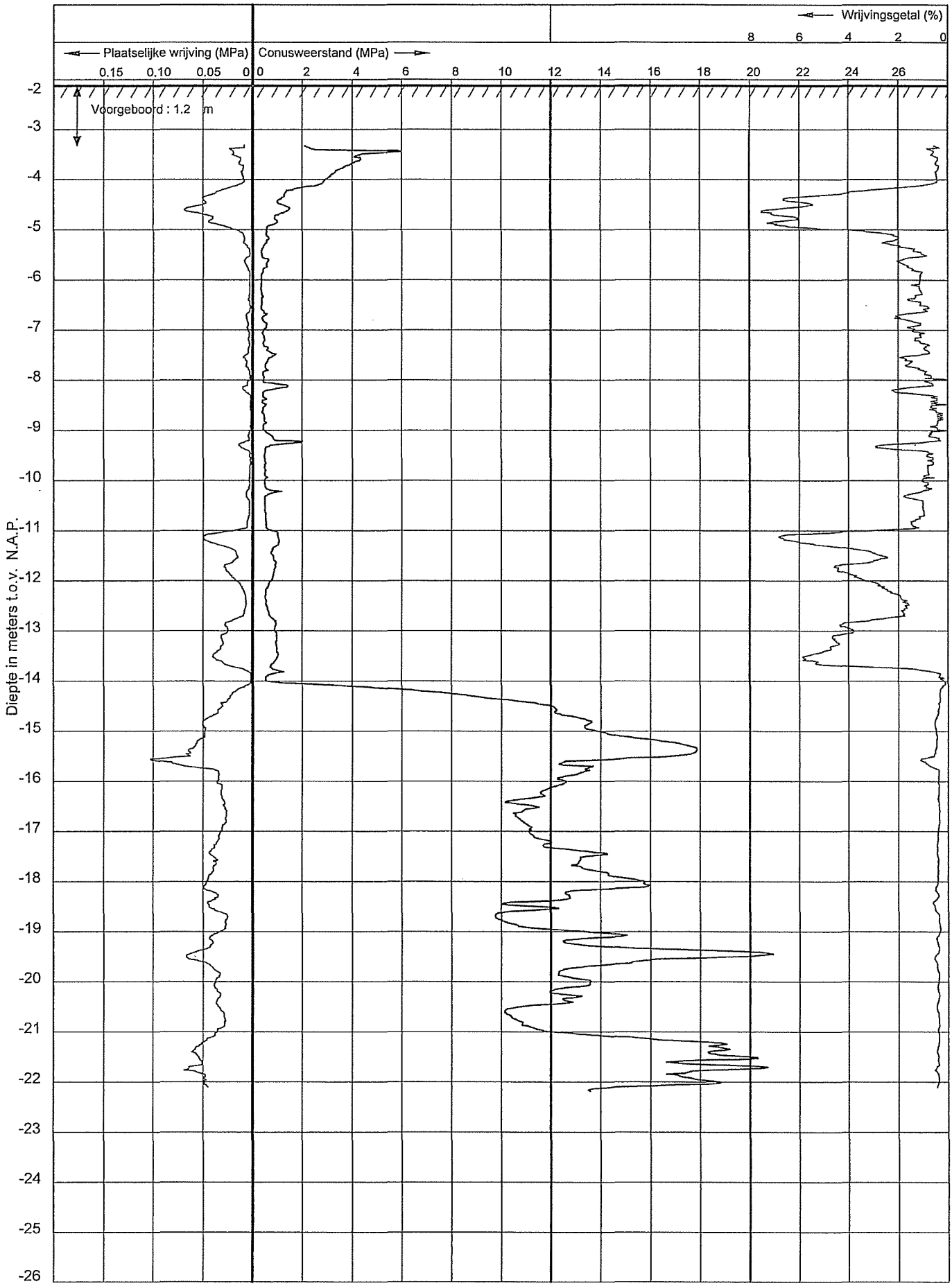
O:\doc\opdracht\30389\30389 tekening A01.dwg

BIJLAGE 2

Sondeergrafieken

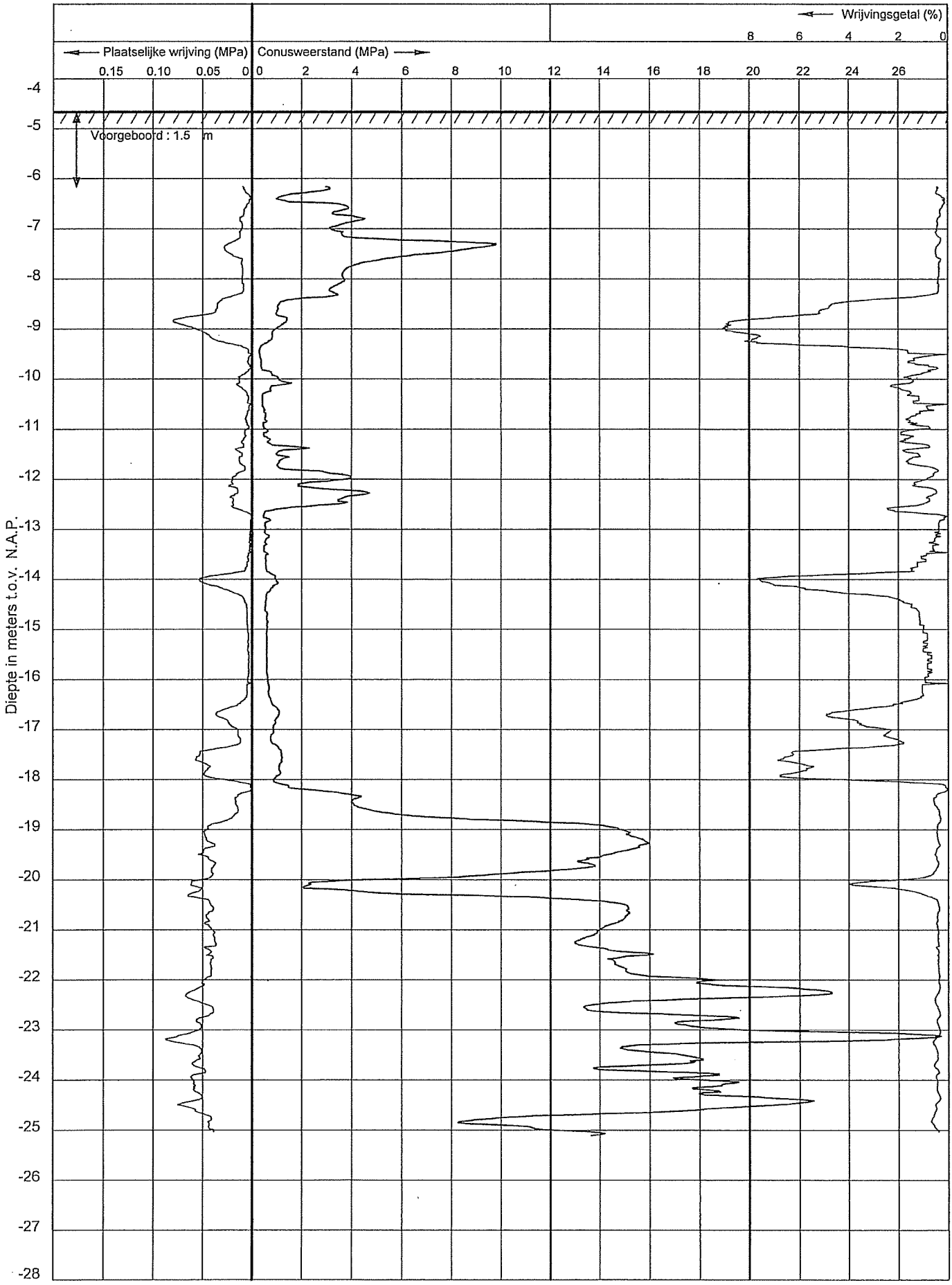
LANKELMA
INGENIEURSBUREAU
Einsteinstraat 12a, 7601 PR Almelo
Tel: 0546-532 074 Fax: 0546-531 659

Werknummer	:	30389	Datum	:	26-5-2010
Sondering	:	DKM1	Conus	:	CF-10 070608
Plaats	:	Bleiswijk	Opp. punt	:	1000 mm^2
Project omschrijving:		HSM jukken A12 in Bleiswijk	Maaiveld	:	-2.10 m. t.o.v. N.A.P.
Opdrachtgever	:	Ballast Nedam Engineering	Sondering volgens NEN 5140 klasse 2		



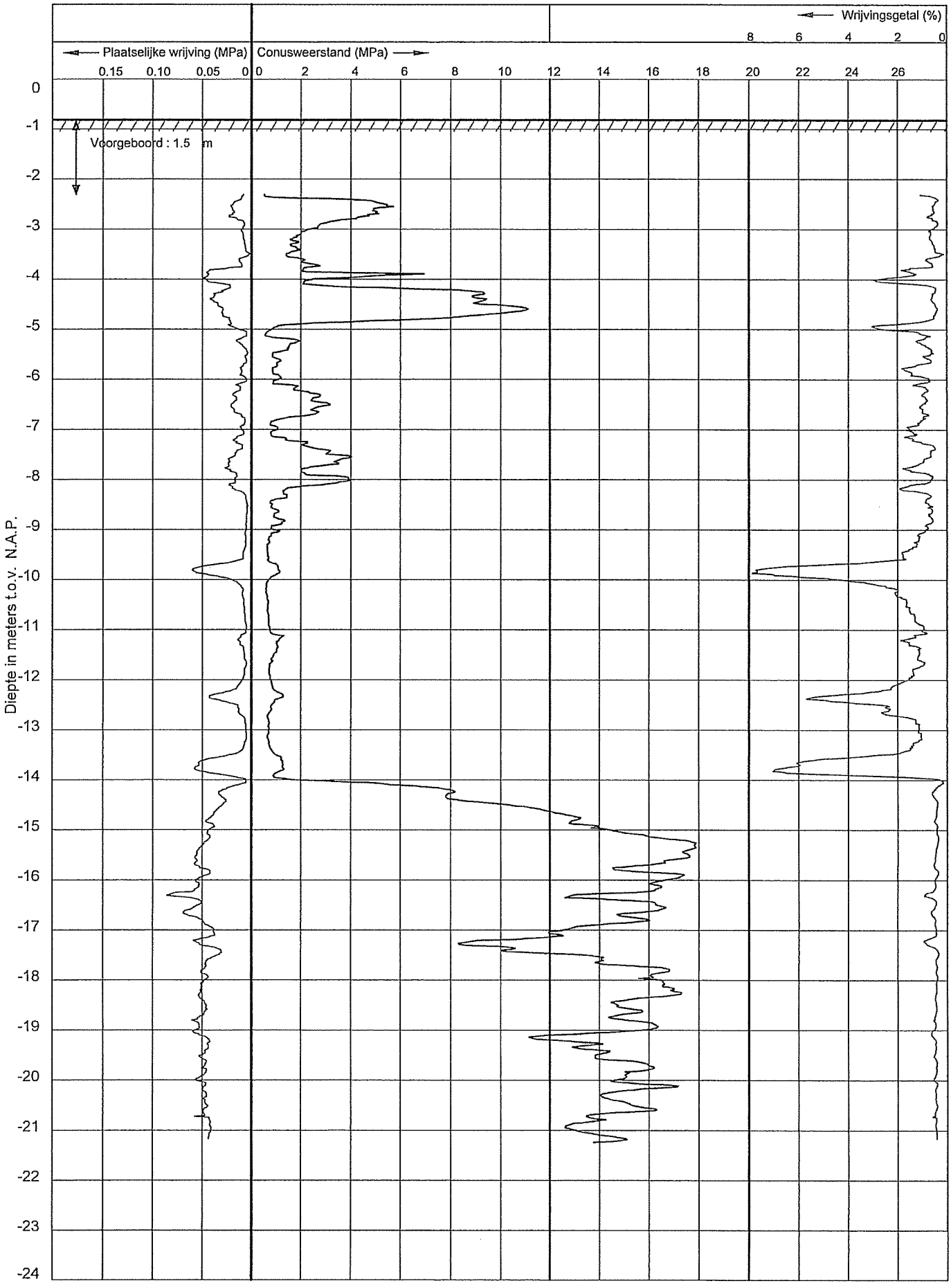
LANKELMA INGENIEURSBUREAU
Einsteinstraat 12a, 7601 PR Almelo
Tel: 0546-532 074 Fax: 0546-531 659

Werknummer	:	30389	Datum	:	26-5-2010
Sondering	:	DKM2	Conus	:	CF-10 070608
Plaats	:	Bleiswijk	Opp. punt	:	1000 mm^2
Project omschrijving:		HSM jukken A12 in Bleiswijk	Maaiveld	:	-4.64 m. t.o.v. N.A.P.
Opdrachtgever	:	Ballast Nedam Engineering	Sondering volgens NEN 5140 klasse 2		



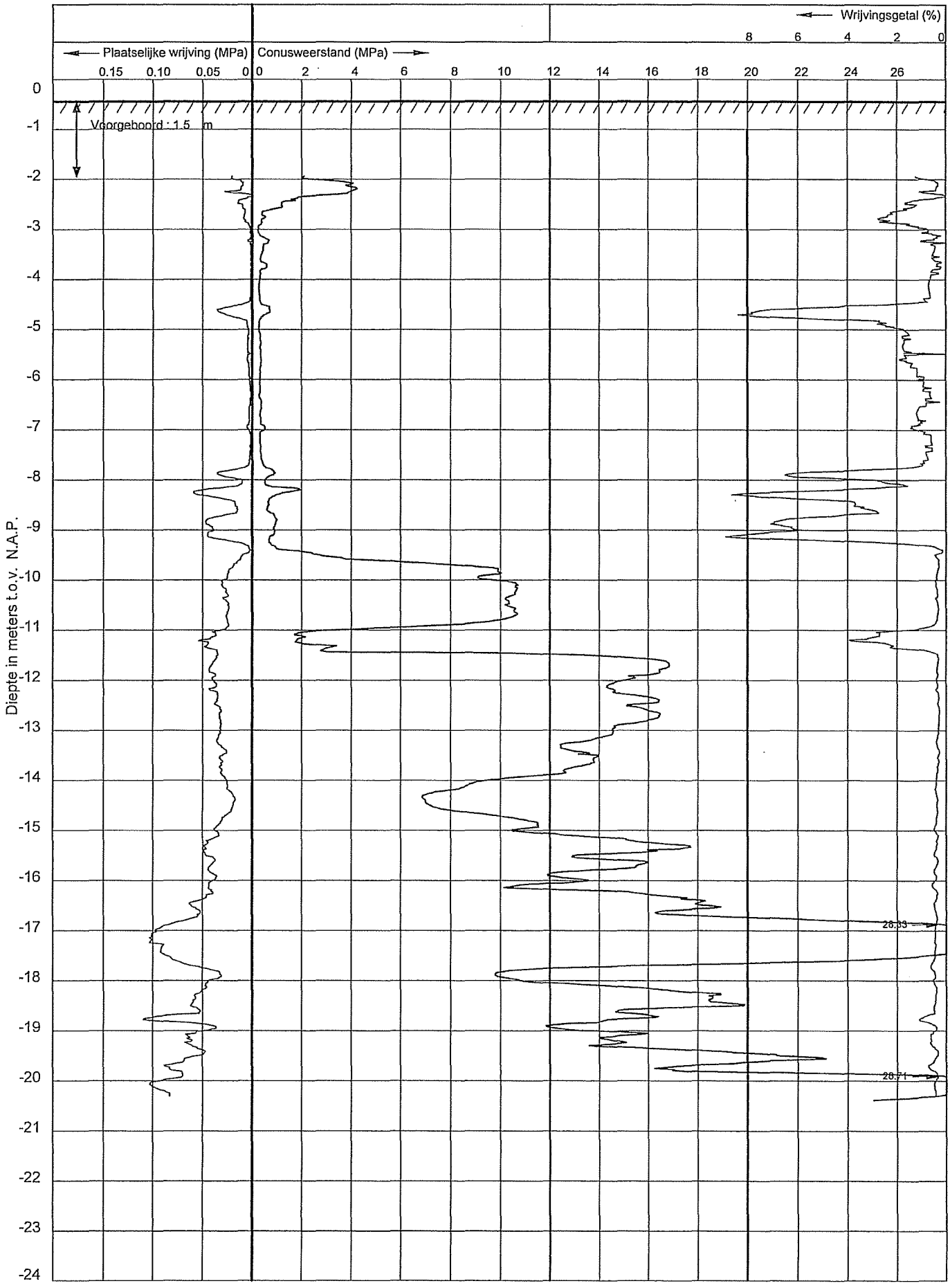
LANKELMA INGENIEURSBUREAU
Einsteinstraat 12a, 7601 PR Almelo
Tel: 0546-532 074 Fax: 0546-531 659

Werknummer	:	30389	Datum	:	26-5-2010
Sondering	:	DKM3	Conus	:	CF-10 070608
Plaats	:	Bleiswijk	Opp. punt	:	1000 mm²
Project omschrijving:		HSM jukken A12 in Bleiswijk	Maaiveld	:	-0.79 m. t.o.v. N.A.P.
Opdrachtgever	:	Ballast Nedam Engineering	Sondering volgens NEN 5140 klasse 2		



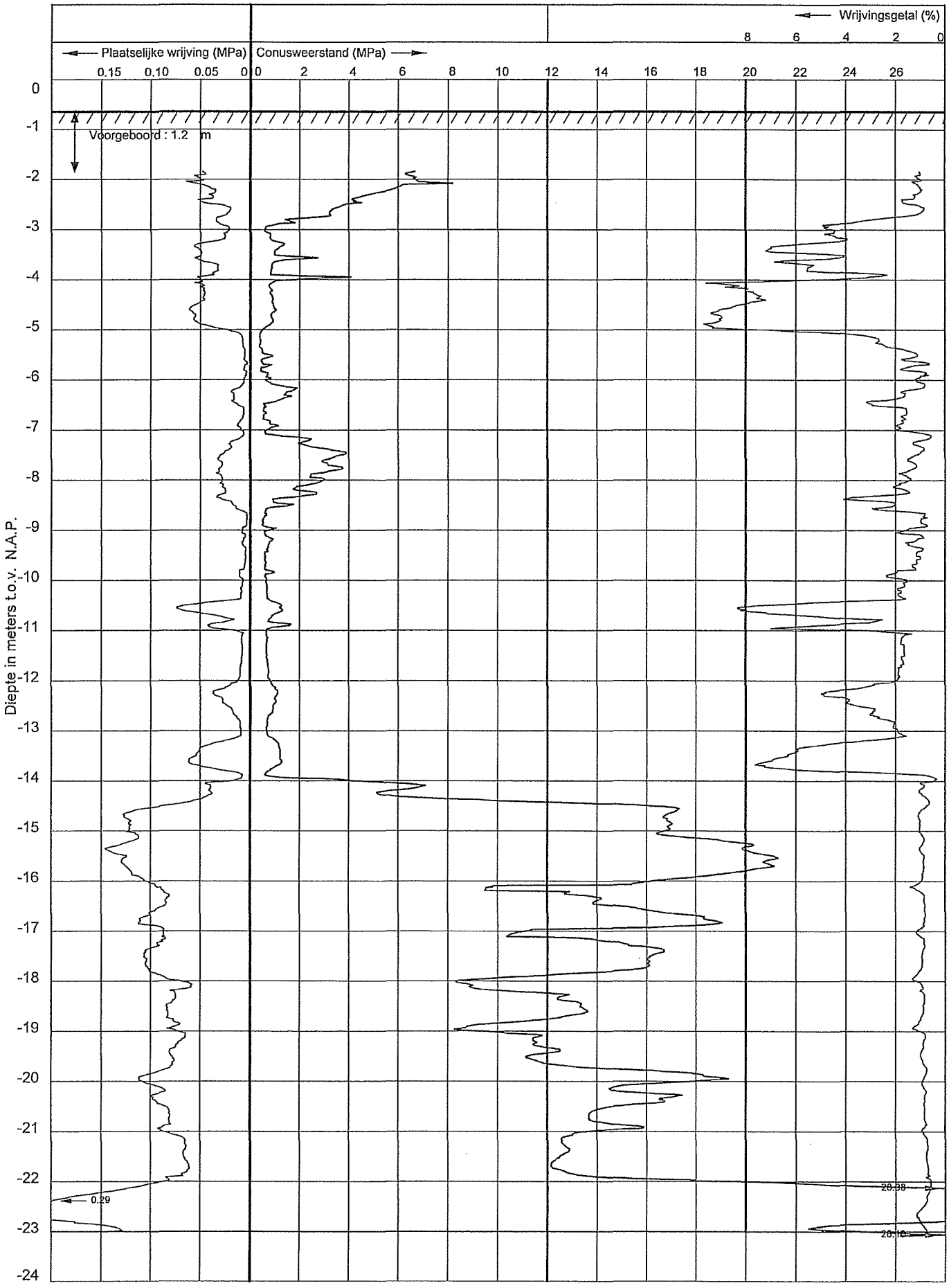
LANKELMA
INGENIEURSBUREAU
Einsteinstraat 12a, 7601 PR Almelo
Tel: 0546-532 074 Fax: 0546-531 659

Werknummer	:	30389	Datum	:	26-5-2010
Sondering	:	DKM4	Conus	:	CF-10 070608
Plaats	:	Bleiswijk	Opp. punt	:	1000 mm²
Project omschrijving:		HSM jukken A12 in Bleiswijk	Maaiveld	:	-0.42 m. t.o.v. N.A.P.
Opdrachtgever	:	Ballast Nedam Engineering	Sondering volgens NEN 5140 klasse 2		



LANKELMA INGENIEURSBUREAU
Einsteinstraat 12a, 7601 PR Almelo
Tel: 0546-532 074 Fax: 0546-531 659

Werknummer	:	30389	Datum	:	11-6-2010
Sondering	:	DKM5	Conus	:	CF-10 081203
Plaats	:	Bleiswijk	Opp. punt	:	1000 mm²
Project omschrijving:		HSM jukken A12 in Bleiswijk	Maaiveld	:	-0.62 m. t.o.v. N.A.P.
Opdrachtgever	:	Ballast Nedam Engineering	Sondering volgens NEN 5140 klasse 2		



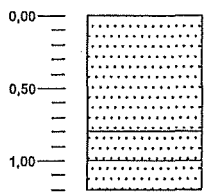
BIJLAGE 3

Boorstaten

LANKELMA
INGENIEURSBUREAU

Voorboring 1

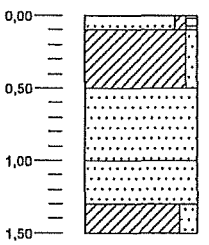
Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -2,1
GWS: cm -mv



-2,10	Zand, matig grof, zwak puinhoudend, grijsgeel
-2,90	
-3,10	Zand, matig grof, matig puinhoudend, donkergrijs
-3,30	Zand, matig grof, zwak puinhoudend, grijs

Voorboring 2

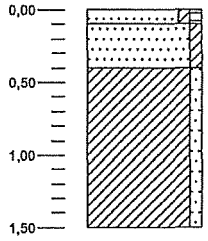
Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -4,64
GWS: cm -mv



-4,64	
-4,74	Zand, matig grof, zwak kleïg, zwak humeus, zwak puinhoudend, geelbruin
-5,14	Klei, zwak zandig, bruingrijs
	Zand, matig grof, bruingeel
-5,64	
-5,94	Zand, matig grof, zwak puinhoudend, bruingrijs
-6,14	Klei, matig zandig, bruingeel

Voorboring 3

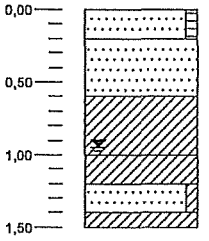
Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,79
GWS: cm -mv



-0,79	
-0,89	Zand, matig grof, zwak kleïg, zwak humeus, zwak puinhoudend, grijsbruin
-1,19	Zand, matig grof, zwak kleïg, grijsbruin
	Klei, zwak zandig, grijs
-2,29	

Voorboring 4

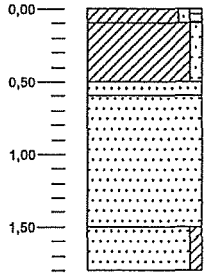
Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,42
GWS: 95 cm -mv



-0,42	
-0,62	Zand, matig grof, zwak humeus, zwak puinhoudend, grijsbruin
	Zand, matig grof, grijs
-1,02	
	Klei, matig veenhoudend, donkerbruin
-1,42	
-1,62	Klei, grijs
-1,82	Zand, matig grof, zwak kleïg, donkergrijs
-1,92	Klei, donkergrijs

Voorboring 5

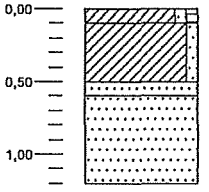
Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,62
GWS: cm -mv



-0,62	
-0,72	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak puinhoudend, grijsbruin
	Klei, zwak zandig, grijsbruin
-1,12	
-1,22	Zand, matig grof, zwak puinhoudend, bruingrijs
	Zand, matig grof, grijs
-2,12	
-2,42	Zand, matig grof, zwak kleïg, zwak puinhoudend, donkerbruin

Voorboring 6

Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,62
GWS: cm -mv



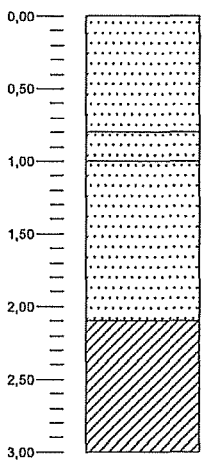
-0,62	
-0,72	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak puinhoudend, grijsbruin
	Klei, zwak zandig, grijsbruin
-1,12	
-1,22	Zand, matig grof, matig puinhoudend, grijsbruin
	Zand, matig grof, grijs
-1,82	

Projectnummer: 30389
Projectomschrijving: HSM jukken in Bleiswijk
Schaal: 1 : 50
Volgens NEN5104

LANKELMA
INGENIEURSBUREAU

Boring 1

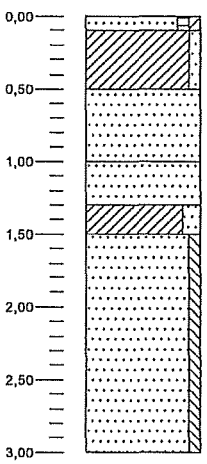
Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -2,1
GWS: cm -mv



-2,10 Zand, matig grof, zwak puinhoudend, grijsgeel
-2,90
-3,10 Zand, matig grof, matig puinhoudend, donkergrijs
Zand, matig grof, zwak puinhoudend, grijs
-4,20 Klei, grijs
-5,10

Boring 2

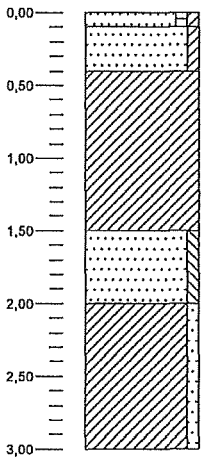
Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -4,64
GWS: cm -mv



-4,64
-4,74 Zand, matig grof, zwak humeus, zwak kleïg, zwak puinhoudend, grijsbruin
-5,14 Klei, zwak zandig, bruingrijs
Zand, matig grof, bruingeel
-5,64
Zand, matig grof, zwak puinhoudend, bruingrijs
-5,94 Klei, matig zandig, bruingeel
-6,14 Zand, zeer fijn, zwak sillig, grijs
-7,64

Boring 3

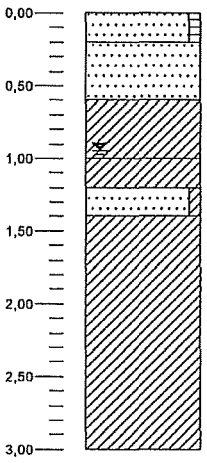
Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,79
GWS: cm -mv



-0,79
-0,89 Zand, matig grof, zwak humeus, zwak kleïg, zwak puinhoudend, grijsbruin
-1,19 Zand, matig grof, zwak kleïg, grijsbruin
Klei, zwak zandhoudend, grijs
-2,29 Zand, uiterst fijn, zwak sillig, geel
-2,79 Klei, zwak zandig, grijs
-3,79

Boring 4

Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,42
GWS: 95 cm -mv

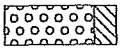


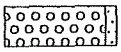
-0,42
-0,62 Zand, matig grof, zwak humeus, zwak puinhoudend, grijsbruin
Zand, matig grof, grijs
-1,02 Klei, matig veenhoudend, donkerbruin
-1,42 Klei, grijs
-1,62 Zand, matig grof, zwak kleïg, donkergrijs
-1,82 Klei, donkergrijs
-3,42

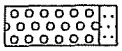
Projectnummer: 30389
Projectomschrijving: HSM jukken in Bleiswijk
Schaal: 1 : 50
Volgens NEN5104

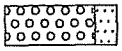
Legenda (conform NEN 5104)

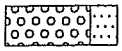
grind


Grind, siltig

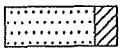

Grind, zwak zandig


Grind, matig zandig


Grind, sterk zandig

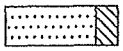

Grind, uiterst zandig

zand


Zand, kleïig

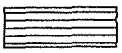

Zand, zwak siltig

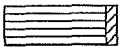

Zand, matig siltig

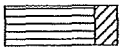

Zand, sterk siltig

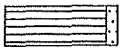

Zand, uiterst siltig

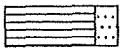
veen


Veen, mineraalarm


Veen, zwak kleïig


Veen, sterk kleïig

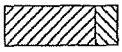

Veen, zwak zandig

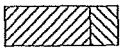

Veen, sterk zandig

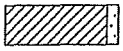
klei

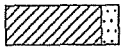

Klei, zwak siltig

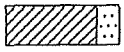

Klei, matig siltig


Klei, sterk siltig


Klei, uiterst siltig


Klei, zwak zandig


Klei, matig zandig

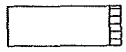

Klei, sterk zandig

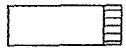
leem

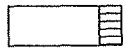

Leem, zwak zandig

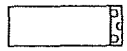

Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

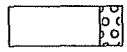

zwak humeus


matig humeus


sterk humeus


zwak grindig


matig grindig


sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

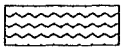

geroerd monster

ongeroerd monster

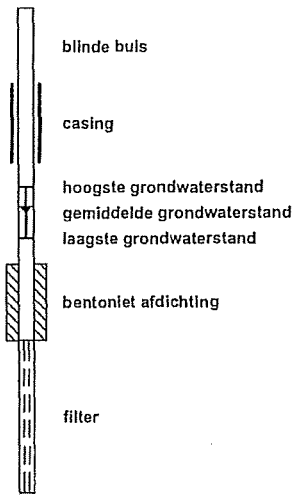
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand


slib


water

peilbuis



TKT Projects & Engineering
Versterkerstraat 3a
Postbus 60051
1320 AB Almere

Bijlage 2:

- Geotechnische berekening funderingselement op staal onder poten steiger noordzijde;
- FEM berekening van prefab betonfunderingselement;

Fundering op staal
Fundering onder steiger Noordzijde A12

grondopbouw (uit analyse op basis van conuswaarden) regio: standaard instellingen

nr	naam	bijmengsel	cons.	van	tot	γ_{dr}	γ_{sat}	c'	f_{undr}	ϕ'	$\delta_{\sigma v;k}'$	$\sigma_{v;k}'$	OCR
1	zand	schoon	matig	-2,10	-2,80	18,0	20,0	0,0	0,0	32,5	7,0	7,0	1
2	zand	sterk siltig/kleiig	--	-2,80	-3,45	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	6,5	13,5	1
3	zand	zwak siltig/kleiig	--	-3,45	-3,50	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	14,0	1
4	zand	sterk siltig/kleiig	--	-3,50	-4,25	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	7,5	21,5	1
5	leem	zwak zandig	vast	-4,25	-4,40	21,0	21,0	5,0	200,0	27,5	1,7	23,2	1
6	klei	zwak zandig	vast	-4,40	-4,45	20,0	20,0	25,0	120,0	22,5	0,5	23,7	1
7	klei	schoon	vast	-4,45	-4,50	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,5	24,1	1
8	leem	zwak zandig	vast	-4,50	-4,70	21,0	21,0	5,0	200,0	27,5	2,2	26,3	1
9	klei	schoon	vast	-4,70	-5,05	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	3,2	29,5	1
10	klei	schoon	matig	-5,05	-5,15	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	0,7	30,2	1
11	klei	schoon	vast	-5,15	-5,25	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	31,1	1
12	klei	schoon	matig	-5,25	-5,60	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	2,4	33,5	1
13	klei	schoon	vast	-5,60	-5,65	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,5	34,0	1
14	klei	schoon	matig	-5,65	-7,45	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	12,6	46,6	1
15	klei	schoon	vast	-7,45	-7,55	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	47,5	1
16	klei	schoon	matig	-7,55	-8,10	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	3,9	51,3	1
17	klei	schoon	vast	-8,10	-8,20	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	52,2	1
18	klei	schoon	matig	-8,20	-9,15	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	6,6	58,9	1
19	klei	schoon	vast	-9,15	-9,25	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	59,8	1
20	klei	zwak zandig	vast	-9,25	-9,30	20,0	20,0	25,0	120,0	22,5	0,5	60,3	1
21	klei	schoon	matig	-9,30	-11,05	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	12,3	72,5	1
22	klei	schoon	vast	-11,05	-11,30	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	2,2	74,8	1
23	klei	schoon	matig	-11,30	-13,95	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	18,6	93,3	1
24	klei	organisch	matig	-13,95	-14,05	15,0	15,0	0,0	25,0	15,0	0,5	93,8	1
25	klei	schoon	vast	-14,05	-14,10	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,4	94,2	1
26	zand	sterk siltig/kleiig	--	-14,10	-14,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	6,0	100,3	1
27	zand	zwak siltig/kleiig	--	-14,70	-15,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	9,0	109,3	1
28	zand	sterk siltig/kleiig	--	-15,60	-15,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	110,3	1
29	zand	zwak siltig/kleiig	--	-15,70	-15,75	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	110,8	1
30	zand	sterk siltig/kleiig	--	-15,75	-18,00	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	22,5	133,3	1
31	zand	zwak siltig/kleiig	--	-18,00	-18,15	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,5	134,8	1
32	zand	sterk siltig/kleiig	--	-18,15	-19,40	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	12,5	147,3	1
33	zand	zwak siltig/kleiig	--	-19,40	-19,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	2,0	149,3	1
34	zand	sterk siltig/kleiig	--	-19,60	-21,25	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	16,5	165,8	1
35	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,25	-21,30	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	166,3	1
36	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,30	-21,35	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	0,5	166,8	1
37	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,35	-21,40	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	167,3	1
38	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,40	-21,50	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	168,3	1
39	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,50	-21,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,0	169,3	1
40	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,60	-21,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	170,3	1
41	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,70	-21,80	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,0	171,3	1
42	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,80	-22,15	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	3,5	174,8	1
43	zand	sterk siltig/kleiig	--	-22,15	-23,15	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	10,0	184,8	1

algemene gegevens

sondering 30389_1-aangepast.SNX

maten ten opzichte van N.A.P.

maaiveld	-2,10	m	N.A.P.
grondwaterstand	0,00	m	N.A.P.
geotechnische categorie	GC2		

afmetingen funderingselement

strookbreedte	1,50	m	
strooklengte	1,50	m	
aanlegdiepte	-2,01	m	N.A.P.
maximale gronddekking	-0,09	m	

belastingen

uiterste grenstoestanden 1A, 1B	$F_{s;v;d}$	86,58	kN	
	$F_{s;h;d}$	2,66	kN	
	$p_{sur;d}$	0,00	kN/m²	
bruikbaarheidsgrenstoestand 2	$F_{s;v;d}$	75,69	kN	
	$F_{s;h;d}$	2,42	kN	
	$p_{sur;d}$	0,00	kN/m²	
aangrijpingspunt hor.kracht		0,00	m	maaiveld
excentriciteit (5.2.1)	eB	0,00	m	
	eL	0,00	m	

toetsing grenstoestanden 1A, 1B en 2

ongedraineerde situatie	NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.2
gedraineerde situatie	NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.3
zakking bovenzijde funderingselement	NEN-EN1997|NEN6744 art. 6

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.6

ongedraineerde situatie vlgs 5.2.2.1 geval c
doorponsen bij gelaagde grond; 8° spreiding

z	sct	B'_z	L'_z	$\sigma'_{v;z;0;d}$	$f_{undr;d}$	s_c	i_c	$\sigma'_{max;d}$	$F_{r;v;d}$	$F_{v;d}$	opm
-4,45	7	2,10	2,19	23,65	74,07	1,19	1,00	476,63	2182,73	137,77	-
-4,70	9	2,16	2,26	26,30	74,07	1,19	1,00	479,24	2335,31	143,73	-
-5,05	10	2,25	2,35	29,45	37,04	1,19	1,00	255,51	1353,85	150,82	-
-5,15	11	2,28	2,38	30,15	74,07	1,19	1,00	483,02	2619,48	152,39	-
-5,25	12	2,30	2,41	31,05	37,04	1,19	1,00	257,11	1426,96	154,42	-
-5,60	13	2,39	2,51	33,50	74,07	1,19	1,00	486,32	2919,54	159,93	-
-5,65	14	2,41	2,52	33,95	37,04	1,19	1,00	260,02	1578,37	160,94	-
-7,45	15	2,88	3,03	46,55	74,07	1,19	1,00	499,33	4354,13	189,29	-
-7,55	16	2,91	3,06	47,45	37,04	1,19	1,00	273,62	2430,58	191,32	-
-8,10	17	3,05	3,21	51,30	74,07	1,19	1,00	504,13	4941,95	199,98	-
-8,20	18	3,08	3,24	52,20	37,04	1,19	1,00	278,42	2777,62	202,01	-
-9,15	19	3,33	3,51	58,85	74,07	1,19	1,00	511,78	5983,85	216,97	-
-9,30	21	3,38	3,55	60,25	37,04	1,19	1,00	286,56	3432,51	220,12	-
-11,05	22	3,85	4,04	72,50	74,07	1,19	1,00	525,64	8175,19	247,68	-
-11,30	23	3,92	4,11	74,75	37,04	1,19	1,00	301,22	4851,49	252,74	-
-13,95	24	4,64	4,86	93,30	18,52	1,19	1,00	206,54	4655,82	294,48	-
-14,05	25	4,67	4,88	93,80	74,07	1,19	1,00	547,30	12481,26	295,61	-
-	-	m	m	kN/m²	kN/m²	-	-	kN/m²	kN	kN	

in alle lagen wordt voldaan aan de ponstoetsing

grenstoestand 1A: max schuifweerstand NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.3.1

ongedraineerde situatie
controle voor ieder grensvlak
eenzijdige ontgraving tot aanlegniveau mogelijk (met betrekking tot afschuiving).
$F_{r;p;ea;h;d} = 0$ $F_{s;a;ea;h;d} = 0$

z	$F_{s;v;d}$	$F_{s;v;d;a}$	$F_{s;v;d;z}$	$F_{s;h;d;z}$	xB	B'_z	L'_z	$f_{undr;d}$	$S_{r;h;d}$	$F_{h;d}$
-4,25	86,58	64,94	106,65	2,66	0,05	2,02	2,13	148,15	638,06	2,66
-4,40	86,58	64,94	109,99	2,66	0,06	2,06	2,17	88,89	397,78	2,66
-4,45	86,58	64,94	111,00	2,66	0,06	2,07	2,19	74,07	335,68	2,66
-4,50	86,58	64,94	111,92	2,66	0,06	2,09	2,20	148,15	679,79	2,66
-4,70	86,58	64,94	116,37	2,66	0,06	2,14	2,26	74,07	357,18	2,66
-5,05	86,58	64,94	122,75	2,66	0,06	2,23	2,35	37,04	194,17	2,66
-5,15	86,58	64,94	124,17	2,66	0,07	2,25	2,38	74,07	397,44	2,66
-5,25	86,58	64,94	125,99	2,66	0,07	2,28	2,41	37,04	203,36	2,66
-5,60	86,58	64,94	130,95	2,66	0,07	2,37	2,51	74,07	439,91	2,66
-5,65	86,58	64,94	131,86	2,66	0,07	2,38	2,52	37,04	222,40	2,66
-7,45	86,58	64,94	157,38	2,66	0,09	2,85	3,03	74,07	639,08	2,66
-7,55	86,58	64,94	159,20	2,66	0,09	2,88	3,06	37,04	325,54	2,66
-8,10	86,58	64,94	167,00	2,66	0,10	3,02	3,21	74,07	718,64	2,66
-8,20	86,58	64,94	168,82	2,66	0,10	3,05	3,24	37,04	365,71	2,66
-9,15	86,58	64,94	182,28	2,66	0,10	3,30	3,51	74,07	857,55	2,66
-9,25	86,58	64,94	184,11	2,66	0,10	3,33	3,54	88,89	1045,88	2,66
-9,30	86,58	64,94	185,12	2,66	0,10	3,34	3,55	37,04	439,32	2,66
-11,05	86,58	64,94	209,93	2,66	0,11	3,81	4,04	74,07	1141,70	2,66
-11,30	86,58	64,94	214,48	2,66	0,11	3,88	4,11	37,04	591,27	2,66
-13,95	86,58	64,94	252,05	2,66	0,13	4,61	4,86	18,52	414,21	2,66
-14,05	86,58	64,94	253,06	2,66	0,13	4,63	4,88	74,07	1676,20	2,66
m	**kN**	**kN**	**kN**	**kN**	**m**	**m**	**m**	**kN/m²**	**kN**	**kN**

aan afschuivingseis in ongedraineerde situatie voldaan

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.3

gedraineerde situatie art. 5.2.3.1 geval c

invloedsgebied loopt van		-2,01	tot -4,01	m
gewogen parameters (5.2.4.3)	(1A)	$\phi_{e;d}$	25,55	°
(1A)		$c_{e;d}$	0,00	kN/m²
(1A)		$\gamma_{e;d}$	8,18	kN/m³

$\sigma'_{v;z;0;d}$	(z= -2,01 m)	0,90	kN/m²
xB	2,66*(0,00+-0,09)/86,58	0,00	m
B'_z	1,50-2* |0,00+0,00|	1,49	m
L'_z	1,50-2* |0,00+0,00|	1,50	m
N_q		11,30	-
N_c		21,54	-
$N\gamma$		9,84	-
i_q	(1-0.70*2,66/(86,58+0,00)^3	0,94	-
i_c	(0,94*11,30-1)/(11,30-1)	0,93	-
$i\gamma$	(1-1.0*2,66/(86,58+0,00)^3	0,91	-
s_q	(1+1,49/1,50*0,43)	1,43	-
s_c	(1,43*11,30-1)/(11,30-1)	1,47	-

$s\gamma$	1-0.30*1,49/1,50	0,70	-
$\sigma'_{max;d}$	0,00+13,62+38,42	52,04	kN/m²
$F_{r;v;d}$	1,50 * 1,49 * 52,04	116,66	kN
$F_{s;v;d} <= F_{r;v;d}$	want 86,58 <= 116,66 kN		

aan de eis in gedraineerde toestand is voldaan

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.6

gedraineerde situatie art. 5.2.3.1 geval c
doorponsen bij gelaagde grond; 8° spreiding

z	sct	B'_z	L'_z	$\sigma'_{v;z;o;d}$	$\phi'_{e;d}$	$c'_{e;d}$	$\gamma'_{e;d}$	$\sigma'_{max;d}$	$F_{r;v;d}$	$F_{v;d}$	opm
-4,45	7	2,10	2,19	23,65	25,34	0,00	8,18	408,56	1871,03	137,77	-
-4,70	9	2,16	2,26	26,30	25,34	0,00	8,18	450,94	2197,42	143,73	-
-5,05	10	2,25	2,35	29,45	25,23	0,00	8,18	494,29	2619,03	150,82	-
-5,15	11	2,28	2,38	30,15	25,20	0,00	8,18	503,65	2731,34	152,39	-
-5,25	12	2,30	2,41	31,05	25,17	0,01	8,18	516,12	2864,40	154,42	-
-5,60	13	2,39	2,51	33,50	25,07	0,02	8,19	549,33	3297,85	159,93	-
-5,65	14	2,41	2,52	33,95	25,06	0,03	8,19	555,58	3372,43	160,94	-
-7,45	15	2,88	3,03	46,55	24,57	0,43	8,21	723,41	6308,11	189,29	-
-7,55	16	2,91	3,06	47,45	24,54	0,47	8,21	735,05	6529,54	191,32	-
-8,10	17	3,05	3,21	51,30	24,36	0,69	8,20	782,32	7669,01	199,98	-
-8,20	18	3,08	3,24	52,20	24,32	0,73	8,20	793,33	7914,58	202,01	-
-9,15	19	3,33	3,51	58,85	24,00	1,10	8,17	867,45	1,0E+04	216,97	-
-9,30	21	3,38	3,55	60,25	23,95	1,15	8,17	883,74	1,1E+04	220,12	-
-11,05	22	3,85	4,04	72,50	23,12	1,94	8,03	978,77	1,5E+04	247,68	-
-11,30	23	3,92	4,11	74,75	22,98	2,06	8,00	994,16	1,6E+04	252,74	-
-13,95	24	4,64	4,86	93,30	21,48	3,16	7,61	1057,91	2,4E+04	294,48	-
-14,05	25	4,67	4,88	93,80	21,42	3,21	7,59	1056,63	2,4E+04	295,61	-
-	-	m	m	kN/m²	kN/m²	-	-	kN/m²	kN	kN	

in alle lagen wordt voldaan aan de ponstoetsing

grenstoestand 1A: max schuifweerstand NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.3.2

gedraineerde situatie
controle op diepte funderingselement
eenzijdige ontgraving tot aanlegniveau mogelijk (met betrekking tot afschuiving).
$F_{r;p;ea;h;d} = 0$ $F_{s;a;ea;h;d} = 0$

z	$F_{s;v;d}$	$F_{s;v;d;a}$	$F_{s;v;d;z}$	$F_{s;h;d;z}$	B'_z	L'_z	ϕ'_d	$\delta_{s;d}$	$S_{r;h;d}$	$F_{h;d}$
-2,01	86,58	64,94	64,94	2,66	1,49	1,50	28,26	18,84	22,16	2,66
m	kN	kN	kN	kN	m	m	°	°	kN	kN

aan afschuivingseis in gedraineerde situatie voldaan

grenstoestand 2: zakking vlgs grenstoestand 2: zakking vlgs NEN-EN1997|NEN6744 art. 6

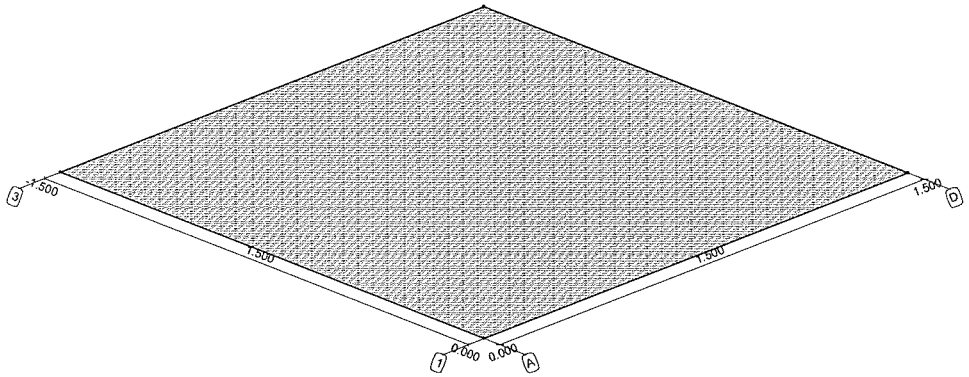
tgv momentane belastingkombinatie
(NEN-EN1990:2007 art. 6.5.3c)
spanningstoename vlgs NEN-EN1997|NEN6744 art 6.4

lg	sct	H_{lg}	z_{mid}	e	$\sigma'_{v;mid;z;o;d}$	$\Delta\sigma'_{v;mid;z;d}$	$w_{1;d}$	$w_{2;d}$	$\Sigma w_{1;d}$	$\Sigma w_{2;d}$	Σw_d

aanleg			-2,01			33,76					
1	1	0,79	-2,41	0,65	3,05	31,10	0,0030	0,0000	0,0030	0,0000	0,0030
2	2	0,65	-3,13	0,65	10,25	16,52	0,0031	0,0000	0,0061	0,0000	0,0061
3	3	0,05	-3,48	0,65	13,75	11,72	0,0001	0,0000	0,0062	0,0000	0,0062
4	4	0,75	-3,88	0,65	17,75	8,19	0,0014	0,0000	0,0076	0,0000	0,0076
5	5	0,15	-4,33	0,50	22,33	5,75	0,0005	0,0006	0,0081	0,0006	0,0087
6	6	0,05	-4,43	0,65	23,40	5,35	0,0003	0,0006	0,0085	0,0012	0,0097
7	7	0,05	-4,48	0,83	23,88	5,16	0,0004	0,0008	0,0088	0,0020	0,0108
8	8	0,20	-4,60		25,20	4,73	< 20%				
-	**-**	**m**	**m**	**-**	**kN/m²**	**kN/m²**	**m**	**m**	**m**	**m**	**m**
									---	---	---
zetting na 10000 dagen									0,0088	0,0020	0,0108

aan zettingseis uit NEN-EN1997|NEN6740 art. 5.3 is voldaan

Projectnaam	Funderingsplaat steiger	Projectnummer	-
Omschrijving	Funderingsplaat onder poten noordzijde	Constructeur	FvdB
Opdrachtgever	Spie	Eenheden	Eenheden
Bestand	N:\Projecten I.U\SPIE\Hoogspanning\Bleiswijk\Berekening\Funderingsplaat poten noordzijde.mxf		



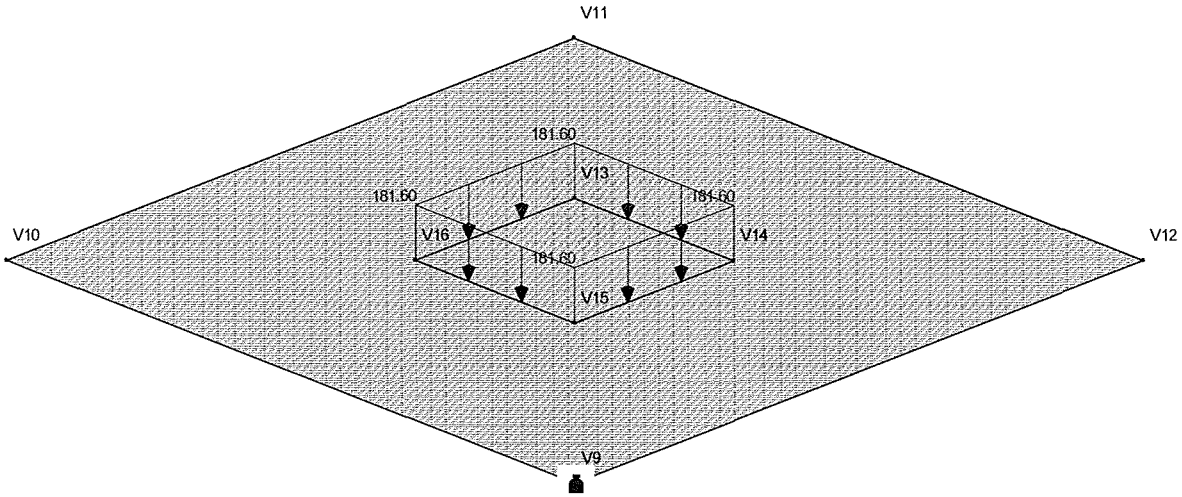
Afb. Geometrie

Geometrie

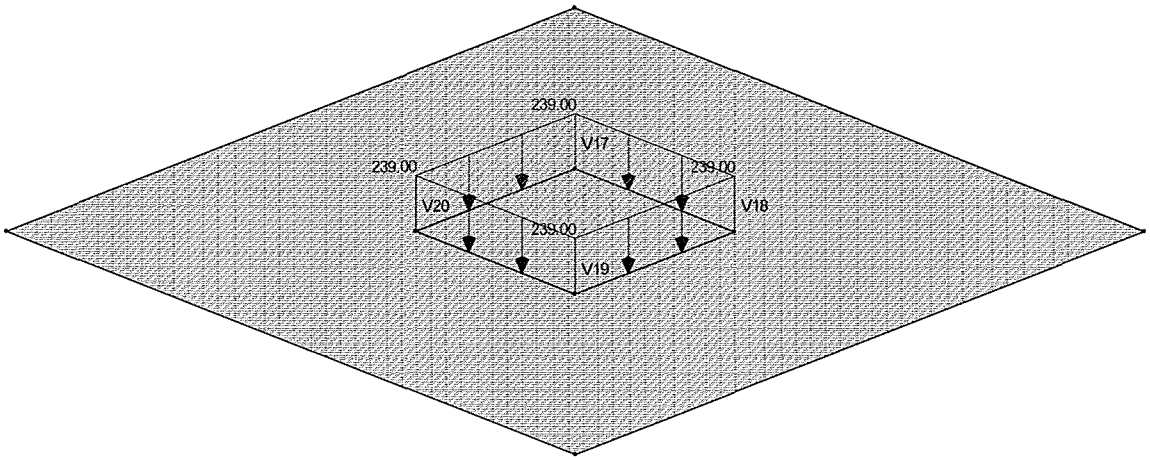
Gebied/Polylijn	Sparing	Materiaal	Dikte	Elasticiteit	Poisson	Dichtheid	Uitzetting
R1	Nee	C20/25	0.140	2.8500e+07	0.20	24.00	10.0000e-06
-	-	-	m	kN/m2	-	kN/m3	C°m

Constructieve punten

Gebieden	Punt	X	Y	Z	Ref.
R1	V1	0.000	0.000	0.000	A,1
R1	V2	0.000	-1.500	0.000	A,3
R1	V3	1.500	-1.500	0.000	D,3
R1	V4	1.500	0.000	0.000	D,1
-	-	m	m	m	-



Afb. Lasten B.G.1 Permanent



Afb. Lasten B.G.2 Wind

Belastingsgevallen

Gebied/Polylijn	Type	Type	Richting
B.G.1: Permanent			
R3	Gebied	qG	Z
R4	Gebied	q	Z
B.G.2: Wind			
R5	Gebied	q	Z
-	-	-	-

Lasten vertices

Gebieden	Punt	X	Y	Z	Lastwaarde
R3	V9	0.000	0.000	0.000	1,00
R3	V10	0.000	-1.500	0.000	1,00
R3	V11	1.500	-1.500	0.000	1,00
R3	V12	1.500	0.000	0.000	1,00
R4	V13	0.960	-0.960	0.000	181,60
R4	V14	0.960	-0.540	0.000	181,60

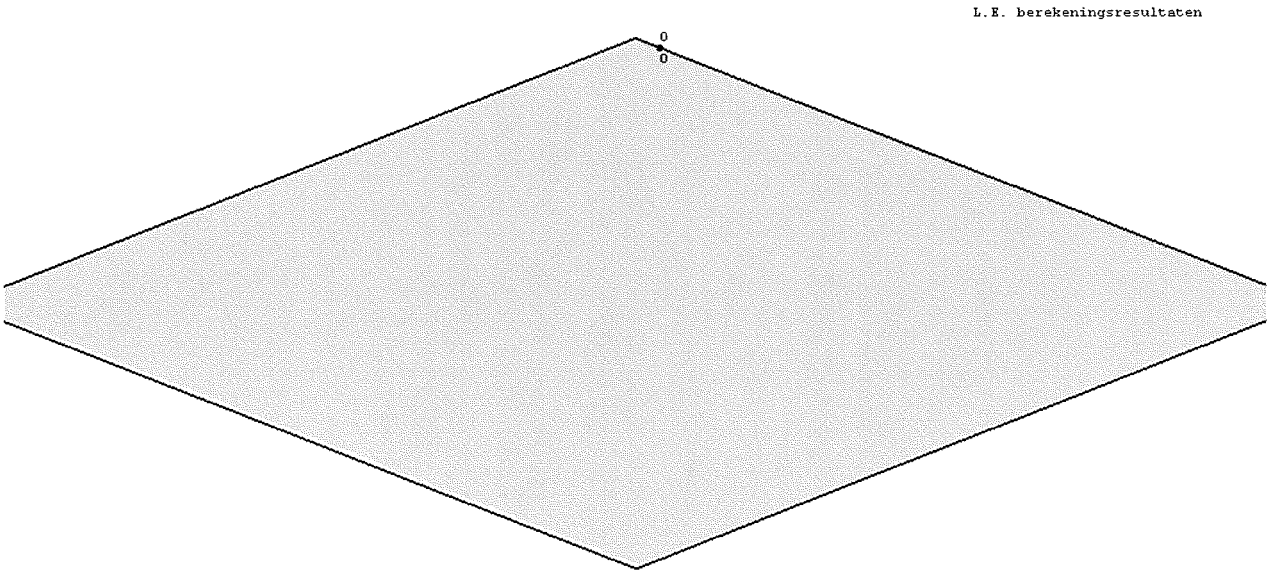
R4	V15	0.540	-0.540	0.000	181,60
R4	V16	0.540	-0.960	0.000	181,60
R5	V17	0.960	-0.960	0.000	239,00
R5	V18	0.960	-0.540	0.000	239,00
R5	V19	0.540	-0.540	0.000	239,00
R5	V20	0.540	-0.960	0.000	239,00
-	-	m	m	m	-

Fundamenteel Belastingscombinaties

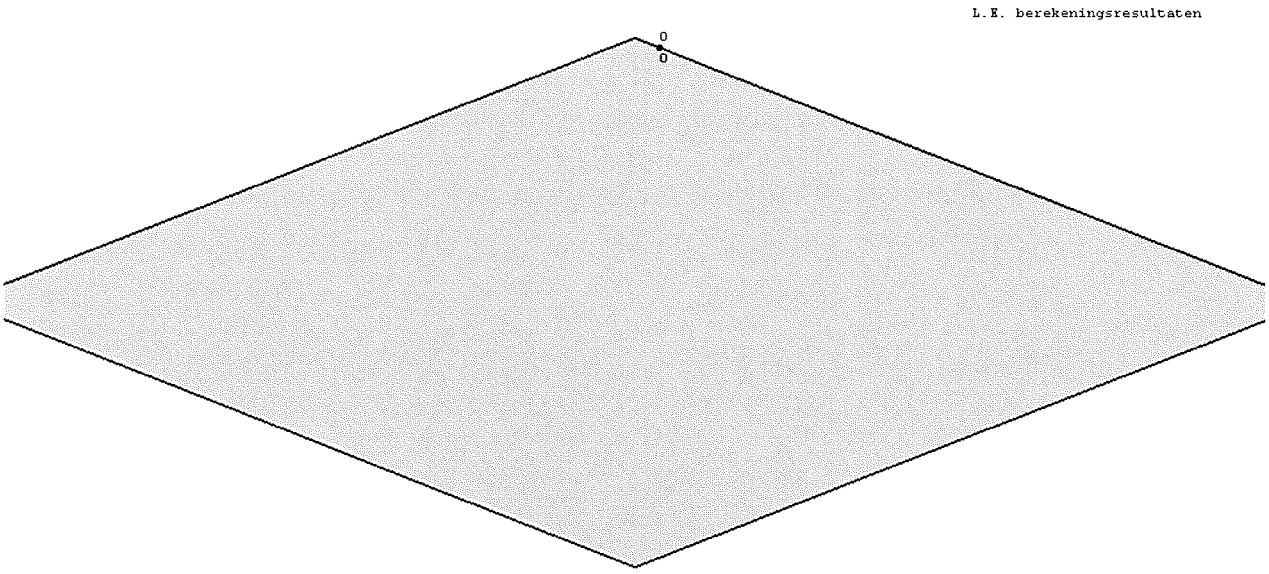
B.G.	Omschrijving	Fu.C.1	Fu.C.2
B.G.1	Permanent	1.20	1.35
B.G.2	Wind	1.07	-

Incidenteel Belastingscombinaties

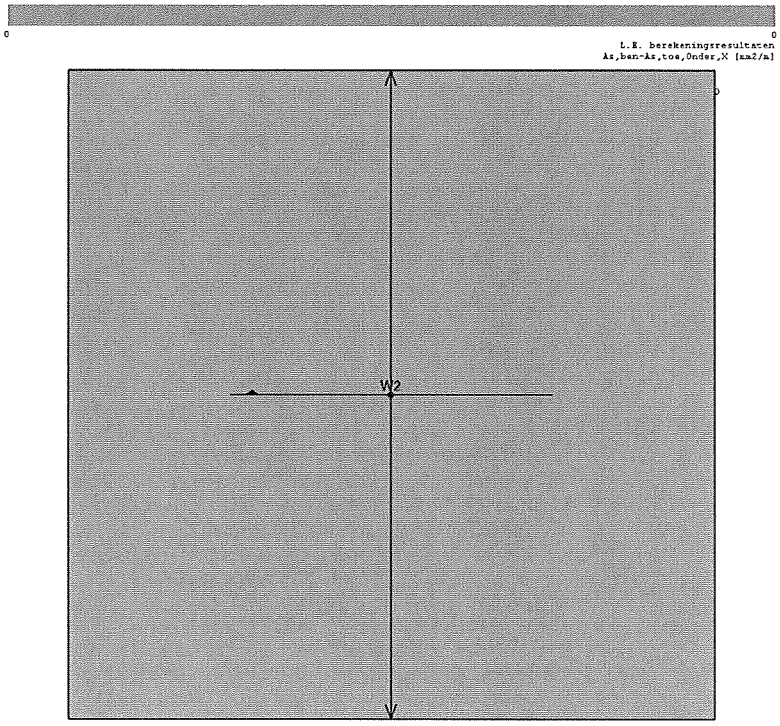
B.G.	Omschrijving	In.C.on	In.C.1
B.G.1	Permanent	1.00	1.00
B.G.2	Wind	-	0.82



Afb. FEM Oplegreacties Fu.C.1



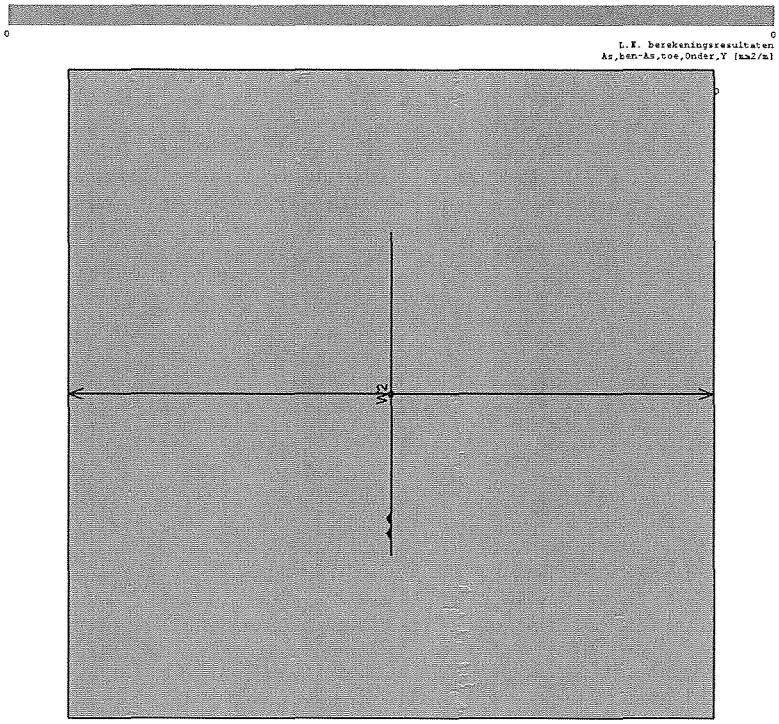
Afb. FEM Oplegreacties Fu.C.2



Afb. FEM As;ben onder X Fu.C. Omhullende

Wapening

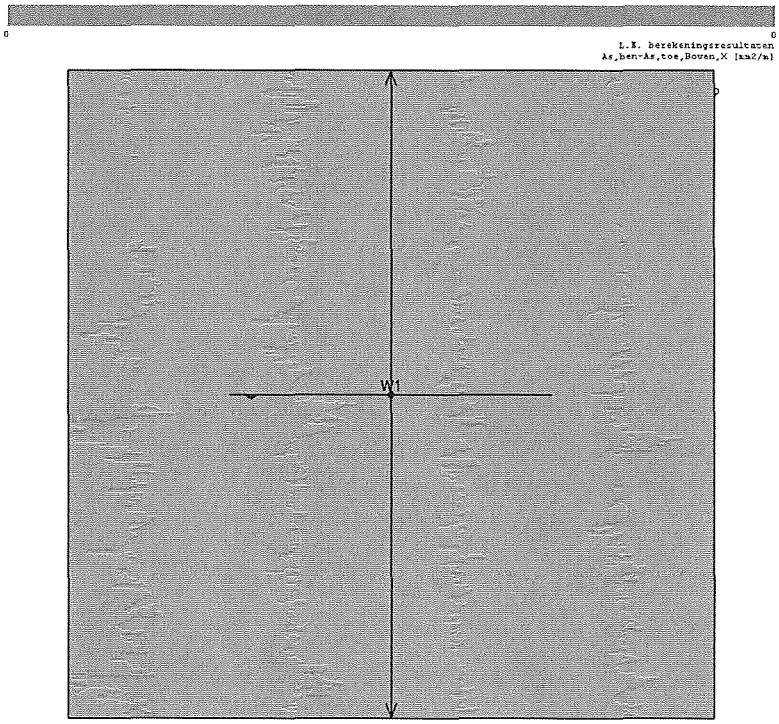
Oplegg.	Staven	Net	Staal	h-d	Omschr.	As;toe
W2	B8-150	Ja	FeB500HK	29	R8.0-150	335
-	-	-	-	mm	-	mm2/m



Afb. FEM As;ben onder Y Fu.C. Omhullende

Wapening

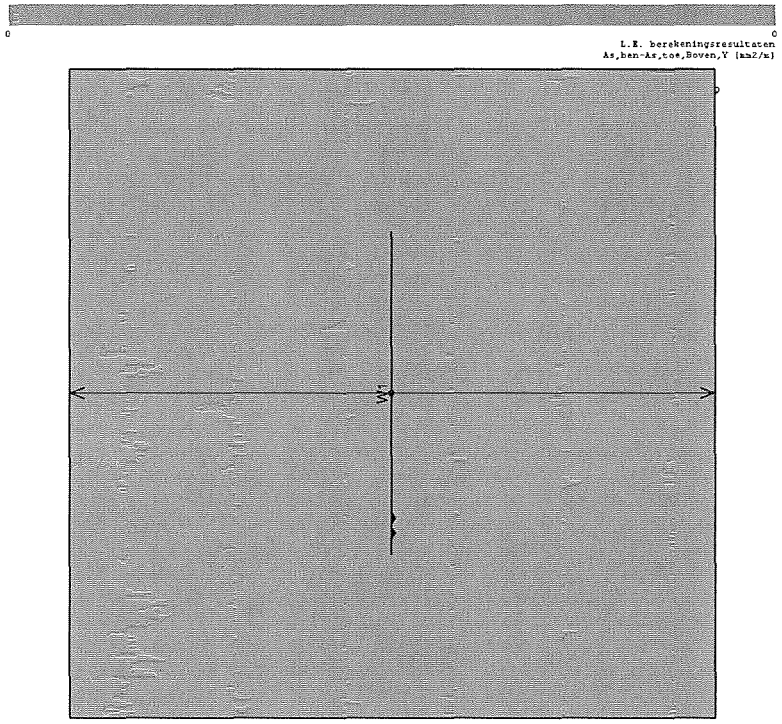
Oplegg.	Staven	Net	Staal	h-d		Omschr.	As;toe
W2	B8-150	Ja	FeB500HK	37		R8.0-150	335
-	-	-	-	mm	-		mm2/m



Afb. FEM As;ben boven X Fu.C. Omhullende

Wapening

Oplegg.	Staven	Net	Staal	h-d	Omschr.	As;toe
W1	B8-150	Ja	FeB500HK	29	R8.0-150	335
-	-	-	-	mm	-	mm2/m



Afb. FEM As;ben boven Y Fu.C. Omhullende

Wapening

Oplegg.	Staven	Net	Staal	h-d	Omschr.	As;toe
W1	B8-150	Ja	FeB500HK	37	R8.0-150	335
-	-	-	-	mm	-	mm2/m

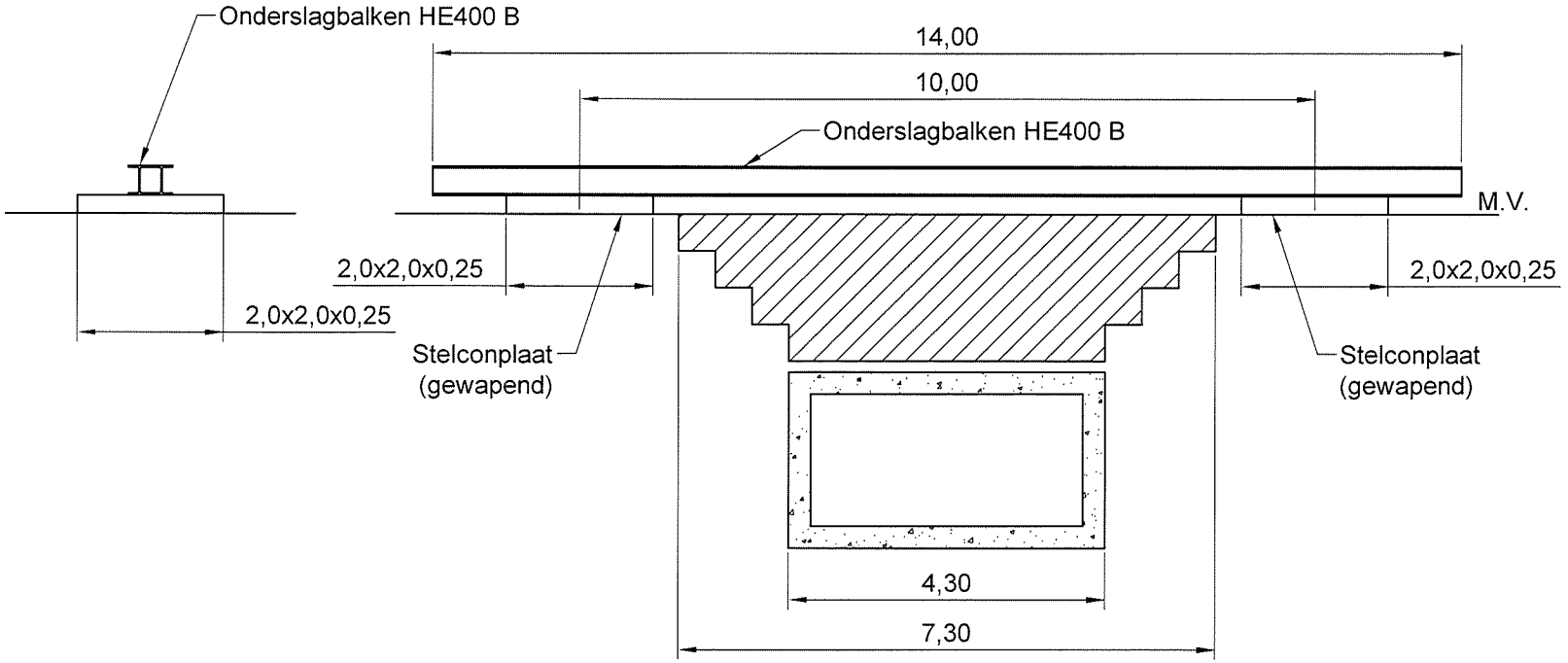
Doorsnedeberekening (uitgebreid)

Gebied/Polylijn	Profiel	Materiaal	Dikte	Mr	Positie	Ontwerp moment	h-d	As,ben	As,toe	Wapening
1	P1	C20/25	0,14	10,31	Onderkant X	0,23	29	0	335	W2
					Onderkant Y	0,51	37	0	335	W2
					Bovenkant X	-0,13	29	0	335	W1
					Bovenkant Y	0,00	37	0	335	W1
				kNm/m		kNm/m	mm	mm2/m	mm2/m	

TKT Projects & Engineering
Versterkerstraat 3a
Postbus 60051
1320 AB Almere

Bijlage 3:

- Schets overbrugging duiker noordzijde d.m.v. stalen balk en funderingselementen;
- Berekening stalen ligger HE400b;
- Geotechnische berekening funderingselement op staal onder ligger steiger noordzijde;
- FEM berekening van prefab betonfunderingselement;



Situatieschets overbrugging duiker t.b.v. steigerconstructie
Noordzijde

Projectnaam	Steigerconstructie Noordzijde	Projectnummer	-
Omschrijving	Onderslagbalk	Constructeur	FvdB
Opdrachtgever	Spie Infra	Eenheden	Eenheden
Bestand	N:\Projecten I.U\SPIE\Hoogspanning\Bleiswijk\Berekening\Onderslagbalk noordzijde.mxf		

Constructiegegevens

Projecttype	Knopen	Staven	Opleggingen	Profielen	Bel.gev.	Bel.comb.
3D-Raamwerk	9	8	2	1	2	10

Staven

Staaf	Knoop B	Scharnier B	Scharnier E	Knoop E	Profiel	X-B	Y-B	Z-B	X-E	Y-E	Z-E	Lengte
S1	K1	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K2	P1	0,000	0,000	0,000	2,000	0,000	0,000	2,000
S2	K2	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K3	P1	2,000	0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	1,000
S3	K3	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K4	P1	3,000	0,000	0,000	4,500	0,000	0,000	1,500
S4	K4	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K5	P1	4,500	0,000	0,000	7,000	0,000	0,000	2,500
S5	K5	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K6	P1	7,000	0,000	0,000	9,500	0,000	0,000	2,500
S6	K6	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K7	P1	9,500	0,000	0,000	11,000	0,000	0,000	1,500
S7	K7	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K8	P1	11,000	0,000	0,000	12,000	0,000	0,000	1,000
S8	K8	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K9	P1	12,000	0,000	0,000	14,000	0,000	0,000	2,000
-	-	-	-	-	-	m	m	m	m	m	m	m

Profielen

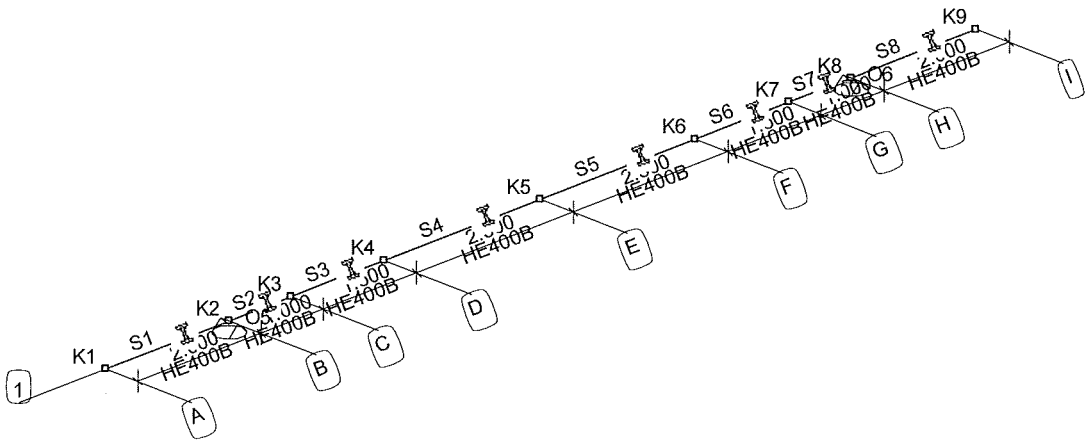
Profiel	Profielnaam	Oppervlakte	It	Iy	Iz	Materiaal	Hoek
P1	HE400B	1.9778e-02	3.5575e-06	5.7681e-04	1.0819e-04	S235	0
-	-	m2	m4	m4	m4	-	°

Materialen

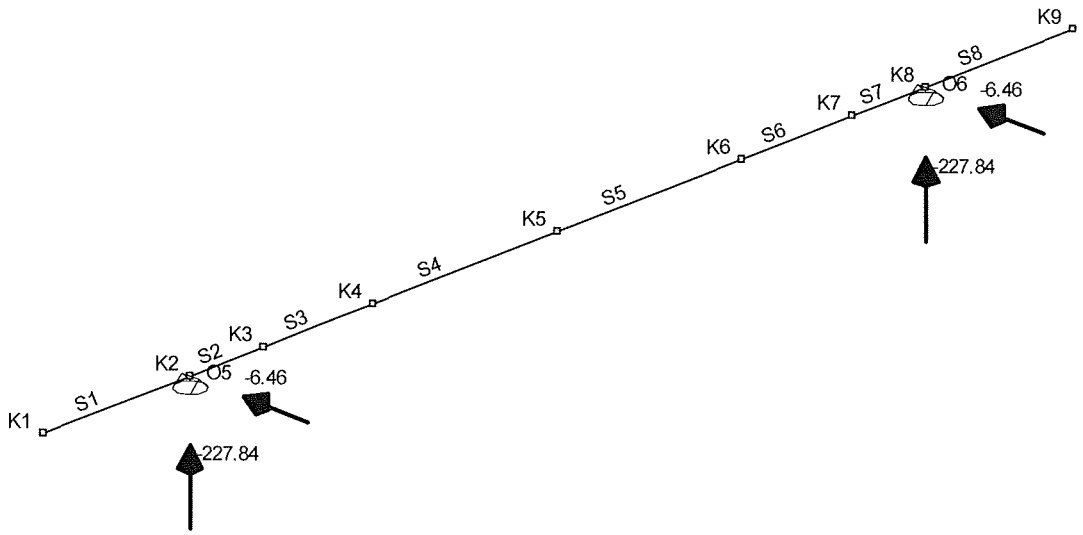
Materiaalnaam	Poison	Dichtheid	E-Modulus	Uitzettingcoeff
S235	0.30	78.50	2.1000e+08	12.0000e-06
-	-	kN/m3	kN/m2	C°m

Opleggingen

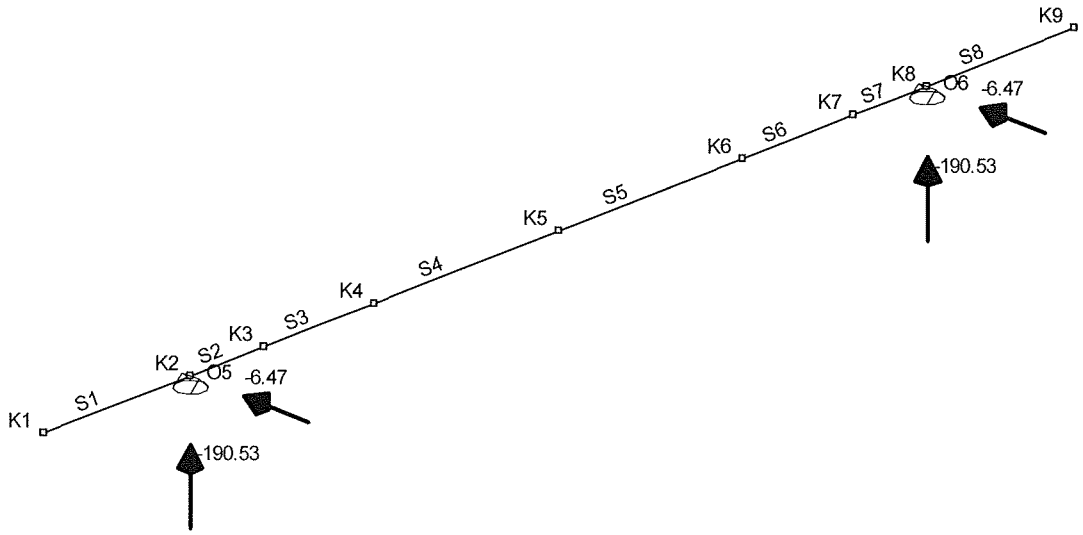
Oplegging	Knopen	X	Y	Z	Xr	Yr	Zr	HoekXr	HoekYr	HoekZr
O5	K2	vast	vast	vast	vast	vrij	vrij	0	0	0
O6	K8	vast	vast	vast	vast	vrij	vrij	0	0	0
-	-	kN/m	kN/m	kN/m	kNmrad	kNmrad	kNmrad	°	°	°



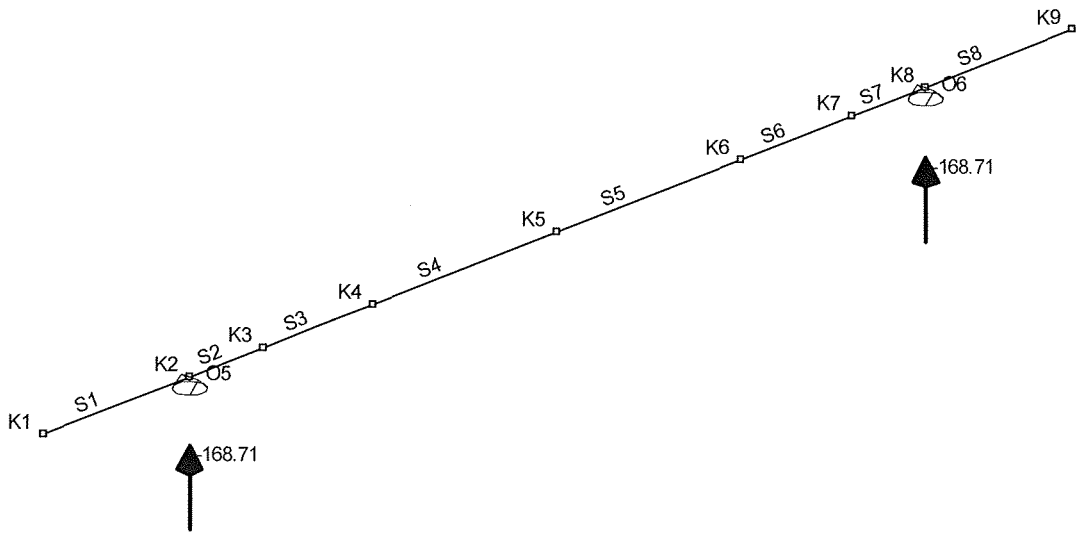
Afb. Geometrie 1



Afb. Fu.C.1 Oplegreacties



Afb. Fu.C.2 Oplegreacties



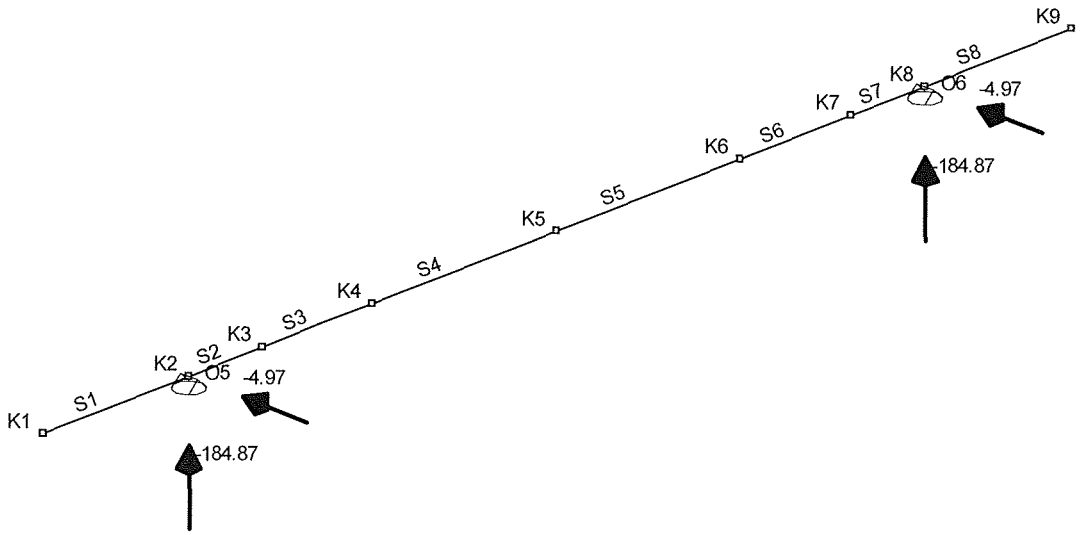
Afb. Fu.C.3 Oplegreacties

Fu.C. Extreme oplegreacties

Oplegging	Knoop	B.C.	Xmax	Y	Z	B.C.	Ymax	X	Z	B.C.	Zmax	X	Y
O5	K2					Fu.C.2	**-6.47**	0.00	-190.53	Fu.C.1	**-227.84**	0.00	-6.46
O6	K8					Fu.C.2	**-6.47**	0.00	-190.53	Fu.C.1	**-227.84**	0.00	-6.46
Globale extreme waarden													
O5	K2					Fu.C.2	**-6.47**	0.00	-190.53				
O6	K8									Fu.C.1	**-227.84**	0.00	-6.46
-	-	-	kN	kN	kN	-	kN	kN	kN	-	kN	kN	kN

Fu.C. Extreme oplegreacties (Momenten)

Oplegging	Knoop	B.C.	Mxmax	MY	MZ	B.C.	Mymax	MX	MZ	B.C.	Mzmax	MX	MY
Globale extreme waarden													
-	-	-	kN	kN	kN	-	kN	kN	kN	-	kN	kN	kN



Afb. In.C.1 Oplegreacties

In.C. Oplegreacties

B.C.	Oplegging	Knoop	X	Y	Z	Mx	My	Mz
In.C.on	O5	K2	0.00	0.00	-124.97	0.00	0.00	0.00
	O6	K8	0.00	0.00	-124.97	0.00	0.00	0.00
	Som Reacties		**0.00**	**0.00**	**-249.94**			
	Som Lasten		**0.00**	**0.00**	**249.94**			
In.C.1	O5	K2	0.00	-4.97	-184.87	0.00	0.00	0.00
	O6	K8	0.00	-4.97	-184.87	0.00	0.00	0.00
	Som Reacties		**0.00**	**-9.94**	**-369.75**			
	Som Lasten		**0.00**	**9.94**	**369.75**			
-	-	-	**kN**	**kN**	**kN**	**kNm**	**kNm**	**kNm**

Unity Check

Staalcontrole volgens NEN6770/6771

Veld	Toetsing	Combinatie	Formule	Max Unity Check
C1-V1 (0.000-2.000)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,01
C1-V1 (0.000-2.000)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C1-V1 (0.000-2.000)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,00
C2-V1 (0.000-1.000)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,13
C2-V1 (0.000-1.000)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,01
C3-V1 (0.000-1.500)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,32
C3-V1 (0.000-1.500)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C3-V1 (0.000-1.500)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,07
C4-V1 (0.000-2.500)	Doorsnede	Fu.C.1	NEN6770(11.3-31)	0,44
C4-V1 (0.000-2.500)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C4-V1 (0.000-2.500)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,20
C5-V1 (0.000-2.500)	Doorsnede	Fu.C.1	NEN6770(11.3-31)	0,44
C5-V1 (0.000-2.500)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C5-V1 (0.000-2.500)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,20
C6-V1 (0.000-1.500)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,32
C6-V1 (0.000-1.500)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C6-V1 (0.000-1.500)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,07
C7-V1 (0.000-1.000)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,13

Veld	Toetsing	Combinatie	Formule	Max Unity Check
C7-V1 (0.000-1.000)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,01
C8-V1 (0.000-2.000)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,01
C8-V1 (0.000-2.000)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C8-V1 (0.000-2.000)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,00

Fundering op staal
Betonplaten 2,0 x 2,0 onder HE 400 ligger noordzijde, inclusief ballast

grondopbouw (uit analyse op basis van conuswaarden) regio: standaard instellingen

nr	naam	bijmengsel	cons.	van	tot	γ_{dr}	γ_{sat}	c'	f_{undr}	ϕ'	$\delta_{\sigma'v;k}$	$\sigma'_{v;k}$	OCR
1	zand	schoon	matig	-2,10	-2,80	18,0	20,0	0,0	0,0	32,5	7,0	7,0	1
2	zand	sterk siltig/kleiig	--	-2,80	-3,45	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	6,5	13,5	1
3	zand	zwak siltig/kleiig	--	-3,45	-3,50	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	14,0	1
4	zand	sterk siltig/kleiig	--	-3,50	-4,25	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	7,5	21,5	1
5	leem	zwak zandig	vast	-4,25	-4,40	21,0	21,0	5,0	200,0	27,5	1,7	23,2	1
6	klei	zwak zandig	vast	-4,40	-4,45	20,0	20,0	25,0	120,0	22,5	0,5	23,7	1
7	klei	schoon	vast	-4,45	-4,50	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,5	24,1	1
8	leem	zwak zandig	vast	-4,50	-4,70	21,0	21,0	5,0	200,0	27,5	2,2	26,3	1
9	klei	schoon	vast	-4,70	-5,05	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	3,2	29,5	1
10	klei	schoon	matig	-5,05	-5,15	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	0,7	30,2	1
11	klei	schoon	vast	-5,15	-5,25	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	31,1	1
12	klei	schoon	matig	-5,25	-5,60	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	2,4	33,5	1
13	klei	schoon	vast	-5,60	-5,65	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,5	34,0	1
14	klei	schoon	matig	-5,65	-7,45	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	12,6	46,6	1
15	klei	schoon	vast	-7,45	-7,55	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	47,5	1
16	klei	schoon	matig	-7,55	-8,10	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	3,9	51,3	1
17	klei	schoon	vast	-8,10	-8,20	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	52,2	1
18	klei	schoon	matig	-8,20	-9,15	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	6,6	58,9	1
19	klei	schoon	vast	-9,15	-9,25	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	59,8	1
20	klei	zwak zandig	vast	-9,25	-9,30	20,0	20,0	25,0	120,0	22,5	0,5	60,3	1
21	klei	schoon	matig	-9,30	-11,05	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	12,3	72,5	1
22	klei	schoon	vast	-11,05	-11,30	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	2,2	74,8	1
23	klei	schoon	matig	-11,30	-13,95	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	18,6	93,3	1
24	klei	organisch	matig	-13,95	-14,05	15,0	15,0	0,0	25,0	15,0	0,5	93,8	1
25	klei	schoon	vast	-14,05	-14,10	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,4	94,2	1
26	zand	sterk siltig/kleiig	--	-14,10	-14,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	6,0	100,3	1
27	zand	zwak siltig/kleiig	--	-14,70	-15,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	9,0	109,3	1
28	zand	sterk siltig/kleiig	--	-15,60	-15,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	110,3	1
29	zand	zwak siltig/kleiig	--	-15,70	-15,75	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	110,8	1
30	zand	sterk siltig/kleiig	--	-15,75	-18,00	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	22,5	133,3	1
31	zand	zwak siltig/kleiig	--	-18,00	-18,15	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,5	134,8	1
32	zand	sterk siltig/kleiig	--	-18,15	-19,40	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	12,5	147,3	1
33	zand	zwak siltig/kleiig	--	-19,40	-19,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	2,0	149,3	1
34	zand	sterk siltig/kleiig	--	-19,60	-21,25	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	16,5	165,8	1
35	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,25	-21,30	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	166,3	1
36	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,30	-21,35	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	0,5	166,8	1
37	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,35	-21,40	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	167,3	1
38	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,40	-21,50	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	168,3	1
39	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,50	-21,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,0	169,3	1
40	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,60	-21,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	170,3	1
41	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,70	-21,80	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,0	171,3	1
42	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,80	-22,15	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	3,5	174,8	1
43	zand	sterk siltig/kleiig	--	-22,15	-23,15	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	10,0	184,8	1

algemene gegevens

sondering 30389_1-aangepast.SNX

maten ten opzichte van		N.A.P.	
maaiveld		-2,10 m	N.A.P.
grondwaterstand		0,00 m	N.A.P.
geotechnische categorie		GC2	

afmetingen funderingselement

strookbreedte		2,00 m	
strooklengte		2,00 m	
aanlegdiepte		-2,20 m	N.A.P.
maximale gronddekking		0,00 m	

belastingen

uiterste grenstoestanden 1A, 1B	$F_{s;v;d}$	227,84	kN
	$F_{s;h;d}$	6,46	kN
	$p_{sur;d}$	0,00	kN/m²
bruikbaarheidsgrenstoestand 2	$F_{s;v;d}$	125,00	kN
	$F_{s;h;d}$	6,05	kN
	$p_{sur;d}$	0,00	kN/m²
aangrijpingspunt hor.kracht		0,14	m maaiveld
excentriciteit (5.2.1)	eB	0,00	m
	eL	0,00	m

toetsing grenstoestanden 1A, 1B en 2

ongedraineerde situatie	NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.2
gedraineerde situatie	NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.3
zakking bovenzijde funderingselement	NEN-EN1997|NEN6744 art. 6

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.6

ongedraineerde situatie vlgs 5.2.2.1 geval c
doorponsen bij gelaagde grond; 8° spreiding

z	sct	B'_z	L'_z	$\sigma'_{v;z;0;d}$	$f_{undr;d}$	s_c	i_c	$\sigma'_{max;d}$	$F_{r;v;d}$	$F_{v;d}$	opm
-4,45	7	2,53	2,63	23,65	74,07	1,19	1,00	476,27	3173,73	318,44	-
-4,70	9	2,60	2,70	26,30	74,07	1,19	1,00	478,88	3358,80	329,04	-
-5,05	10	2,68	2,80	29,45	37,04	1,19	0,99	255,05	1917,68	341,64	-
-5,15	11	2,71	2,83	30,15	74,07	1,19	1,00	482,66	3700,00	344,44	-
-5,25	12	2,74	2,86	31,05	37,04	1,19	0,99	256,66	2005,88	348,04	-
-5,60	13	2,82	2,96	33,50	74,07	1,19	1,00	485,96	4056,56	357,84	-
-5,65	14	2,84	2,97	33,95	37,04	1,19	0,99	259,59	2187,17	359,64	-
-7,45	15	3,30	3,48	46,55	74,07	1,19	1,00	498,93	5727,24	410,04	-
-7,55	16	3,33	3,50	47,45	37,04	1,19	1,00	273,22	3187,01	413,64	-
-8,10	17	3,47	3,66	51,30	74,07	1,19	1,00	503,70	6400,71	429,04	-
-8,20	18	3,50	3,69	52,20	37,04	1,19	1,00	278,02	3587,39	432,64	-
-9,15	19	3,75	3,95	58,85	74,07	1,19	1,00	511,32	7583,12	459,24	-
-9,30	21	3,79	4,00	60,25	37,04	1,19	1,00	286,17	4335,51	464,84	-
-11,05	22	4,26	4,49	72,50	74,07	1,19	1,00	525,13	10036,69	513,84	-
-11,30	23	4,33	4,56	74,75	37,04	1,19	1,00	300,83	5933,06	522,84	-
-13,95	24	5,04	5,30	93,30	18,52	1,19	1,00	206,26	5515,86	597,04	-
-14,05	25	5,07	5,33	93,80	74,07	1,19	1,00	546,74	14777,04	599,04	-
-	**-**	**m**	**m**	**kN/m²**	**kN/m²**	**-**	**-**	**kN/m²**	**kN**	**kN**	

in alle lagen wordt voldaan aan de ponstoetsing

grenstoestand 1A: max schuifweerstand NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.3.1

ongedraineerde situatie
controle voor ieder grensvlak
eenzijdige ontgraving tot aanlegniveau mogelijk (met betrekking tot afschuiving).
$F_{r;p;ea;h;d} = 0$ $F_{s;a;ea;h;d} = 0$

z	$F_{s;v;d}$	$F_{s;v;d;a}$	$F_{s;v;d;z}$	$F_{s;h;d;z}$	xB	B'_z	L'_z	$f_{undr;d}$	$S_{r;h;d}$	$F_{h;d}$
-4,25	227,84	170,88	244,68	6,46	0,06	2,46	2,58	148,15	937,09	6,46
-4,40	227,84	170,88	250,62	6,46	0,06	2,49	2,62	88,89	580,14	6,46
-4,45	227,84	170,88	252,42	6,46	0,06	2,50	2,63	74,07	488,46	6,46
-4,50	227,84	170,88	254,04	6,46	0,06	2,52	2,65	148,15	986,97	6,46
-4,70	227,84	170,88	261,96	6,46	0,07	2,57	2,70	74,07	514,03	6,46
-5,05	227,84	170,88	273,30	6,46	0,07	2,66	2,80	37,04	275,44	6,46
-5,15	227,84	170,88	275,82	6,46	0,07	2,68	2,83	74,07	561,60	6,46
-5,25	227,84	170,88	279,06	6,46	0,08	2,70	2,86	37,04	286,26	6,46
-5,60	227,84	170,88	287,88	6,46	0,08	2,79	2,96	74,07	611,35	6,46
-5,65	227,84	170,88	289,50	6,46	0,08	2,81	2,97	37,04	308,53	6,46
-7,45	227,84	170,88	334,86	6,46	0,11	3,26	3,48	74,07	840,31	6,46
-7,55	227,84	170,88	338,10	6,46	0,11	3,29	3,50	37,04	426,97	6,46
-8,10	227,84	170,88	351,96	6,46	0,11	3,43	3,66	74,07	930,31	6,46
-8,20	227,84	170,88	355,20	6,46	0,11	3,46	3,69	37,04	472,35	6,46
-9,15	227,84	170,88	379,14	6,46	0,12	3,71	3,95	74,071	086,05	6,46
-9,25	227,84	170,88	382,38	6,46	0,12	3,74	3,98	88,891	322,01	6,46
-9,30	227,84	170,88	384,18	6,46	0,12	3,75	4,00	37,04	554,78	6,46
-11,05	227,84	170,88	428,28	6,46	0,14	4,21	4,49	74,071	400,58	6,46
-11,30	227,84	170,88	436,38	6,46	0,14	4,28	4,56	37,04	722,73	6,46
-13,95	227,84	170,88	503,16	6,46	0,15	4,99	5,30	18,52	490,49	6,46
-14,05	227,84	170,88	504,96	6,46	0,15	5,02	5,33	74,071	982,86	6,46
m	**kN**	**kN**	**kN**	**kN**	**m**	**m**	**m**	**kN/m²**	**kN**	**kN**

aan afschuivingseis in ongedraineerde situatie voldaan

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.3

gedraineerde situatie art. 5.2.3.1 geval c

invloedsgebied loopt van		-2,20	tot -4,76	m
gewogen parameters (5.2.4.3)	(1A)	$\phi_{e;d}$	24,49	°
(1A)		$c_{e;d}$	0,25	kN/m²
(1A)		$\gamma_{e;d}$	8,20	kN/m³

$\sigma'_{v;z;0;d}$	(z= -2,20 m)	1,00	kN/m²
xB	6,46*(0,14+0,10)/227,84	0,01	m
B'_z	2,00-2* |0,00+0,01|	1,99	m
L'_z	2,00-2* |0,00+0,00|	2,00	m
N_q		10,11	-
N_c		19,99	-
$N\gamma$		8,30	-
i_q	(1-0.70*6,46/(227,84+0,00)^3	0,94	-
i_c	(0,94*10,11-1)/(10,11-1)	0,94	-
$i\gamma$	(1-1.0*6,46/(227,84+0,00)^3	0,92	-
s_q	(1+1,99/2,00*0,41)	1,41	-

s_c	(1,41*10,11-1)/(10,11-1)	1,46	-
$s\gamma$	1-0.30*1,99/2,00	0,70	-
$\sigma'_{max;d}$	6,87+13,44+43,58	63,89	kN/m²
$F_{r;v;d}$	2,00 * 1,99 * 63,89	253,83	kN
$F_{s;v;d} <= F_{r;v;d}$	want 227,84 <= 253,83 kN		
	aan de eis in gedraineerde toestand is voldaan		

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.6

gedraineerde situatie art. 5.2.3.1 geval c
doorponsen bij gelaagde grond; 8° spreiding

z	sct	B'_z	L'_z	$\sigma'_{v;z;o;d}$	$\phi'_{e;d}$	$c'_{e;d}$	$\gamma'_{e;d}$	$\sigma'_{max;d}$	$F_{r;v;d}$	$F_{v;d}$	opm
-4,45	7	2,53	2,63	23,65	24,47	0,27	8,21	384,74	2563,85	318,44	-
-4,70	9	2,60	2,70	26,30	24,48	0,26	8,20	422,68	2964,60	329,04	-
-5,05	10	2,68	2,80	29,45	24,39	0,36	8,21	465,59	3500,66	341,64	-
-5,15	11	2,71	2,83	30,15	24,36	0,39	8,21	474,99	3641,14	344,44	-
-5,25	12	2,74	2,86	31,05	24,33	0,42	8,21	487,05	3806,37	348,04	-
-5,60	13	2,82	2,96	33,50	24,23	0,55	8,21	519,27	4334,67	357,84	-
-5,65	14	2,84	2,97	33,95	24,22	0,57	8,21	525,16	4424,84	359,64	-
-7,45	15	3,30	3,48	46,55	23,63	1,28	8,16	675,50	7754,18	410,04	-
-7,55	16	3,33	3,50	47,45	23,59	1,31	8,15	685,58	7997,11	413,64	-
-8,10	17	3,47	3,66	51,30	23,41	1,51	8,13	725,88	9224,04	429,04	-
-8,20	18	3,50	3,69	52,20	23,37	1,54	8,12	735,47	9489,92	432,64	-
-9,15	19	3,75	3,95	58,85	23,05	1,87	8,06	799,14	1,2E+04	459,24	-
-9,30	21	3,79	4,00	60,25	23,00	1,91	8,05	813,02	1,2E+04	464,84	-
-11,05	22	4,26	4,49	72,50	22,19	2,59	7,86	895,78	1,7E+04	513,84	-
-11,30	23	4,33	4,56	74,75	22,07	2,68	7,83	910,31	1,8E+04	522,84	-
-13,95	24	5,04	5,30	93,30	20,77	3,60	7,46	984,65	2,6E+04	597,04	-
-14,05	25	5,07	5,33	93,80	20,72	3,64	7,44	984,38	2,7E+04	599,04	-
-	**-**	**m**	**m**	**kN/m²**	**kN/m²**	**-**	**-**	**kN/m²**	**kN**	**kN**	

in alle lagen wordt voldaan aan de ponstoetsing

grenstoestand 1A: max schuifweerstand NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.3.2

gedraineerde situatie
controle op diepte funderingselement
eenzijdige ontgraving tot aanlegniveau mogelijk (met betrekking tot afschuiving).
$F_{r;p;ea;h;d} = 0$ $F_{s;a;ea;h;d} = 0$

z	$F_{s;v;d}$	$F_{s;v;d;a}$	$F_{s;v;d;z}$	$F_{s;h;d;z}$	B'_z	L'_z	ϕ'_d	$\delta_{s;d}$	$S_{r;h;d}$	$F_{h;d}$
-2,20	227,84	170,88	170,88	6,46	1,98	2,00	28,26	18,84	58,31	6,46
m	**kN**	**kN**	**kN**	**kN**	**m**	**m**	**°**	**°**	**kN**	**kN**

aan afschuivingseis in gedraineerde situatie voldaan

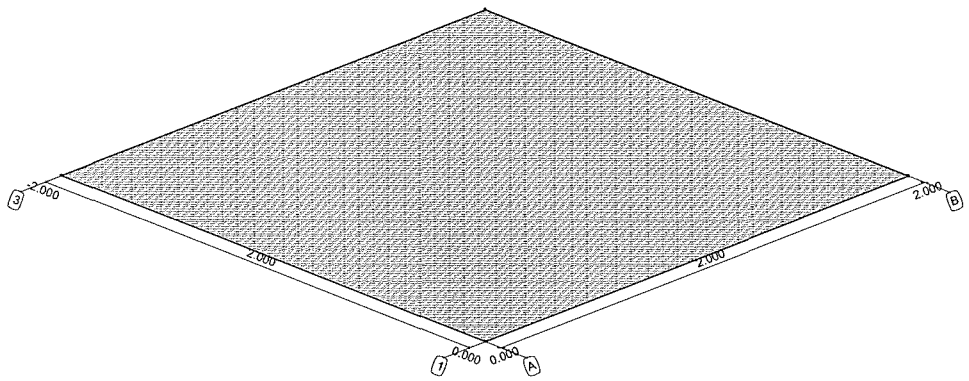
grenstoestand 2: zakking vlgs grenstoestand 2: zakking vlgs NEN-EN1997|NEN6744 art. 6

tgv momentane belastingkombinatie
(NEN-EN1990:2007 art. 6.5.3c)
spanningstoename vlgs NEN-EN1997|NEN6744 art 6.4

lg	sct	H_{lg}	z_{mid}	e	$\sigma'_{v;mid;z;o;d}$	$\Delta\sigma'_{v;mid;z;d}$	$w_{1;d}$	$w_{2;d}$	$\Sigma w_{1;d}$	$\Sigma w_{2;d}$	Σw_d
aanleg			-2,20			31,46					
1	1	0,60	-2,50	0,65	4,00	30,89	0,0021	0,0000	0,0021	0,0000	0,0021
2	2	0,65	-3,13	0,65	10,25	23,23	0,0038	0,0000	0,0059	0,0000	0,0059
3	3	0,05	-3,48	0,65	13,75	18,03	0,0001	0,0000	0,0060	0,0000	0,0060
4	4	0,75	-3,88	0,65	17,75	13,35	0,0021	0,0000	0,0081	0,0000	0,0081
5	5	0,15	-4,33	0,50	22,33	9,67	0,0008	0,0006	0,0089	0,0006	0,0095
6	6	0,05	-4,43	0,65	23,40	9,04	0,0005	0,0006	0,0094	0,0012	0,0106
7	7	0,05	-4,48	0,83	23,88	8,74	0,0006	0,0008	0,0100	0,0020	0,0120
8	8	0,20	-4,60	0,50	25,20	8,05	0,0008	0,0008	0,0108	0,0028	0,0136
9	9	0,35	-4,88	0,83	27,88	6,78	0,0030	0,0056	0,0138	0,0084	0,0222
10	10	0,10	-5,10		29,80	5,93	< 20%				
-	-	m	m	-	kN/m²	kN/m²	m	m	m	m	m
									--------	--------	--------
zetting na 10000 dagen									0,0138	0,0084	0,0222

aan zettingseis uit NEN-EN1997|NEN6740 art. 5.3 is voldaan

Projectnaam	Funderingsplaat steiger noordzijde	Projectnummer	-
Omschrijving	Funderingsplaat bij HE400 onderslagbalk	Constructeur	FvdB
Opdrachtgever	Spie	Eenheden	Eenheden
Bestand	N:\Projecten I.U\SPIE\Hoogspanning\Bleiswijk\Berekening\Funderingsplaat onderslagbalk noordzijde.mxf		



Afb. Geometrie

Geometrie

Gebied/Polylijn	Sparing	Materiaal	Dikte	Elasticiteit	Poisson	Dichtheid	Uitzetting
R1	Nee	C45/55	0.250	3.6000e+07	0.20	24.00	10.0000e-06
-	-	-	m	kN/m2	-	kN/m3	C°m

Constructieve punten

Gebieden	Punt	X	Y	Z	Ref.
R1	V1	0.000	0.000	0.000	A,1
R1	V2	0.000	-2.000	0.000	A,3
R1	V3	2.000	-2.000	0.000	B,3
R1	V4	2.000	0.000	0.000	B,1
-	-	m	m	m	-

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.gerueстbau-statik.de

Statische Berechnung

Projekt: Freileitungs-Schutzgerüst 2

Rux-Variant-Modulgerüst H= 12,00 m

bei Bleiswijk

Auftraggeber: Firma

Gerüstbau Witte GmbH

Fuggerstr. 25

Köln

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5 · 58579 Schalksmühle-Beeswinkel
Tel.: 02355/400867 · Fax: 02355/400869
für den Gerüstbau

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Vorbemerkungen:

Diese Berechnung führt die erforderlichen Nachweise für ein Stahlrohrschutz-

gerüst im Hochspannungs- und Freileitungsbau.

Es wird das Rux-Variant.Modulgerüst in Kombination mit systemfreien Gerüstbauteilen

verwendet.

Die Konstruktion besteht aus zwei Gerüstkonstruktionen, die

in einem Abstand von <= 58,00 m parallel zueinander errichtet werden.

Zwischen den Gerüsten werden im Abstand von 2,50m, entsprechend

den verwendeten Gerüstfeldlängen, Parafilseile gespannt. Die Zwischenräume

werden mit Kunststoffnetzen geschlossen.

Die Gerüste werden ballastiert. Die Ballstierung wird auf Stahl-Gitterträger, die im Gerüst eingebaut werden, aufgelagert.

Die abgestuften Gerüstscheiben haben eine Grundfläche von ca.

6,00 m Gerüstbreite

und einer Länge von	70,00 m.
Die Gerüstfeldlängen betragen	2,50 m.
Die maximale Gerüsthöhe ist	12,00 m.

Das Gerüst wird abgestuft errichtet.

Nachgewiesen werden nur Details, die von der jeweiligen Aufbau-

und Verwendungsanweisung des Gerüstsystems abweichen.

Nicht explizid untersuchte Detaillösungen werden in handwerksgerechter

Ausführung gem. den geltenden Normen und Sicherheitsvorschriften

ausgeführt und vorausgesetzt.

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Die Nachweise basieren auf eingeführten bauaufsichtlichen Bestimmungen, z.T. aber

auch auf Normen-Entwürfen, die damit den letzten Stand der Technik dokumentieren.

Die Nachweisführung erfolgt mit üblichen Näherungen und Ansätzen, die das Tragverhalten

ausreichend genau wiedergeben.

In einer der Gerüstscheiben werden auf dem Boden liegende Lastverteilungen aus HEB 400 Stahlträgern

eingebaut um eine Überbrückung eines Dükers zu entlasten. Die Träger werden plan auf dem Untergrund aufgelegt.

Auf der sicheren Seite liegend wird der Nachweis der Träger als Einfeldträger mit 12,50m Stützweite erbracht.

Die Träger weden unter den Innenständern und den Außenständern der Rüstung verlegt. Unter den Innenständern

wird 1 Träger und unter den Außenständern werden 2 Träger verlegt.

Vorschriften:

DIN 1055

DIN 4420

DIN 4425

DIN 4427

EN 74

DIN 18800

DIN 1052

DIN EN 12810/12811ff

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Zulassungen:

für das Modulgerüst Rux-Variant

Rux-Preislisten als Grundlage für die Ermittlung der Eigengewichte

Zeichnungssatz

IBS

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
58579 Schalksmühle
Tel. 02355-400867 - Fax 400869
info@geruestbau-statik.de

Auftraggeber:

Firma Gerüstbau Witte GmbH
Fuggerstr. 25
51149 Köln

Anlage: zur Statik

Blatt Nr.:

Projekt Nr.: 201006142

Bauvorhaben:
380 kV Krimpen -Bleiswijk
Bauwerk:
Freileitungs-Schutzgerüst 2

	Datum	Zeichen
gezeichnet	14.06.2010	J. Specht
geprüft		
geändert A		
B		

Mastabstand < 350m; Einfach-Leiterseil

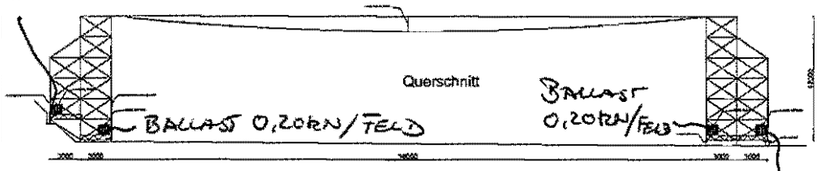
Material:
Rux-Variant-Modulgerüst
Gerüstrohre RuRo 48.3x4 (S235)
Gerüst-Kupplungen nach DIN EN 74
Parafinseile, gem. Statik
Stahl-Gitterträger Typ Rux BH45
Ballast, nach Statik

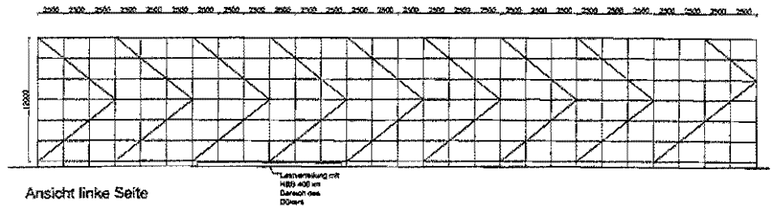
Bemerkungen/Vermerke

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5 - 58579 Schalksmühle-Reeswinkel
Tel.: 02355/400867 - Fax.: 02355/400869
für den Gerüstbau

HINWEISE IN DER STATIK BEACHTEN!

BALLAST 43 kN/FELD

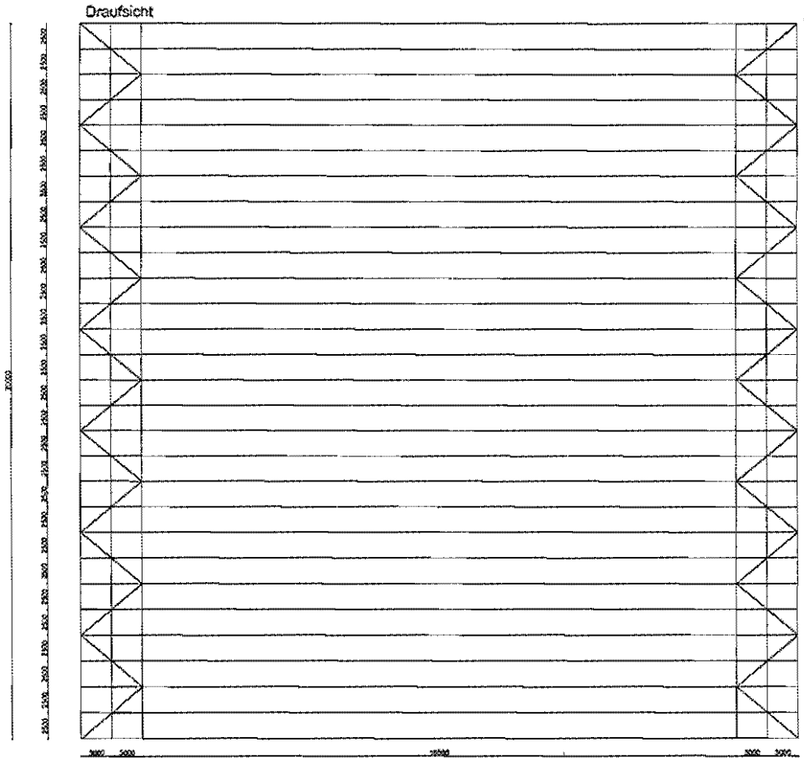


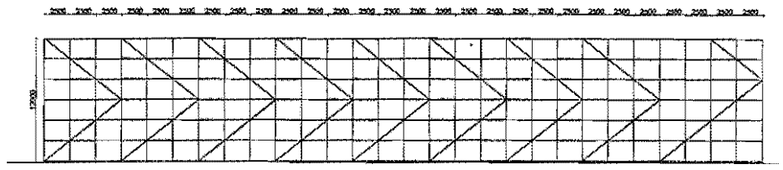


Ansicht linke Seite

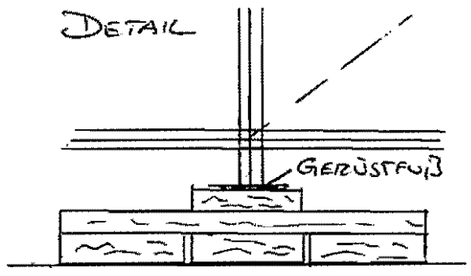
BALLAST 43 kN/FELD

Draufsicht





Ansicht rechte Seite

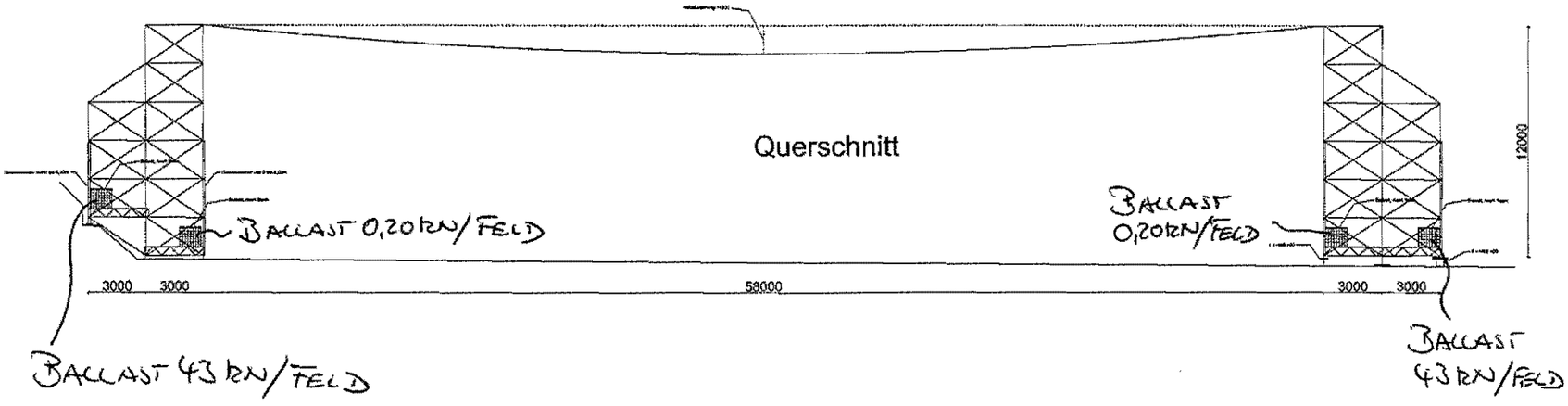


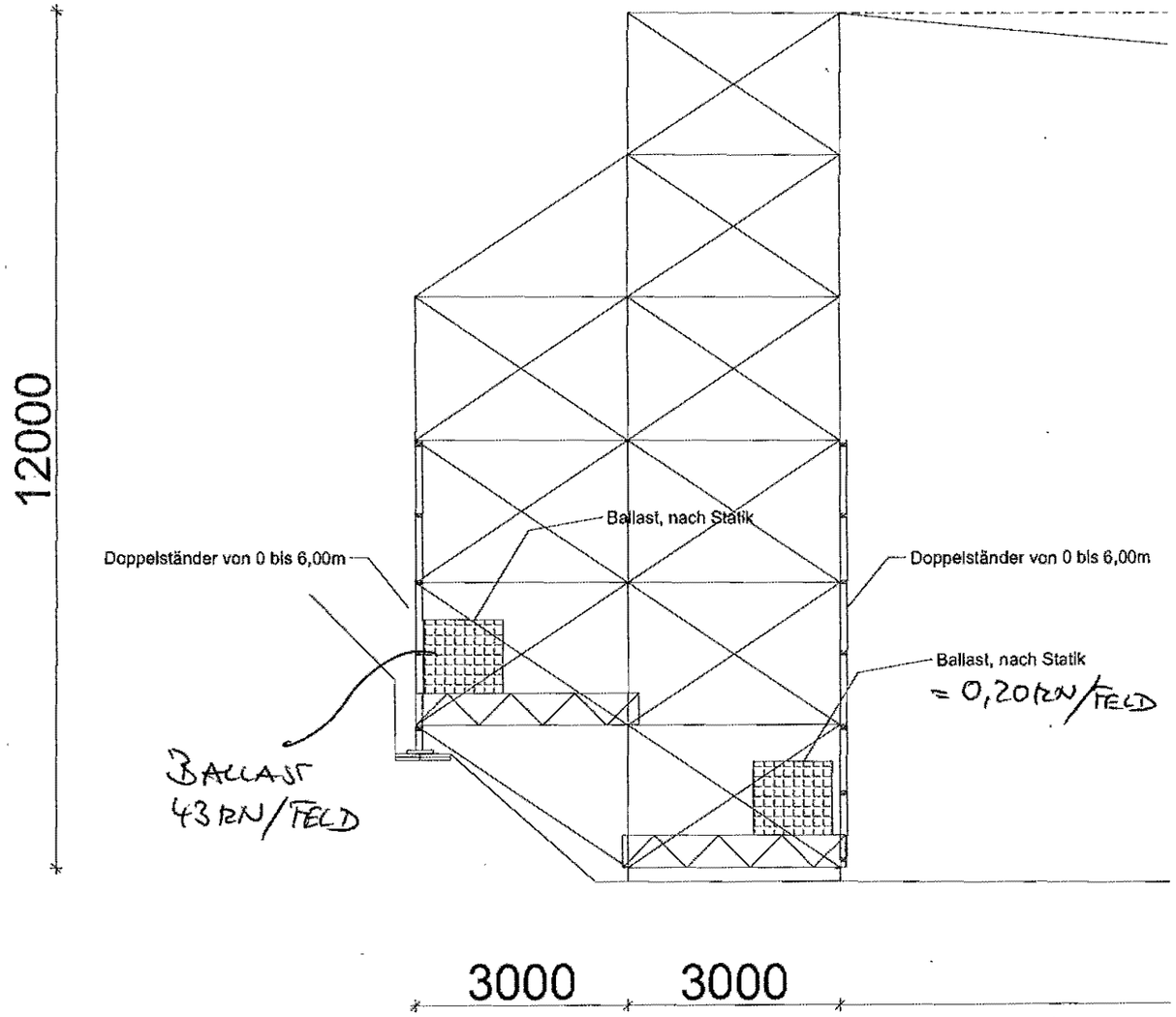
LASTVERTEILUNG AUS
3-FACHEN UNTERLEGBOHLEN

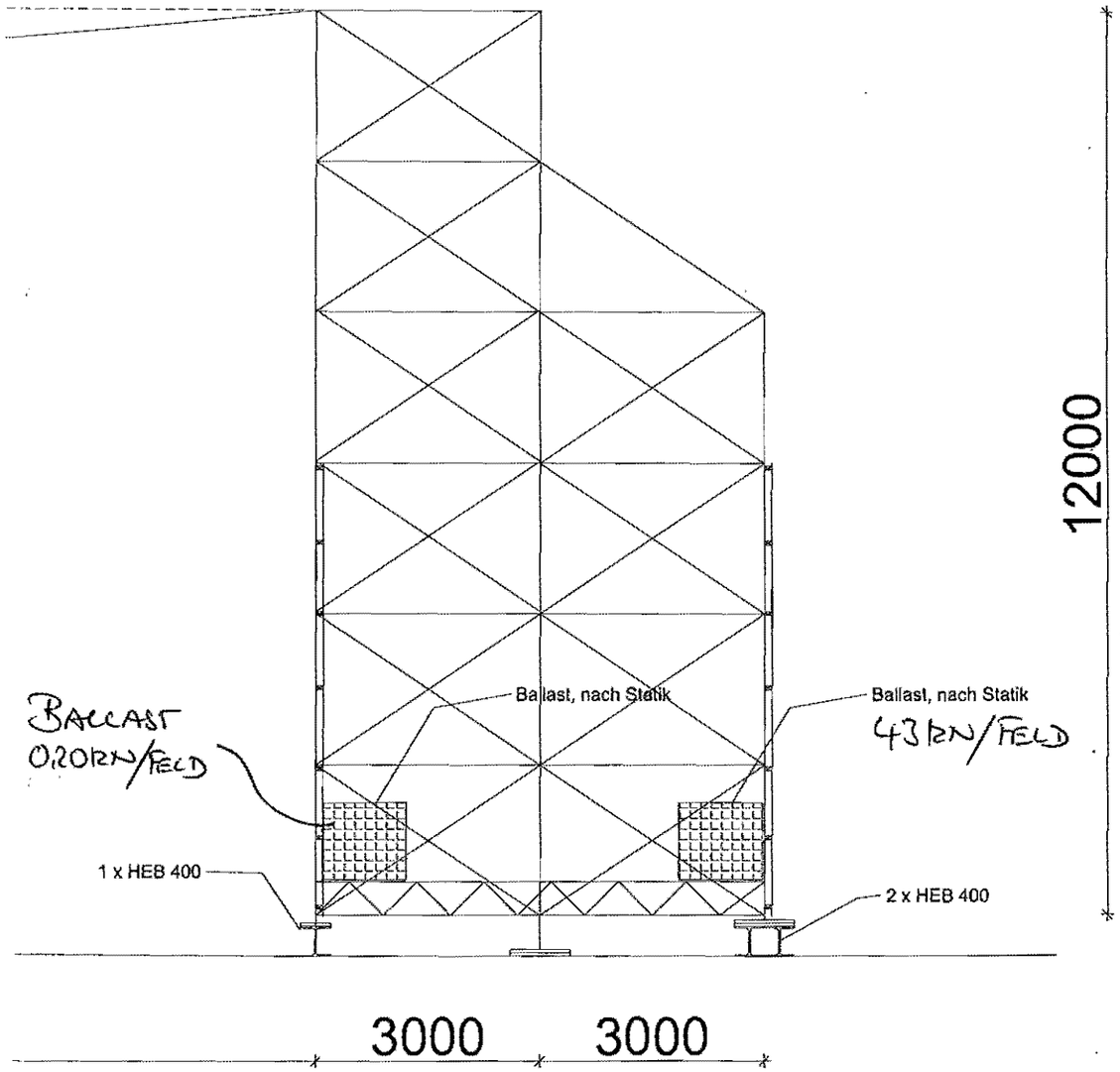
Zeichnungssatz

IBS
Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Untarm Rlod 5
58579 Schalksmühle
Tel. 02355-400867 - Fax 400869
info@geruestbau-statik.de

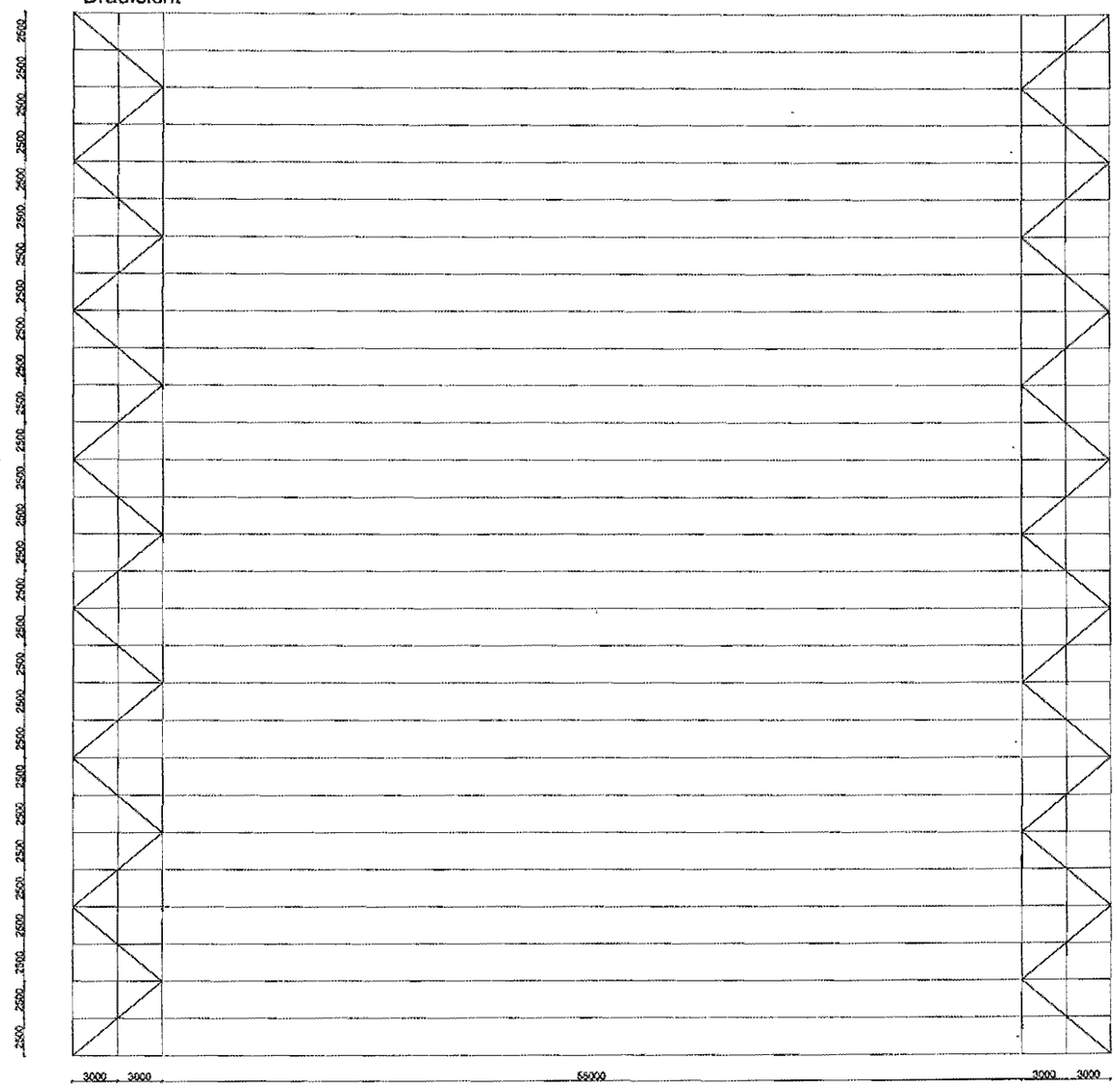
1-21-

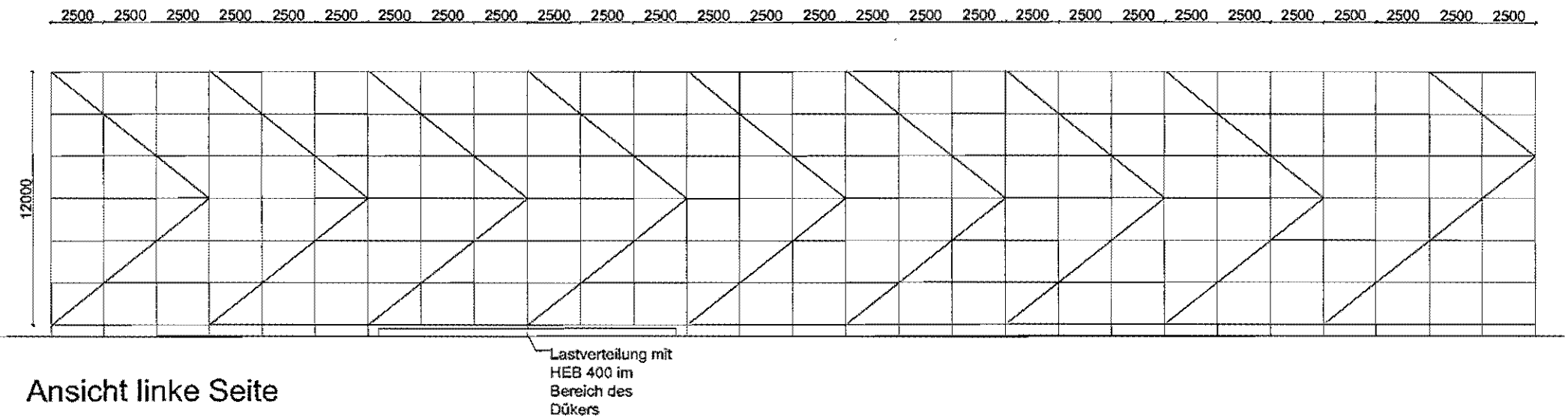

Querschnitt
12000
12000
3000
3000
58000
3000
3000
BALLAST 0,20 KN/FELD
BALLAST
0,20 KN/FELD
BALLAST 43 KN/FELD
BALLAST
43 KN/FELD


12000
Doppelständer von 0 bis 6,00m
Ballast, nach Statik
Doppelständer von 0 bis 6,00m
Ballast, nach Statik
= 0,20 kN/FELD
BALLAST
43 kN/FELD
3000
3000

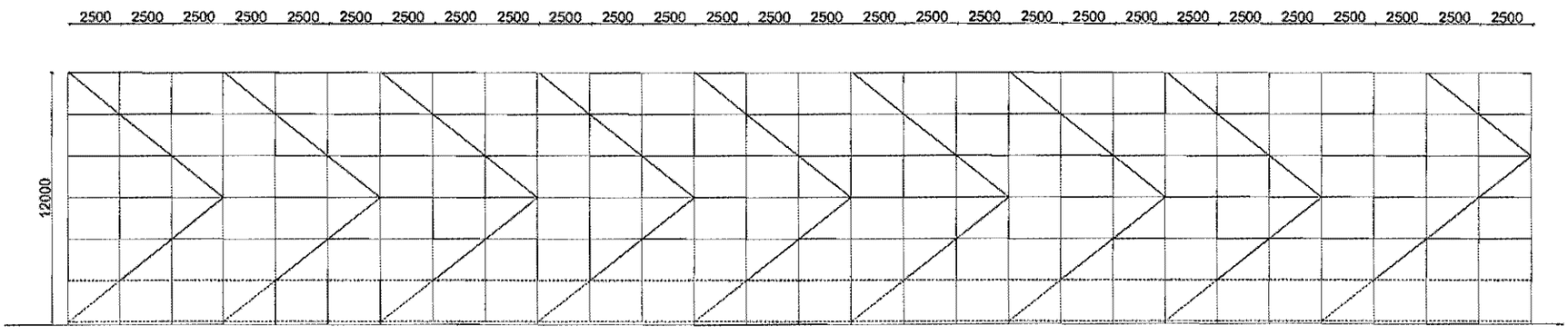

12000
Ballast, nach Statik
Ballast, nach Statik
BALLAST
0,20 KN/FELD
43 KN/FELD
1 x HEB 400
2 x HEB 400
3000
3000

Draufsicht


2500 2500 2500



Ansicht linke Seite



Ansicht rechte Seite

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Nachweisführung:

Angaben zur Freileitung:

maximaler Abstand der Maste: <= 350,00 m

Belegung: Leiterseil einfach

AL/St 265/35

ungünstigst 998,00 kg/km = 0,00998 kN/m gerundet = 0,01 kN/m

belastende Seillänge:

Ls= 350,00 x 2 / 3 = 233,33 m

(ungünstigster Fall)

Reibbeiwert: Holz/Stahl v= 0,50

Stoßfaktor, wegen freiem Fall= 1,50

horizontale Last durch das Schleifen der Seile:

Hs= 1,75 kN

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Windlasten und Staudrücke infolge von Zugverkehr (120 km/h)

Ermittlung der Windangriffsfläche je Gerüstfeldlänge aus 1,00 Rux-Variant-Gerüstscheibe

Feldlänge: FL= 2,50 m je Etage mit 2,00m Höhe

Rohre mit D= 48,30 mm

aus: Awi=

6,00 m	Ständer:	0,29 m²
7,50 m	Längsriegel	0,36 m²
4,00 m	Querdiagonale	0,19 m²
3,60 m	Längsdiagonale (anteilig)	0,17 m²
	Summe Aw=	1,02 m² je Ferüstfeld x 2,00m Höhe
Aerodynam. Faktor:	cf=	1,30
	cf x Aw=	1,32 m² je Ferüstfeld x 2,00m Höhe

je m² Gerüstfläche ergibt sich somit eine Windangriffsfläche von

cf x aw= 0,26 m²/m²

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Staudrücke gem. Europäischer Windlastkarte:



Fig. 7 Europäische Windkarte

Aufbauhöhe H [m]	Winddrücke für geographische Regionen [N/m²]			
	A/B	C	D	E
0<H≤10	544	741	968	1225
10<H≤20	627	853	1114	1410
20<H≤50	757	1031	1347	1704
50<H≤100	879	1196	1562	1977
100<H≤150	960	1306	1706	2159

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

z= 12,00 m

Bereich C: max. qz= 0,85 kN/m²

Wegen einer Standzeit von < 1Jahr darf ein statistischer Faktor k= 0,60 berücksichtigt werden.

somit ergibt sich je m² Gerüstfläche eine Windlast von

max. hw= 0,14 kN/m²

sh= 0,34 kN/m Gerüsthöhe und Ständerjoch

Die Rüstung befindet sich neben einem Eisenbahngleis. Die maximale Geschwindigkeit der Züge beträgt 120 km/h.

Die Entfernung zum Gleis ist >= 5,00m.

Auf der sicheren Seiteliegend, wird ein Staudruck infolge des Zugverkehrs von qzug= 0,10 kN/m²

in Rechnung gestellt.

Somt ergibt sich eine H-Last infolge des Verkehrs von hzug= 0,03 kN/m²

entspricht je m Gerüsthöhe x Joch shzug= 0,07 kN/m

Summe der H-Lasten aus Wind und Zugverkehr: ssh= 0,40 kN/m Gerüsthöhe und Ständerjoch

Ermittlung der Schnittgrößen je Gerüstfeld mit H= 12,00 m x L= 2,50 m infolge von Wind

Summe Hw= 4,85 kN/Feld maximaler Wert

Summe Mkw= 9,70 kNm/Feld maximaler Wert

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Ermittlung der Eigengewichte der Rüstung:

Ermittlung des Eigengewichtes je Gerüstfeld L= 2,50 x B= 6,00 m x H= 2,00

aus: Gi=

6,00 m	Ständer á 0,05kN/m	0,30 kN
7,50 m	Längsriegel á 0,05kN/m	0,38 kN
6,00 m	Querriegel á 0,05 kN/m	0,30 kN
6,40 m	Querdiagonale á 0,04kN/m	0,26 kN
3,60 m	Längsdiagonale (anteilig)á 0,04kN/m	0,14 kN

Summe Gf= 1,38 kN / Gerüstfeld

Somit ergibt sich ein Eigengewicht der Konstruktion je m³ Gerüstvolumen von

gf= 0,05 kN/m³

Ermittlung der Horizontallasten aus dem Netz und den Tragseilen:

Eigengewichte:

Netz:	gn=	0,004 kN/m²
	=	0,01 kN/m
Seil:	gs=	0,01 kN/m
Netz + Seil:	gns=	0,02 kN/m

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

Die Seile werden so montiert, dass sich in Feldmitte ein Durchhang bei einer

Länge von 58,00 von ca. 1,50 m ergibt.

H-Last infolge gns: Hgns= q x l²/(8 x f) vgl. Petersen "Stahlbau"

= 5,61 kN

Windlast parallel zum Netz:

Es wird ein aerodynamischer Beiwert von

cw= 0,05

bezogen auf die Netzfläche in Ansatz gebracht.

Netzfläche je Feld: An= Fl x L= 145,00 m²

cw x An= 7,25 m²

W-Last aus Netz je Feld: qw x k x cf= 0,66 kN/m²

Hwn= 4,81 kN / Feld

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Nachweisführung:

a. Vertikale Verstrebungen:

Im ungünstigsten Fall werden Gerüstrohrdiagonalen mit Normalkupplungen montiert.

Die zulässige Belastung eines Normalkupplung beträgt

zul. +-N= 9,09 kN

Die Länge der Diagonalen ist 3,20 m in einem

2,50 m langen Feld.

Es ergibt sich somit eine zulässige H-Last je Strebe von:

zul.+-H= 7,10 kN

Es werden 4,00 Strebe in den maßgebenden Bereichen montiert.

Somit ergibt sich zul.s H= 28,41 kN

Summe der H-Lasten aus Wind : aus Wind auf Gerüst und Netz, aus Staudruck aus Zugverkehr, aus Schleifen der Seile, aus Durchhang

Summe Hw= 17,01 kN < zul. H= 28,41 kN

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Knicknachweis der Querstreben:

je Strebe: Neigung: 2/3

maßgebende Schnittgrößen:	vorh. N=		**5,10**	kN
	Stahlgüte=	St	**37,00**	
Abmessungen:	Da=		**48,30**	mm
	t=		**2,40**	mm
	di=		43,50	mm
	A=		3,46	cm²
	W=		3,78	cm³
	I=		9,14	cm4
	I=		9,14	cm4
	i=		1,63	cm
	fy,k=		24,00	kN/cm²
Plastische Grenzschnittgrößen:	Npl=		83,06	kN
	ym=		1,10	
	Npl,d=		75,51	kN
	yf=		1,50	
	zul.+N=		50,34	kN
freie Rohrlänge:	l=		**3,60**	m
	β=		**1,00**	
	sk=		360,00	cm
	i=		1,63	cm
	λ=		221,53	

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

bezogene	λ=	2,38	BSG=	92,90
gem.Knicklinie b		κ=		0,15
		k=		3,71
		zul.-N=		-7,67 kN
		vorh.-N=		5,10 kN

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Gerüstständer:

Ermittlung des Eigengewichtes je Ständer (Innenständer ist maßgebend) :

anteilige Feldlänge:	2,50 m		
anteilige Gerüstbreite:	1,50 m		
anteilige Gerüsthöhe:	12,00 m	ergibt dV=	45,00 m³
aus g=	0,05 kN/m³ ergibt sich somit	G=	2,06 kN
aus dem Eigengewicht der Netze und Seile:		Gn=	1,45 kN

aus dem Kippmoment / Basisbreite

aus Netzen,Seilen und Wind:	ssH=	12,16 kN	
mit	12,00 m Gerüsthöhe	ergibt ein Moment von	145,96 kNm
aus Wind und H-Last aus Zugverkehr auf Gerüst ssh=	0,40 kN/m bei	12,00 m Gerüsthöhe	
ergibt ein zusätzliches Moment von	Mw=	29,09 kNm	
Summe M=	175,06 kNm		
Basisbreite der Rüstung,	6,00 m		
Somit ergibt sich eine anteilige Normalkraft im Ständer von +-Nm=		29,18 kN	
zzgl. -N infolge von g=	- Ng=	3,51 kN	
	Summe -N=	**32,69 kN**	

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Knicknachweis der Ständer:

Die Gerüstständer innen und außen werden mittels zusätzlicher paralleler Gerüstrohre mit Kupplungsverbindungen im Höhenabstand von 1,00m als Doppelständer ausgeführt. Dadurch reduziert sich die Knicklänge der Systemständer auf sk= 1,00m.

Summe	N=	-32,69	kN	
	Stahlgüte=	St	37,00	mit erhöhter ßs,gem. Zulassung
	Ständer Da=		48,30	mm
	t=		3,25	mm
	di=		41,80	mm
	A=		4,60	cm²
	W=		4,86	cm³
	I=		11,73	cm4
	i=		1,60	cm
Druckstab:	-N=		32,69	kN
Fließgrenze:	fy,k=		32,00	kN/cm²
Plastische Grenzschnittgrößen	Npl=		147,19	kN
	ym=		1,10	
	Npl,d=		133,81	kN
	yf=		1,50	
	zul.+N=		89,20	kN

Die freie Knicklänge des Stabes ist

a=	1,00	m

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

		β=		1,00
		sk=		100,00 cm
		i=		1,60 cm
		λ=		62,62
bezogene λ=	0,78	BSG=		80,50
gem.Knicklinie b		k=		0,74
		κ=		0,90
		zul.-N=		65,83 kN
		vorh. -N=		32,69 kN

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Zugverbindung der Ständerstöße:

Vorlast aus Moment:		29,18	kN
Vorlast aus Eigengewicht:	-	3,51	kN
	Summe:	25,66	kN
Je Ständer somit:	+Ns=	25,66	kN

Für den Nachweis der Ständer wird die zugfeste Verbindung der Ständerstöße mittels

Verschraubung mit M12 er Schrauben maßgebend.

Eine Schraube je Stoß (vgl. Aufbauanleitung des Herstellers)

Beanspruchungen und Beanspruchbarkeiten der

Verbindung, gemäß DIN 18800 Teil 1

vorh. N=	25,66	kN
Schrauben je Stoß und Seite	1,00	Stück
vorh V je Schraube =	25,66	kN

Kennwerte der einzelnen Bauteile:

Querschnittswerte des Ständers:

Stahlgüte	St 37	
d aussen	4,83	cm
d innen =	4,19	cm
t gurtrohr =	0,32	cm
f y,k =	32,00	kN/cm²
erhöhte Streckgrenze gem. Zulassung		
f u,k =	36,00	kN/cm²

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Querschnittswerte des Rohrverbinders:

Stahlgüte	St 37	
d RV aussen =	3,80	cm
d RV innen =	3,16	cm
t RV =	0,32	cm
f y,k =	32,00	kN/cm²
f u,k =	36,00	kN/cm²

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Einzelnachweise:

1.) Zug des geschwächten Ständers:

vorh. N= 25,66 kN

N d = vorh N * 1,5 = 38,50 kN

N R,d = Anetto Gurtrohr*f u,k /(1,25*gammaM)

Anetto Gurtrohr = (3,1415*(da*da-di*di)/4)-2*dL*tgurtrohr

Anetto Gurtrohr = 3,64 cm²

N R,d = Anetto Gurtrohr*f u,k /(1,25*gammaM) =

95,24 kN

Nachweis auf Zug

N d / N R,d < 1,00

0,40 < 1,00

Nachweis erfüllt!

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.gerueстbau-statik.de

2.) Zug des Rohrverbinders:

vorh. N= 25,66 kN

N d = vorh N * 1,5 = 38,50 kN

N R,d = Anetto RV*f u,k /(1,25*gammaM)

Anetto RV= (3,1415*(da*da-di*di)/4)-2*dL*tRV

Anetto RV= 2,60 cm²

N R,d = Anetto RV*f u,k /(1,25*gammaM) =

60,56 kN

Nachweis auf Zug

N d / N R,d < 1,00

0,64 < 1,00

Nachweis erfüllt!

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

3.) Abscheren und Lochleibung

Grenzabscherkraft für 2-schnittige Verbindung

V a,R,d = (A*aa*fu,b,k)/gammaM

mit aa = 0,60

A = A sch = 1,13 cm²

A = A sp = 0,84 cm²

entweder A sch = Schaftquerschnitt

oder A sp = Gewindequerschnitt

gammaM = 1,10

bzw. 1,25

wenn es sich um eine

einschnittige ungestütze

Verbindung handelt.

f u,b,k = Zugfestigkeit der Schraube

Festigkeit 10.9 100,00 kN/cm²

vorh V = 25,66 kN

V a,d = 38,50 kN

V a,R,d für Klasse 10.9 = 123,27 kN

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Nachweis auf Abscheren:

V a,d / V a,R,d		<	1,00
=	0,31	<	1,00

erfüllt

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

4.) Lochleibung

Grenzlochleibungskraft

V l,R,d	=	(t*dsch*alpha1*f y,k)/gammaM		
	mit	dsch =	1,20	cm
		dL =	1,40	cm
		e1=	4,20	cm
		e =	4,00	cm
		3,5*dL =	4,90	cm
		e3 =	5,02	cm
		> 3,0*1,4=	4,20	cm
alpha1	=	(1,1*e1/dL)-0,3=	3,00	
alpha1	=	(1,08*e/dL)-0,77=	2,32	
	min t = 2*0,4 cm =		0,80	cm
St 37	f y,k =		32,00	kN/cm²
St 37	V l,R,d	=	64,67	kN

Nachweis braucht hier nicht mehr geführt zu werden,

da die Grenzlochleibungskraft V l,R,d > V a,R,d ist

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

5.) Grenzbiegemoment im Bolzen

Diese Ermittlung gilt für Bolzen

mit einem Lochspiel von 0,1 bis max 3,0 mm

M R,d = W sch *(f y,b,k)/(1,25*gamma M)

mit

	W sch = r*r*r*3,1415/4=	0,17	cm³
	r =	0,60	cm
	gamma M =	1,10	
10.9	f y,b,k =	90,00	kN/cm²

Mrd= 11,10 kNcm

Mrd= 11,10 kNcm

vorh M = (V/2)*(((t1/2)+s+t2)-(t2/2))

M d 1,5*(V/2)*(((t1/2)+s+t2)-(t2/2))

mit

q2 =	V d /(2*t2) =	60,15	kNcm
q1 =	V d/(2*t1) =	60,15	kN/cm
t1 =	t-Rohrverbinder=	0,32	cm
t2 =	tgurt =	0,32	cm
d RV =	d-Rohrverbinder=	3,80	cm
s =	48,3-2*t-d RV =	0,20	cm
tinnen =	d RV innen =	3,16	cm
M d	=	9,91	kNcm

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Nachweis Biegung:

	M d / M R,d	<	1,00
10.9	0,89	<	1,00
		erfüllt	

Auf Interaktion darf verzichtet werden, wenn

V a,d / V a,R,d	<	0,25
oder		
M d / M R,d	<	0,25

Nachweis der Interaktion:

(M d / M R,d)2 + (V a,d / V a,R,d)2	<	1,00
Schraube 10.9 : 0,89	<	1,00 alle Nachweise erfüllt.

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.gerueстbau-statik.de

IBS

Ermittlung der Ballastierung zur Aufnahme der abhebenden Lasten in den jeweiligen Gerüstständern:

Ermittlung der Ballastierung im Bereich der Außenständer:

aus Summe der Kippmomente:	Mkw=	175,06	kNm/Feld
Bei einer Basisbreite der Rüstung von		6,00	m ergibt sich eine abhebende Lastkomponente von
maßgebende abhebende Last:	-V=	29,18	kN
abzgl. Eigengewicht nur Außenstände	Ga=	1,13	kN
	-V+Ga=	28,05	kN

Unter Berücksichtigung einer Sicherheit von y = 1,5 gegen Kippen ergibt sich eine erforderliche Ballastierung der

Außenständer von	erf. Ballast, außen=	42,08 kN Ballast je 2,50m Feld

Zur Ermittlung der erforderlichen Ballastierung an den Innenständern wird der Lastfall Montage maßgebend!

Die H-Lasten aus Zugverkehr und Wind auf die Standgerüste wird maßgebend!

Moment infolge von Wind und Zugverkehr:	Mw=	9,70	kNm
Bei einer Basisbreite von	6,00	m ergeben sich abhebende Lasten von	
	-V=	1,62	kN
Eigengewicht Innenständer:	Gi=	2,25	kN

erf. Ballast = 1,5 x Vi - Gi = 0,17 kN/ Gerüstfeld

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.gerueстbau-statik.de

IBS

Nachweis der Bodenpressung unter den Gerüstfußplatten:

Unter jedem Gerüstständer werden 1,00m lange und 2 x 0,29 cm = 0,58m breite, dreifache Gerüstbohlen

zur Lastverteilung unterlegt.

Die maximale Vorlast in den Rahmenständern beträgt, gem. vorheriger Berechnung:

max. V= 32,69 kN

aus Ballast zusätzlich 43,00 kN

Summe der Lasten in den Fußpunkten: sV= 75,69 kN

Die Fußplatten der Gerüstfüße haben die Abmessung: 15cm x 15 cm.

Unter ungünstigster Annahme einer Lastverteilung in der Holzpallung mit 13,5cm Dicke

von 45 Grad ergibt sich somit eine Verteilungsfläche von

dB= 15,00 + 2 x 13,50 = 42,00 cm

dL= 15,00 + 2 x 13,50 = 42,00 cm

somit Al= 1764,00 cm² = 0,18 m²

Somit ergibt sich unter der Lastverteilungsbohle eine Bodenpressung

von 75,69 / 0,18 = 429,07 kN/m²

Dies entspricht 42,91 MN/m²

Die Tragfähigkeit des Aufstellgrundes muss bauseitig untersucht werden, sofern dessen Tragfähigkeit

von der Gerüstbaufirma nicht allein nach fachlicher Erfahrung beurteilt werden kann.

Ggf. sind Bodenverbesserungsmaßnahmen erforderlich, oder die Lastverteilung unter den Fußpunkten muss vergrößert

werden.

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

Nachweis der HEB 400-Träger im Bereich des Dükers als Lastverteilung:

a. Innere Träger = 1 HEB 400:

Vorlasten aus dem Gerüst:	32,69 kN/ 2,50m =	13,08 kN/m	
aus Eigengewicht der Träger:		1,55 kN/m	
	Summe v=	14,63 kN/m	
angenommene frei Stützweite der Träger (Annahme deutlich auf der sicheren Seite): L=			12,50 m
Schnittgrößen im Träger: M=	285,65 kNm		
Q=	91,41 kN		
vorh. W=	2880,00 cm³		
vorh. sy x ts=	48,20 cm²		
Biegespannung im Träger: SIGMA=	9,92 kN/cm² << 16,00		
Schubspannung im Träger: TAU=	1,90 kN/cm² << 9,50 kN/cm²		

b. äußere Träger = 2 HEB 400:

Vorlasten aus dem Gerüst: Ständerlast + Bal	75,69 kN/ 2,50m =	30,28 kN/m	
Eigengewicht von 2 HEB 400:		3,10 kN/m	
	Summe v=	33,38 kN/m	
je Träger somit	dSv=	16,69 kN/m	
angenommene frei Stützweite der Träger (Annahme deutlich auf der sicheren Seite): L=			12,50 m
Schnittgrößen im Träger: M=	325,93 kNm		
Q=	104,30 kN		
vorh. W=	2880,00 cm³		

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

vorh. sy x ts= 48,20 cm²

Biegespannung im Träger: SIGMA= 11,32 kN/cm² << 16,00

Schubspannung im Träger: TAU= 2,16 kN/cm² << 9,50 kN/cm²

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

Hinweis:

Weitere Nachweise dürfen entfallen.

Alle nicht explizit nachgewiesene Bauteile und Bauteilkombinationen werden von der Gerüstbau-Fachfirma Witte in handwerksgerechter Ausführung unter Beachtung der geltenden Normen und Vorschriften ausgeführt.

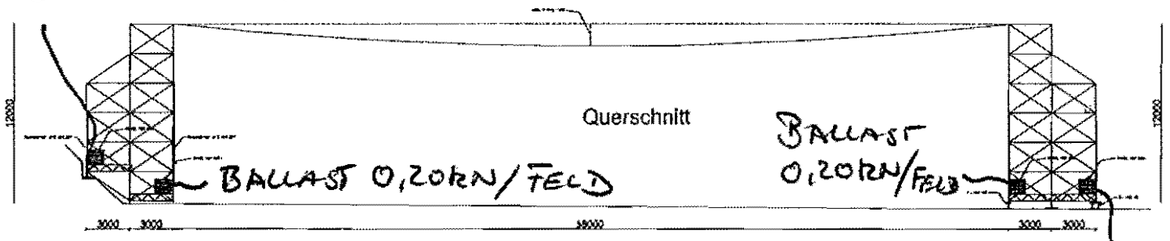
Da die Firma Witte Gerüstbau seit über 30 Jahren derartige Freileitungsgerüste errichtet, darf davon ausgegangen werden, dass diese Firma über ausreichende Erfahrung in der Erstellung derartiger Gerüst-Sonderkonstruktionen verfügt.

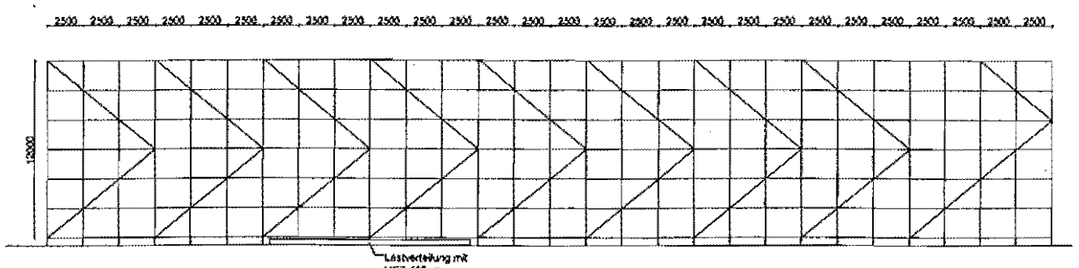
aufgestellt, Schalksmühle, den 14.06.2010

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5 - 58579 Schalksmühle-Reeswinkel
Tel.: 02355/400867 - Fax.: 02355/400869
für den Gerüstbau

BALLAST 43 kN/FELD

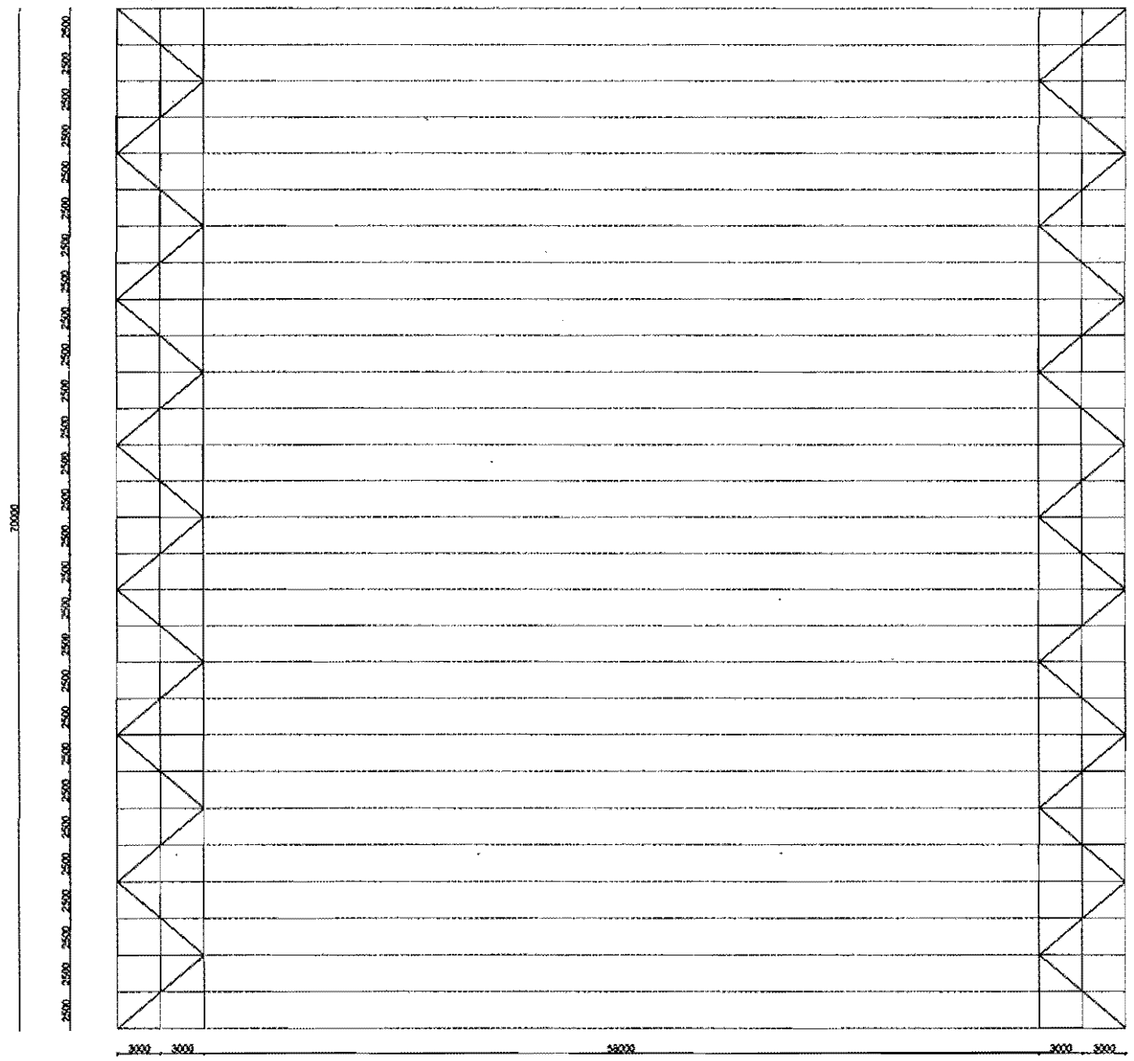


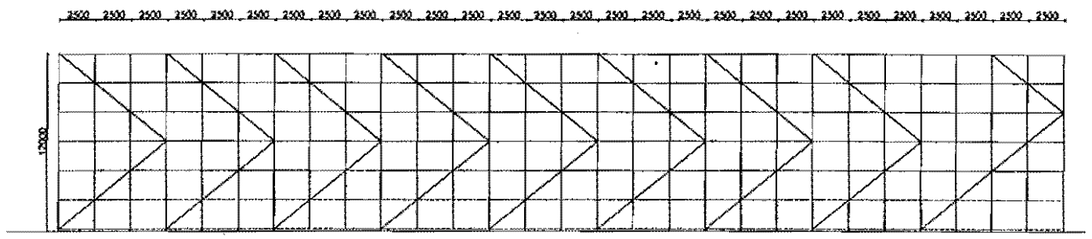


Ansicht linke Seite

BALLAST 43 kN/FELD

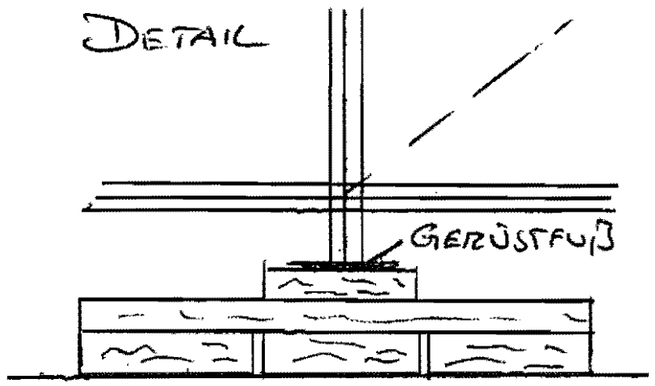
Draufsicht





Ansicht rechte Seite

DETAIL



LASTVERTEILUNG AUS 3-FACHEN UNTERLEGBOHLEN

Zeichnungssatz

IBS
Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
58579 Schalksmühle
Tel. 02355-400887 - Fax 400869
info@geruestbau-statik.de

Auftraggeber: Firma Gerüstbau Vitte GmbH, Fuggerstr. 25, 51149 Köln	Anlage zur Statik: Blatt Nr. / Projekt Nr. Baustelle:
Bauvorhaben: 380 kV Krimpen - Dürkerijk, Bauseits Freileitungs-Schutzgerüst 2	Datum: 14.06.2010 / Zeichen: J. Specht; geprüft; geändert A / B
Maschenabstand ≤ 350m; Einfach-Leitergerüst	
Material: Rux-Variant-Modulgerüst; Gerüströhre RuRo 48,3x4 (S235); Gerüst-Kupplungen nach DIN EN 74; Parallelstelle, gen. Statik; Stahl-Gitterträger Typ Rux DHS; Belast. nach Statik	Bemerkungen/Vermerke:

14-06-2010

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro Dipl.-Ing. Joachim Specht Unterm Ried 5 - 58579 Schalksmühle-Beeringhof Tel.: 02355/400887 - Fax: 02355/400869 für den Gerüstbau

-22-1


06/14/2006

