TenneT
Taking power further

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Provincie Noord-Holland
Directie SVT
T.a.v. dhr. T. Oortman Gerlings
Postbus 3007
2001 DA HAARLEM

DATUM 1 mei 2014
ONZE REFERENTIE 000.007.40.0225024
BEHANDELD DOOR David Klein Lenderink
TELEFOON DIRECT 026 373 12 52
E-MAIL david.kleinlenderink@tennet.eu
AANTAL BIJLAGEN 26

BETREFT Aanvraag vergunning Provinciale Wegenverordening 2012 Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen)

Geachte heer Oortman Gerlings,

Hierbij ontvangt u een aanvraag om vergunning in het kader van artikel 2 lid 1 Wegenverordening Noord-Holland 2012 ten behoeve van de realisatie van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen). Om de aanleg van de hoogspanningsverbinding mogelijk te maken, is het noodzakelijk om de volgende activiteiten uit te voeren:

Bovengrondse kruisingen:

aanleg

- aanleg tracé Randstad 380 kV (mast 187-186) kruisend met N205
- aanleg tracé Randstad 380 kV (mast 185-184) kruisend met N207
- aanleg tracé Randstad 380 kV (mast 208-207) kruisend met Zuidtangent

verwijdering

- verwijdering tracé 150 kV Vijfhuizen-Haarlemmermeer (mast 89-88a-88) kruisend met N205
- verwijdering tracé 150 kV Vijfhuizen-Haarlemmermeer (mast 88-88a) kruisend met N232
- verwijdering 150 kV Vijfhuizen-Haarlemmermeer (mast 70-69) kruisend met N201
- verwijdering 150 kV Haarlemmermeer-Sassenheim (mast 58-59) kruisend met N205
- verwijdering 150 kV Haarlemmermeer-Sassenheim (mast 48-47) kruisend met N207
- verwijdering 150 kV Vijfhuizen-Haarlemmermeer (mast 208-207) kruisend met Zuidtangent

Ondergrondse kruisingen:

- aanleg tracé Randstad 380 kV kabel Vijfhuizen kruisend met N205
- aanleg tracé 150 kV kabel Vijfhuizen kruisend met N205
- aanleg tracé Randstad 380 kV kabel Vijfhuizen kruisend met N232
- aanleg tracé 150 kV kabel Vijfhuizen kruisend met N232
- aanleg tracé Randstad 380 kV kabel Floriande kruisend met N201
- aanleg tracé 150 kV kabel Floriande kruisend met N201

GE1001OD UN1008

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag ingevolge artikel 2 lid 1 Wegenverordening Noord-Holland 2012 is op grond van artikel 20c 2 Elektriciteitswet door de minister bepaald dat omwille van stroomlijning en versnelling de rijkscoördinatieregeling uit de Wet ruimtelijke ordening van toepassing is (artikel 3.35). Hierbij is de minister van Economische Zaken de aangewezen minister voor de coördinatie.

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

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

De volgende bijlagen maken onderdeel uit van deze aanvraag:

0. Aanvraagformulier vergunning Wegenverordening Noord-Holland 2012
1. Tracékaart Randstad 380 kV (Zuidelijke Ringvaart-Vijfhuizen)
2. Situatietekeningen kruisingen N-wegen
3. Lengteprofielen Randstad 380 kV
4. Ontwerpnota jukkenplan
5. Uitvoeringsplan amoveren
6. Algemeen plan HDD's onder de N205
7. Berekeningen X-01 HDD kruising provinciale weg N205 t.h.v. Vijfhuizen
8. Werkmethode HDD TP13141-K-X-01 N205
9. Algemeen plan HDD's onder Drie Merenweg (2) (N205)
10. Berekeningen X-06 HDD kruising provinciale weg N205 t.h.v. Hoofddorp
11. Werkmethode HDD TP13141-K-X-06 Deltaweg
12. Algemeen plan HDD's onder Kruisweg (N201)
13. Berekeningen X-03 HDD kruising provinciale weg N201 t.h.v. Cruquius
14. Algemeen plan HDD's langs N207
15. Ontwerp nota HDD (boringen)
16. Overzichtstekening tracé HDD
17. Overzichtstekening werkterreinen en werkwegen
18. Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel A1
19. Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel A2
20. Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel 1.1
21. Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel 1.2
22. Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel 1.3
23. Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel 1.4
24. Ontwerptekeningen werkwegen opstijgpunten
25. Projectplanning

GE1001DD.UN1008

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

U ontvangt de complete aanvraag inclusief bijlagen in drievoud.

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

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.

J. (Jaap) ter Haar
Clustermanager Randstad 380 kV

GE10010D LIN1008

Overzicht bijlagen

#	Bijlage	Kenmerk
0	Aanvraagformulier vergunning Provinciale Wegenverordening 2012	
1	Tracékaart Randstad 380 kV (Zuidelijke Ringvaart-Vijfhuizen)	VKT 5.0 12-02-2014
2	Situatietekeningen kruisingen N-wegen	VKT 5.0 11-02-2014
3	Lengteprofielen Randstad 380 kV	30813059-50-13 VKT 5.0 (03-02-2014)
4	Ontwerpnota jukkenplan	VIR-0.000.020
5	Uitvoeringsplan amoveren	VIR-0.000.082
6	Algemeen plan HDD's onder de N205	VIR-0.000.501
7	Berekeningen X-01 HDD kruising provinciale weg N205 t.h.v. Vijfhuizen	VIR-0.000.516
8	Werkmethode HDD TP13141-K-X-01 N205	VIR-0.000.527
9	Algemeen plan HDD's onder Drie Merenweg (2) (N205)	VIR-0.000.506
10	Berekeningen X-06 HDD kruising provinciale weg N205 t.h.v. Hoofddorp	VIR-0.000.521
11	Werkmethode HDD TP13141-K-X-06 Deltaweg	VIR-0.000.532
12	Algemeen plan HDD's onder Kruisweg (N201)	VIR-0.000.503
13	Berekeningen X-03 HDD kruising provinciale weg N201 t.h.v. Cruquius	VIR-0.000.518
14	Algemeen plan HDD's langs N207	VIR-0.000.509
15	Ontwerp nota HDD (boringen)	VIR-0.000.018
16	Overzichtstekening tracé HDD	VIR-0.000.500
17	Overzichtstekening werkterreinen en werkwegen	VIR-0.000.245
18	Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel A1	VIR-0.000.312 VIR-0.000.313 VIR-0.000.327 VIR-0.000.328 VIR-0.000.329 VIR-0.000.330 VIR-0.000.331 VIR-0.000.332 VIR-0.000.333 VIR-0.000.334 VIR-0.000.335 VIR-0.000.336 VIR-0.000.337 VIR-0.000.338 VIR-0.000.339
19	Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel A2	VIR-0.000.354 VIR-0.000.355 VIR-0.000.356 VIR-0.000.357 VIR-0.000.358

GE1001DD.UN1006

		VIR-0.000.359 VIR-0.000.360 VIR-0.000.361 VIR-0.000.362 VIR-0.000.363 VIR-0.000.364 VIR-0.000.365 VIR-0.000.366 VIR-0.000.367
20	Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel 1.1	VIR-0.000.200 VIR-0.000.201 VIR-0.000.202 VIR-0.000.210 VIR-0.000.211
21	Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel 1.2	VIR-0.000.216 VIR-0.000.217 VIR-0.000.218 VIR-0.000.219 VIR-0.000.220 VIR-0.000.221 VIR-0.000.222 VIR-0.000.223 VIR-0.000.224 VIR-0.000.225 VIR-0.000.226 VIR-0.000.227
22	Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel 1.3	VIR-0.000.650 VIR-0.000.651 VIR-0.000.652 VIR-0.000.653 VIR-0.000.654 VIR-0.000.656 VIR-0.000.657 VIR-0.000.658 VIR-0.000.659 VIR-0.000.661 VIR-0.000.662 VIR-0.000.663 VIR-0.000.664 VIR-0.000.666
23	Werkterreintekeningen en werkwegen tracédeel 1.4	VIR-0.000.248 VIR-0.000.249 VIR-0.000.250 VIR-0.000.251

GE1601DD.UN1008

		VIR-0.000.252 VIR-0.000.253 VIR-0.000.254 VIR-0.000.255 VIR-0.000.256 VIR-0.000.257 VIR-0.000.258 VIR-0.000.259 VIR-0.000.260 VIR-0.000.261 VIR-0.000.262 VIR-0.000.263 VIR-0.000.264 VIR-0.000.265 VIR-0.000.266 VIR-0.000.267 VIR-0.000.268 VIR-0.000.269 VIR-0.000.270
24	Ontwerptekeningen werkwegen opstijgpunten	VIR-0.000.398 VIR-0.000.384
25	Projectplanning	VIR-0.000.021

TenneT
Taking power further

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Provincie Noord-Holland
T.a.v. T. Oortman Gerlings
Postbus 3007
2001 DA / HAARLEM

DATUM 6 augustus 2014
UW REFERENTIE 000.007.40.0264843
BEHANDELD DOOR David Klein Lenderink
TELEFOON DIRECT 026 373 12 52
E-MAIL david.kleinlenderink@tennet.eu

BETREFT Overzicht aanvullingen aanvraag vergunning Provinciale Wegenverordening 2012 Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen)

Geachte heer Oortman Gerlings,

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

Ten aanzien van de ingediende aanvraag zijn verschillende wijzigingen doorgevoerd. De wijzigingen zijn doorgevoerd naar aanleiding van overleg met het Hoogheemraadschap van Rijnland. De hieronder - in bijlage 4, 21, 22, 23 en 24 - genoemde documenten zijn gewijzigd. Wij verzoeken u om deze documenten te vervangen. Het betreffen alleen wijzigingen die van belang zijn voor het Hoogheemraadschap van Rijnland. Deze wijzigingen betreffen dus geen vergunningplichtige activiteiten voor de Provincie Noord-Holland. We verzoeken u wel om de nieuwe versie van de documenten mee te nemen in het ontwerpbesluit omwille van de eenheid van alle samenhangende besluiten in het kader van de rijkscoördinatieregeling. Het betreffen de volgende wijzigingen:

- Het document '*Ontwerpnota Jukkenplan*' (VIR-0.000.020) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 4 van de aanvraag
- Het document '*Werkterreinen en werkwegen Situatie mast 206 Gemeente Haarlemmermeer / Waterschap Rijnland*' (VIR-0.000.222) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 21 van de aanvraag
- Het document '*Werkterreinen en werkwegen Situatie mast 202 Gemeente Haarlemmermeer / Waterschap Rijnland*' (VIR-0.000.225) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 21 van de aanvraag
- Het document '*Werkterreinen en werkwegen Situatie mast 201 Gemeente Haarlemmermeer / Waterschap Rijnland*' (VIR-0.000.226) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 21 van de aanvraag
- Het document '*Werkterreinen en werkwegen Situatie boring X03 en X04 Gemeente Haarlemmermeer / Waterschap Rijnland*' (VIR-0.000.653) is aangepast ten opzichte van de eerder

ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 22 van de aanvraag

- Het document '*Werkterreinen en werkwegen Situatie mast 193 Gemeente Haarlemmermeer / Waterschap Rijnland*' (VIR-0.000.256) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 23 van de aanvraag
- Het document '*Werkterreinen en werkwegen Situatie mast 185 Gemeente Haarlemmermeer / Waterschap Rijnland*' (VIR-0.000.265) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 23 van de aanvraag
- Het document '*Ontwerp opstijgpunten situatie OSP 181 Gemeente Haarlemmermeer / Waterschap Rijnland*' (VIR-0.000.398) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 24 van de aanvraag
- Het document *Ontwerp opstijgpunten situatie OSP* 213 *Gemeente Haarlemmermeer / Waterschap Rijnland*' (VIR-0.000.384) is aangepast ten opzichte van de eerder ingediende versie. De nieuwe versie is toegevoegd aan bijlage 24 van de aanvraag

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

Hoogachtend,

TenneT TSO B.V.

J. (Jaap) ter Haar
Clustermanager Randstad 380 kV

Inhoudsopgave

0	Aanvraagformulier vergunning Provinciale Wegenverordening 2012
Bijlage 1	Tracékaart Randstad 380 kV (Zuidelijke Ringvaart-Vijfhuizen) VKT 5.0 12-02-2014
Bijlage 2	Situatietekeningen kruisingen N-wegen VKT 5.0 11-02-2014
Bijlage 3	Lengteprofielen Randstad 380kV 30813059-50-13 VKT 5.0 (03-02-2014)
Bijlage 4	Ontwerpnota jukkenplan VIR-0.000.020 VIR-0.000.503

WEGWERKZAAMHEDEN

Provincie Noord-Holland

• Aanvraag om vergunning/ontheffing

ingevolge de Wegenverordening Noord-Holland

Gericht aan
Gedeputeerde Staten van Noord-Holland
Unit SHV / VG / OMG
Postbus 3007
2001 DA HAARLEM

☐ **aankruisen wat van toepassing is** **°) doorhalen wat niet van toepassing is**

Aanvrager

Naam : TenneT TSO BV
Adres : Utrechtseweg 310
Postcode : Postbus 718 / 6800 AS Plaats: Arnhem
Hoedanigheid : (bv. nutsbedrijf, aannemer, architect)
Contactpersoon : David Klein Lenderink Telefoon: 026 373 12 52
Voor contactgegevens zie begeleidende brief bij deze aanvraag.

Aanvrager

Naam :
Adres :
Postcode : Plaats:
Contactpersoon : Telefoon:

De aanvrager en/of aannemer zijn wel/niet °) in het bezit van een ontheffing RVV 1990.
(zie ommezijde, 'Minimaal vereiste bescheiden' en 'Mededelingen')

Vergunning / ontheffing°) wordt gevraagd voor:

☐ het leggen van (een) leiding(en) (buizen en kabels daaronder begrepen)
☐ het verleggen van (een) leiding(en): vergunningnummer:
☐ het maken van (een) uitweg(en) ☐ tijdelijk ☐ permanent
☐ het geheel/gedeeltelijk °) vernieuwen van
☐ het verwijderen van
☒ andere werken/handelingen °), nl. Het kruisen van de N-wegen: N205, N232, N201 N207 en Zuidtangent met een bovengrondse en ondergrondse hoogspanningsverbinding.

Beoogde instandhoudingstermijn in geval van tijdelijk werk: Permanent

Aanvang en doorlooptijd
Geplande aanvang: Zie voor de planning de bijlagen bij deze aanvraag.
Geplande doorlooptijd:

Werkterrein

Adres : zie bijlagen bij de aanvraag

Plaatselijke benaming :

Weg(en)nummer(s) :

Kilometrering :

Wordt er gesloten verharding opengebroken:	☐ ja	☐ nee	☐ n.v.t.	zie bijlagen bij de aanvraag
Wordt er tegelverharding opengebroken:	☐ ja	☐ nee	☐ n.v.t.	
Wordt er klinkerbestrating opengebroken:	☐ ja	☐ nee	☐ n.v.t.	
Zijn er bomen aanwezig:	☐ ja	☐ nee	☐ n.v.t.	
Is er overige beplanting aanwezig:	☐ ja	☐ nee	☐ n.v.t.	
Zijn er leidingen van verkeersregelinstallatie(s) aanwezig:	☐ ja	☐ nee	☐ n.v.t.	
Zijn er overige leidingen aanwezig:	☐ ja	☐ nee	☐ n.v.t.	
Is er openbare verlichting aanwezig:	☐ ja	☐ nee	☐ n.v.t.	

Leidingen

Aantal :

Bestemming : (bv. water, openbare telcommunicatie)

Lengte werk :

Eigen gebruik/derden*); toelichting :

Uitweg

Gebruik : (bv. (land)bouwverkeer, vrachtverkeer)

Aantal te verwachten verkeersbewegingen per dag :

Aanvullende informatie

zie begeleidende brief en bijlagen bij de aanvraag.

Plaats : Arnhem Datum : 01-05-2014

Handtekening van de aanvrager :

Aantal bijlage(n) : 26

* *aankruisen wat van toepassing is*

Minimaal vereiste bescheiden

- tekening(en) schaal 1:500 of 1:1000
- situatie- of overzichtstekening
- tekening(en) met de doorsneden (indien van toepassing)
- details (indien van toepassing)
- foto's van het werkterrein (indien van toepassing)
- verkeersplan (indien van toepassing)
- ingeval van verleggen van (een) leiding(en): kopie van de eerder door ons verleende vergunning
- kopie van de ontheffing RVV 1990 (zie 'Mededelingen', punt 7)

Mededelingen:

1 Voor het in behandeling nemen van de aanvraag zijn de kosten verschuldigd, genoemd in de Legesverordening Noord-Holland.

2 De aanvraag en tekeningen dienen in 5-voud te worden ingediend.

3 Alle bescheiden moeten door de aanvrager of gemachtigde zijn ondertekend.

4 Op de vergunning/ontheffingaanvraag wordt in beginsel beslist binnen 8 weken na ontvangst of nadat nadere stukken zijn ontvangen. Nadere stukken dienen te worden ingezonden binnen 4 weken nadat de Unit Vergunning Omgeving daar om heeft verzocht.

5 Indien de onder punt 4 genoemde 'beslistermijn' dreigt te worden overschreden, wordt een nieuwe afhandelingsdatum vastgesteld, welke schriftelijk aan aanvrager (gemachtigde) wordt bevestigd.

6 De aanvrager van een vergunning/ontheffing is zelf verantwoordelijk voor het verkrijgen van eventueel nog benodigde vergunnin-gen/ontheffingen van overige bestuursorganen. Hierbij kan worden gedacht aan een bouwvergunning van de gemeente of een ontheffing van een waterschap op grond van de keur.

7 Indien de aannemer niet in het bezit is van een ontheffing van het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens 1990 (RVV 1990)
en deze wel nodig blijkt te zijn, wordt dit document verleend en meegezonden met de vergunning/ontheffing.

Meer informatie : www.noord-holland.nl (Digitaal Loket)
Telefoonnummer : 0800 9986734 (gratis)
Telefax : 023 514 51 47

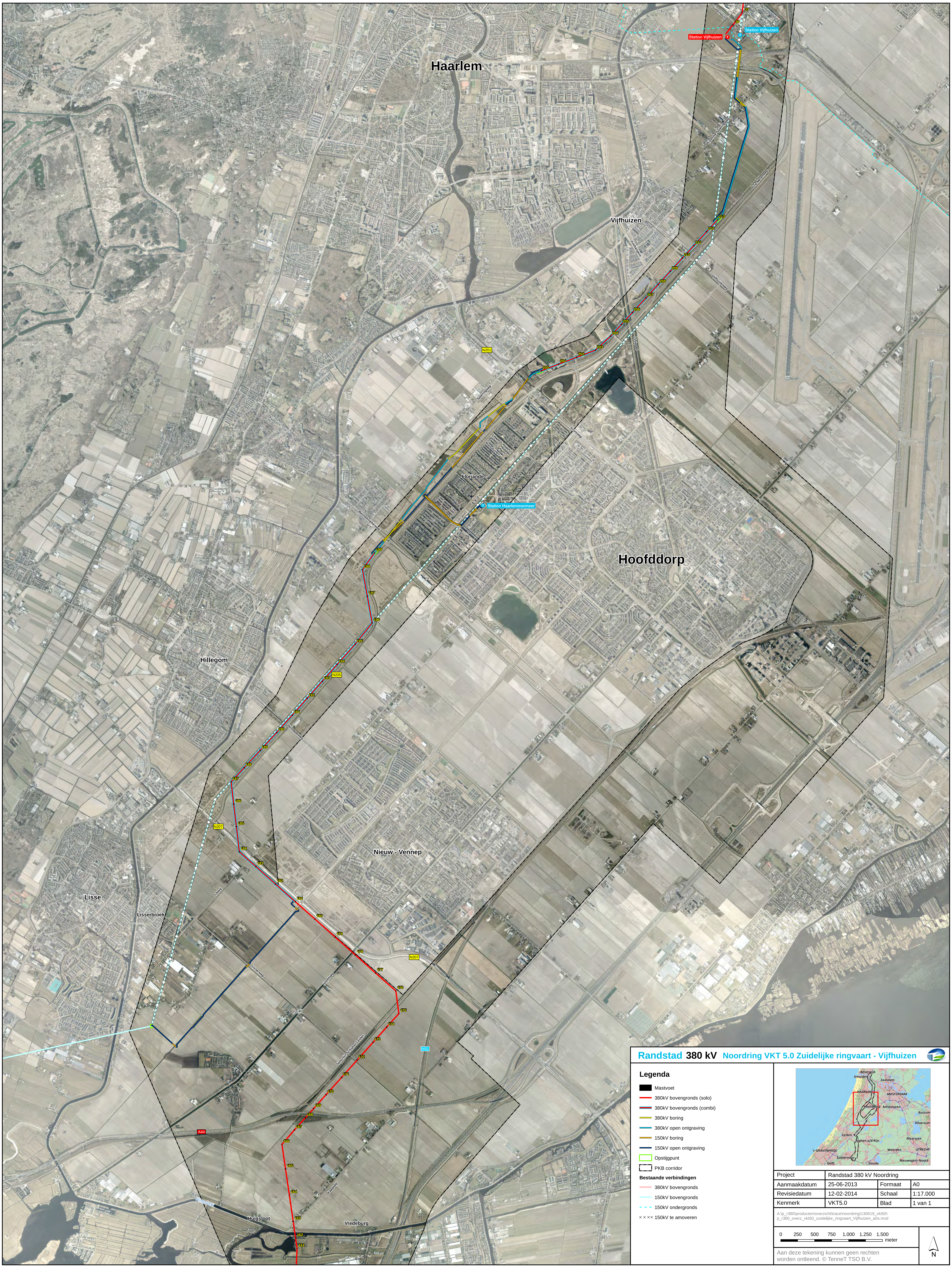
Bijlage 1

Tracékaart Randstad 380 kV

(Zuidelijke Ringvaart-Vijfhuizen)

Randstad 380 kV

Noordring VKT 5.0 Zuidelijke ringvaart - Vijfhuizen



Randstad 380 kV Noordring VKT 5.0 Zuidelijke ringvaart - Vijfhuizen

Legenda

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

Bestaande verbindingen

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

Project	Randstad 380 kV Noordring		
Aanmaakdatum	25-06-2013	Formaat	A0
Revisiedatum	12-02-2014	Schaal	1:17.000
Kenmerk	VKT5.0	Blad	1 van 1

A:\p_r380\producten\overzicht\trace\noordring\130619_vkt50\p_r380_overz_vkt50_zuidelijke_ringvaart_Vijfhuizen_a0s.mxd

0 250 500 750 1.000 1.250 1.500 meter

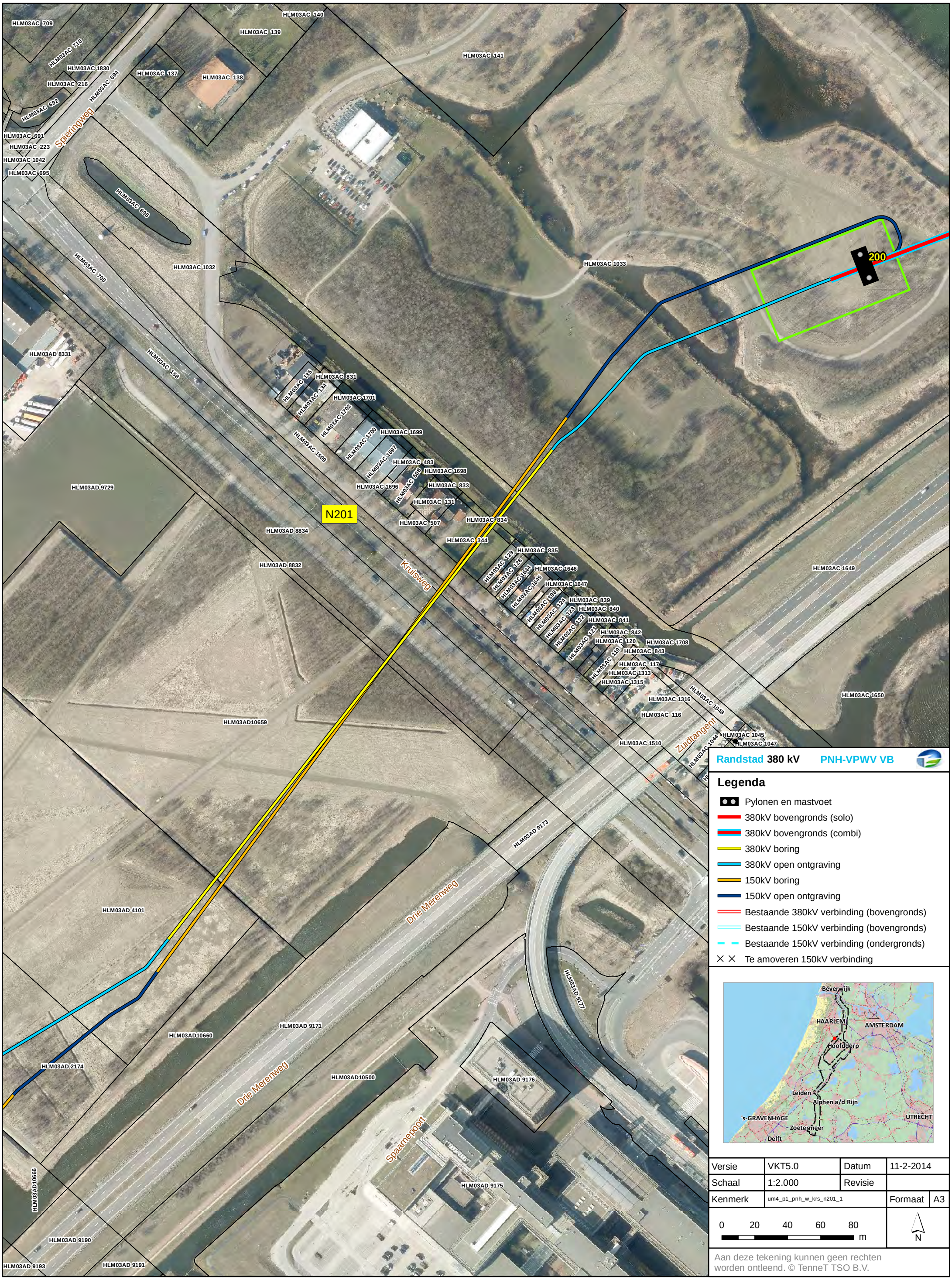
N

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

Bijlage 2

Situatietekeningen kruisingen N-wegen

Randstad 380 kV PNH-VPWV VB



Legenda

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

Versie	VKT5.0	Datum	11-2-2014
Schaal	1:2.000	Revisie	
Kenmerk	um4_p1_pnh_w_krs_n201_1	Formaat	A3

0 20 40 60 80 m

N

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

Randstad 380 kV PNH-VPWV VB

Randstad 380 kV **PNH-VPWV VB**

Legenda

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

Versie	VKT5.0	Datum	11-2-2014
Schaal	1:2.000	Revisie	
Kenmerk	um4_p1_pnh_w_krs_n201_2	Formaat	A3

0 20 40 60 80 m

N

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

Randstad 380 kV PNH-VPWV VB

HLM03AF 3385
HLM03AF 228
HLM03AF 3073
HLM03AF 41
HLM03AF 3214
HLM03AF 121
HLM03AF 3213
HLM03AF 3481
HLM03AF 388
HLM03AF 70
HLM03AF 3211
HLM03AF 3212
HLM03AF 3077
HLM03AF 3078

50
188
49
187
N205
48
186

Legenda

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

Versie	VKT5.0	Datum	11-2-2014
Schaal	1:2.000	Revisie	
Kenmerk	um4_p1_pnh_w_krs_n205_2	Formaat	A3

0 20 40 60 80 m

N

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

Randstad 380 kV PNH-VPWV VB

197
196
58
59
N205
HLM03AE 1450
HLM03AE 1447
HLM03AE 1451
HLM03AE 1209
HLM03AE 1358
HLM03AE 2640
HLM03AE 4032
HLM03AE 391
HLM03AE 2554
HLM03AE 2555
HLM03AE 752
HLM03AE 2553
HLM03AE 2552
HLM03AE 2548
HLM03AE 2549
HLM03AE 2550

Randstad 380 kV PNH-VPWV VB

Legenda

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

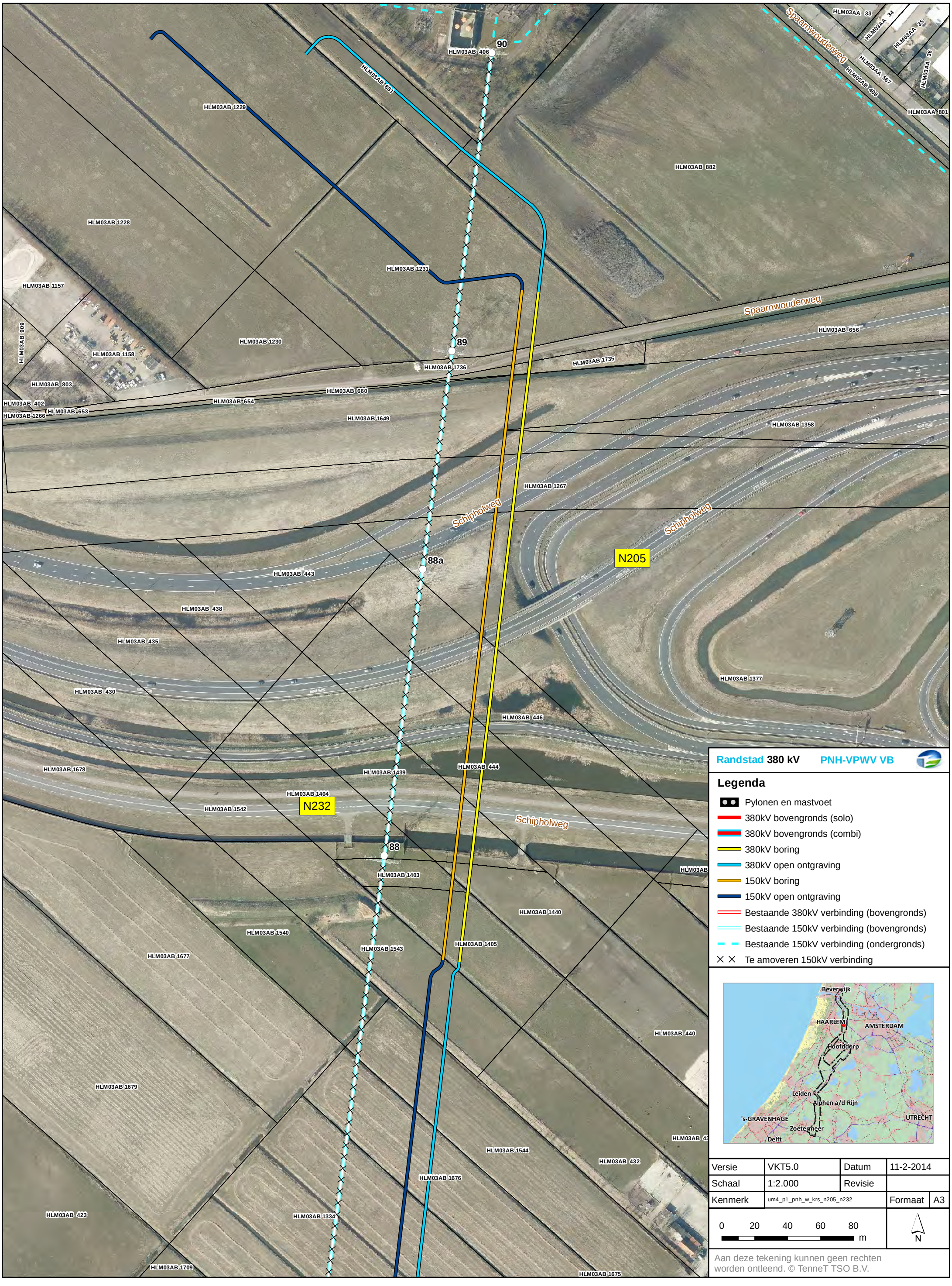
Versie	VKT5.0	Datum	11-2-2014
Schaal	1:2.000	Revisie	
Kenmerk	um4_p1_pnh_w_krs_n205_3	Formaat	A3

0 20 40 60 80 m

N

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

Randstad 380 kV PNH-VPWV VB



Legenda

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

Versie	VKT5.0	Datum	11-2-2014
Schaal	1:2.000	Revisie	
Kenmerk	um4_p1_pnh_w_krs_n205_n232	Formaat	A3

0 20 40 60 80 m

N

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

Randstad 380 kV PNH-VPWV VB

185
184
N207
HLM03AF 3077
HLM03AF 3078
HLM03AF 3355
HLM03AF 3354
HLM03AF 3399
HLM03AF 371
HLM03AF 3091
HLM03AF 3092
HLM03AF 3357
HLM03AF 3400
HLM03AF 381
Leimuidenweg
HLM03AF 3356
HLM03AF 205
HLM03AF 3405
HLM03AF 269
HLM03AF 207
HLM03AF 209
HLM03AF 362
HLM03AF 325
HLM03AF 282
HLM03AF 327
HLM03AF 326
HLM03AF 281

Randstad 380 kV PNH-VPWV VB

Legenda

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

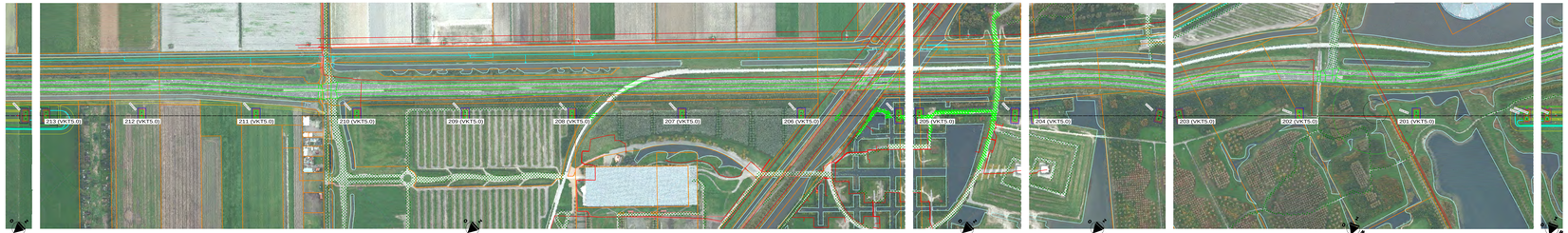
Versie	VKT5.0	Datum	11-2-2014
Schaal	1:2.000	Revisie	
Kenmerk	um4_p1_pnh_w_krs_n207	Formaat	A3

0 20 40 60 80 m

N

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

Bijlage 3 Lengteprofielen Randstad 380 kV



Legenda

Feature Code	Feature code - Description	Symbol	Ref	0.70	0.75	1.1	1.2	1.13	1.14					
			Ice & Wind	0.725	0.725	0.725	0.725	0.725	0.725					
			Name	Max. Conn. Wind (m/s)	Max. Conn. Ice (m/s)	Max. Conn. Wind+Ice (m/s)	Max. Conn. Wind+Ice (m/s)	Max. Conn. Wind+Ice (m/s)	Max. Conn. Wind+Ice (m/s)	Max. Conn. Wind+Ice (m/s)	Max. Conn. Wind+Ice (m/s)	Max. Conn. Wind+Ice (m/s)	Max. Conn. Wind+Ice (m/s)	Max. Conn. Wind+Ice (m/s)
	1	Ophaalsteun/ophefconsgeteel		7.95	2.95	0.0	0.1	10.25	5.95	3.50		0.00	0.00	
	2	Ophaalsteun geteel		8.56	3.56	0.0	0.0	10.85	5.95			7.50	3.56	3.56
	3	Ophaalsteun		8.56	3.56	0.0	0.0	10.85	5.95	3.50				
	4	Ophaal (Ophaal + Plat)		8.56	3.56	0.0	0.0	10.85	5.95			0.00	0.00	3.50
	5	Ophaal (Ophaal + Plat)		8.56	3.56	0.0	0.0	7.95	5.95			0.00	0.00	3.56
	6	Ophaal		8.56	3.56	0.0	0.0	10.85	5.95			0.00	0.00	3.50
	7	Ophaal- en opgaandeconsgeteel		8.56	3.56	10.2	5.1	11.45	5.95	3.50		0.00	0.00	3.50
	8	Opgaand en opstreekgeteel		8.56	3.56	10.2	5.1	11.45	5.95			0.00	0.00	3.50
	9	Abeidsteun zonder tracte		8.56	3.56	0.0	0.0	10.85	5.95			7.50	3.56	3.56
	10	Abeidsteun met tracte		14.66	9.66	10.6	4.6	14.15	9.66			11.60	9.66	9.66
	11	Abeidsmagnet 180m m-meter		8.56	3.56	10.2	5.1	10.85	5.95			10.00		3.50
	12	Abeidsmagnet 180m dn meter		11.56	6.56	10.6	4.6	14.85	9.66			10.00		6.56
	13	Abeidsmagnet 240m dn meter		11.56	6.56	10.6	4.6	14.85	9.66			10.00		6.56
	14	Abeidsmagnet 180m dn meter		11.56	6.56	10.6	4.6	14.85	9.66			10.00		6.56
	15	Meter		8.56	3.56	0.0	0.0	9.45	5.95			0.00	0.00	3.56
	16	Tussenpunt - Hoppunt/meter, kantten A-E		8.56	3.56	0.0	0.0	9.45	5.95			0.00	0.00	3.56

- 4 x Compenseller geleider
- Bliksemdraad
- OPGW
- 150kV
- 380kV
- LS.B.marker Lv.m. SKVN W2, 300m maaiken
- LK.Z.marker Lv.m. SKVN W2, 300m maaiken
- LK.4.marker Lv.m. SKVN W4, 400m maaiken
- LK.5.marker Lv.m. SKVN W4, 400m maaiken
- Minimale vrije ruimte voor 45kV (ontwikkeld)
- Vervolgfiguur waar extra ruimte nodig is bovenop de minimale vrije ruimte

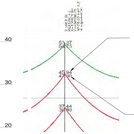
Project: Randstad 380kv Noord Engineering

Hoogspanningslijn:150-380kv Bleiswijk - Vijfhuizen

Calculaties uitgaand:
- NEN - EN 50341-3 en NEN - EN 50341-1-3 (NNA)
- Tennet specificaties
Wind zone: Zone 2
Zone 1 = 0.60
Zone2 = 0.725
Ct bij beide geleider = 1.2
Ijs regio = III

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

LEGENDA onderleggers
Wegen, sloten en bestaande HS-lijnen
Waterkeringen
Kabels en leidingen
Perceelgrenzen
Waterkeringen en beschermzones



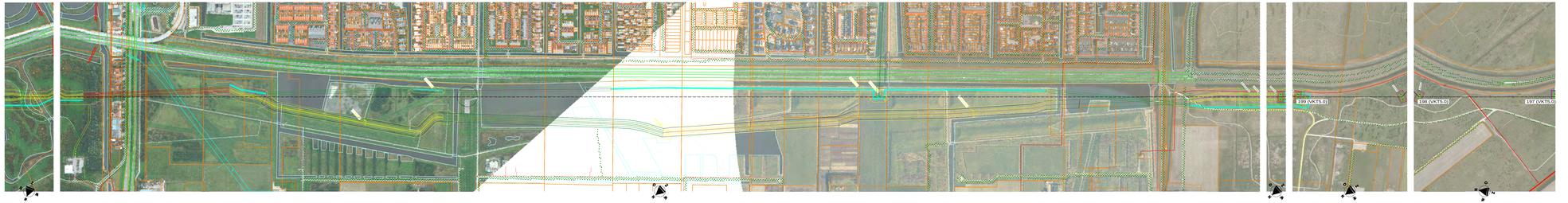
5.0	Update VKT 5.0 markeerpalen 215, 227 en check leidraadpalen 198 - 197 conform RPO '20	29/10/2021	MLC	EKA	JJM
4.0	Update leidraadpalen 198 en 197 en check markeerpalen	28/10/2021	MLC	EKA	JJM
3.0	Verwerk Tennet opmerkingen	28/09/2021	MLC	EKA	JJM
2.0	Update VKT 5.0 markeerpalen 216 conform RPO '19	26/09/2021	MLC	EKA	JJM
1.0	Eerste uitvoer	24-08-2021	MLC	EKA	JJM
rev	omschrijving	datum	gecontr.	gecontr.	

KEMA ENV

Schaal: Horiz. 1:1000 Vert. 1:500 | A2+ | Tek.nr. kaartvlakken.tek.nr | Blad 1 van 11 | Map 5.0

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

© DNV KEMA Energy & Sustainability



Legenda

Feature Code	Feature code - Description	Default	Ref	0.70	0.75	1.1	1.2	0.10	0.12					
			Ref Ruwweg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
			Default	Max Conn. Width (m)	Max Conn. Width (m)	Max Conn. Width (m)	Max Conn. Width (m)	Max Conn. Width (m)	Max Conn. Width (m)	Min Conn. Width (m)	Min Conn. Width (m)	Min Conn. Width (m)	Min Conn. Width (m)	Min Conn. Width (m)
1	Driehoekssteun profielsegment		7.85	2.35	0.2	0.1	10.35	5.95	1.50		0.00	0.00		
2	Dubbelmast geland		8.56	3.06	0.9	0.8	11.05	5.95			7.60	3.00		3.00
3	Hoekmast		4.50	0.00	0.8	0.7	6.99	5.95			3.55	0.00		
4	Portaal (Delta) + (Tijn)		4.50	0.00	0.8	0.8	6.99	5.95				0.00	0.00	0.00
5	Portaal (Delta) + (Tijn)		5.35	0.85	0.2	0.0	7.85	5.95				0.00	0.00	0.00
6	Portaal		4.50	0.00	0.8	0.7	6.99	5.95				0.00	0.00	0.00
7	Tuidr. tot stopschroefmoeren		8.56	3.06	10.7	9.1	11.05	5.95	1.50		0.00	0.00		
8	Tuidraagpunt op portaalmast		8.56	3.06	0.9	0.8	11.05	5.95			7.60	3.00		3.00
9	Tuidr/fund. tussen hoeken		8.56	3.06	0.9	0.8	11.05	5.95			7.60	3.00		3.00
10	Tuidr/plaat met hoek		11.60	6.06	13.8	4.8	14.15	5.95			10.36	3.06		3.06
11	Wartelmast 150+ kV-mast		8.56	3.06	10.8	9.2	11.05	5.95			10.36	3.06		3.06
12	Wartelmast 150+ kV-mast		11.56	6.06	13.8	4.8	14.15	5.95	10.00		2.00	3.00		
13	Wartelmast 150+ kV-mast		8.56	3.06	10.8	9.2	11.05	5.95	10.00		2.00	3.00		
14	Wartelmast 150+ kV-mast		11.56	6.06	13.8	4.8	14.15	5.95	10.00		2.00	3.00		
15	Mast		4.56	0.06	0.2	4.8	6.45	5.95			3.00	3.00		3.00
16	Combi-Mast/H - Haga/Hoeksteun, kantine A-E		4.56	0.06	0.2	4.8	6.45	5.95			3.00	3.00		3.00

- C Compensatie geleider
- Bliksemdraad
- OPGW
- 150kV
- 300kV
- 13,8 meter t.o.m. 9m'sHs W2, 300m maaiveld
- 14,2 meter t.o.m. 9m'sHs W2, 300m maaiveld
- 14,4 meter t.o.m. 9m'sHs W1, 400m maaiveld
- 14,4 meter t.o.m. 9m'sHs W4, 400m maaiveld
- Minimale vrije ruimte voor 45kV (onbelaste)
- Verschrijven waar extra ruimte nodig is Bovenaap de minimale vrije ruimte

Project: Randstad 380kv Noord Engineering

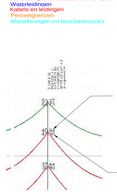
Hoogspanningslijn:150-380kv Bleiswijk - Vijfhuizen

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

Wind zone: Zone 2
Zone 1 = 0.85
Zone2 = 0.95
Ct bij beide geleider = 1.2
Ss regio = 8

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

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



0.2	Update VKT 5.0 mastkeuze 115, 227 en check Achtmaalen 198 - 197 conform RFC 10	29/10/2021	MLC	EKA	JdK
0.1	Update Bleiswijk Achtmaalen 197 en mastkeuzen	29/10/2021	MLC	EKA	JdK
0.1	Bestand Bleiswijk Vijfhuizen	29/10/2021	MLC	EKA	JdK
0.0	Update VKT 5.0 mastkeuze 115 conform RFC 10	29/10/2021	MLC	EKA	JdK
ver.	omschrijving	door	gecontr.	goedgek.	
			TPP	EVB	TS

KEMA

380 kV / 150 kV Bleiswijk - Vijfhuizen
Tracé en lengte profiel mast 150.(VAT) (VKT 5.0) tot 197 (VKT5.0)

Schaal Horizontaal: 1:1000 Verticaal: 1:1000	A2+	Tek.nr. MAA-MAA-00-V-VKT 5.0-197-(VKT5.0)	Blad 1 van 1	Versie 0.2

DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 35 00, www.kema.com

Legenda

Feature Code	Feature code Description	Symbool	Req Vert Clear 0kV (m)	Req Horiz Clear 0kV (m)	Req Vert Clear 150kV (m)	Req Horiz Clear 150kV (m)	Req Vert Clear 380kV (m)	Req Horiz Clear 380kV (m)	EXTRA TenneT	Norm Verticaal	Norm Horizontaal	Marge vlgs PVE TenneT
		Del:	0.72	0.72	2.1	2.1	3.10	3.10				
		1/2 Bundel:	0.125	0.125	0.00	0.00	0.25	0.25				
1	Onbebouwd/Landbouwgebied		7.95	2.85	9.2	4.1	10.45	5.35	1.50	5.60	2.00	
2	Industrieel gebied		8.35	3.35	9.6	4.6	10.85	5.85		7.00	2.00	0.50
3	Vegetatie		2.35	2.85	3.6	4.1	4.85	5.35	1.50		2.00	
4	Daken (helling > 15gr)		3.35	3.35	4.6	4.6	5.85	5.85		2.00	2.00	0.50
5	Daken (helling < 15gr)		5.35	3.35	6.6	4.6	7.85	5.85		4.00	2.00	0.50
6	Wegen		7.95	3.35	9.2	4.6	10.45	5.85		6.60	2.00	0.50
7	Land- en argrarischewegen		8.95	2.85	10.2	4.1	11.45	5.35	1.50	6.60	2.00	
8	Snelwegen en autowegen		10.35	3.35	11.6	4.6	12.85	5.85		9.00	2.00	0.50
9	Spoorlijnen zonder tractie		8.35	3.35	9.6	4.6	10.85	5.85		7.00	2.00	0.50
10	Spoorlijnen met tractie		11.65	3.35	12.9	4.6	14.15	5.85		10.30	2.00	0.50
11	Waterwegen VDH 15 meter	15	16.35	3.35	17.6	4.6	18.85	5.85	15.00		2.00	0.50
12	Waterwegen VDH 20 meter	20	21.35	3.35	22.6	4.6	23.85	5.85	20.00		2.00	0.50
13	Waterwegen VDH 25 meter	25	26.35	3.35	27.6	4.6	28.85	5.85	25.00		2.00	0.50
14	Waterwegen VDH 30 meter	30	31.35	3.35	32.6	4.6	33.85	5.85	30.00		2.00	0.50
15	Water	W	6.95	3.35	8.2	4.6	9.45	5.85		5.60	2.00	0.50
16	Lantaarnpalen, vlaggenmasten, borden e.d.		3.35	3.35	4.6	4.6	5.85	5.85		2.00	2.00	0.50

= Compensatie geleider
= Bliksemdraad
= OPGW
= 150kV
= 380kV
= 13.9 meter i.v.m. 5kV/m W2, 300m masten
= 14.2 meter i.v.m. 5kV/m W2, 350m masten
= 14.4 meter i.v.m. 5kV/m W2, 400m masten
= 14.4 meter i.v.m. 5kV/m W4, 400m masten
= Minimale vrije ruimte voor 45kV (onbebouwd)
= Verschijnen waar extra ruimte nodig is bovenop de minimale vrije ruimte

Project: Randstad 380kv Noord Engineering

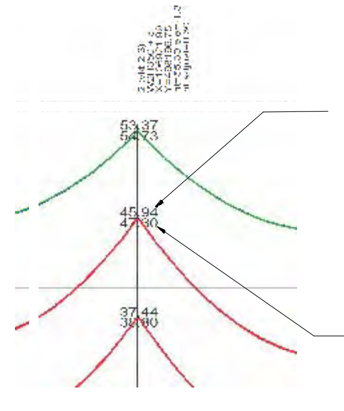
Hoogspanningslijn:150-380kv Bleiswijk - Vijfhuizen

Calculaties volgens:
- NEN - EN 50341-1 en NEN - EN 50341-1-3 (NNA)
- TenneT specificaties
Wind zone: Zone 2
Vr = 22.5 m/s0
Zo(m) = 0.2
Ct bij beijsde geleider = 1.2
Ijs regio = B

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

LEGENDA onderleggers

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



Bovenste waarde is hoogte ten op zichte van maaiveld

Onderste waarde is Hoogte ten op zichte van NAP

WIJZ	OMSCHRIJVING	DATUM	OPGST.	BEOORD.	GGK.
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 124, 107 en check lichtmasten 146 - 147 conform RFC 15	24/10/2013	MLC	EKA	AW
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 193 en mastvoeten	09/09/2013	MLC	EKA	CS
5.0	Wintrack Masten update	03/02/2014	MLC	EKA	AW
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 124 conform RFC 16	29/10/2013	MLC	EKA	AW
		7-2-2014	GRB	EGB	CS

KEMA DNV

380 kV / 150 kV Bleiswijk - Vijfhuizen

Trace en lengte profiel mast 196 (VKT5.0) tot 185 (VKT5.0)

30.0 m Horiz. Scale
3.0 m Vert. Scale

A2+

TEK.NR. 30813059-50-13 VKT 5.0 (03-02-2014)

Blad 3 van 11 | Wijz 5.0

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

© 2014

Legenda

= 380kV
= 13.9 meter i.v.m. 5kV/m W2, 300m masten
= 14.2 meter i.v.m. 5kV/m W2, 350m masten
= 14.4 meter i.v.m. 5kV/m W2, 400m masten
= 14.4 meter i.v.m. 5kV/m W4, 400m masten
= Minimale vrije ruimte voor 45kV (onbebouwd)
= Verschijnen waar extra ruimte nodig is bovenop de minimale vrije ruimte

Project: Randstad 380kv Noord Engineering

Hoogspanningslijn:150-380kv Bleiswijk - Vijfhuizen

Calculaties volgens:
- NEN - EN 50341-1 en NEN - EN 50341-1-3 (NNA)
- TenneT specificaties
Wind zone: Zone 2
Vr = 22.5 m/s0
Zo(m) = 0.2
Ct bij beijsde geleider = 1.2
Ijs regio = B

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

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

Bovenste waarde is hoogte ten op zichte van maaiveld

Onderste waarde is Hoogte ten op zichte van NAP

WIJZ	OMSCHRIJVING	DATUM	OPGST.	BEOORD.	GGK.
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 124, 107 en check lichtmasten 146 - 147 conform RFC 15	24/10/2013	MLC	EKA	AW
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 193 en mastvoeten	09/09/2013	MLC	EKA	CS
5.0	Wintrack Masten update	03/02/2014	MLC	EKA	AW
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 124 conform RFC 16	29/10/2013	MLC	EKA	AW
		7-2-2014	GRB	EGB	CS

380 kV / 150 kV Bleiswijk - Vijfhuizen

Trace en lengte profiel mast 184 (VKT5.0) tot 173 (VKT5.0)

Scale	Format	TEK.NR.	Blad	Wijz
30.0 m Horiz. Scale / 3.0 m Vert. Scale	A2+	30813059-50-13 VKT 5.0 (03-02-2014)	4 van 11	5.0

DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com © 2014

Legenda			Del:	0.72	0.72	2.1	2.1	3.10	3.10				
			1/2 Bundel:	0.125	0.125	0.00	0.00	0.25	0.25				

Feature Code	Feature code Description	Symbool	Req Vert Clear 0kV (m)	Req Horiz Clear 0kV (m)	Req Vert Clear 150kV (m)	Req Horiz Clear 150kV (m)	Req Vert Clear 380kV (m)	Req Horiz Clear 380kV (m)	EXTRA TenneT	Norm Verticaal	Norm Horizontaal	Marge vlgs PVE TenneT
1	Onbebouwd/Landbouwgebied		7.95	2.85	9.2	4.1	10.45	5.35	1.50	5.60	2.00	
2	Industrieel gebied		8.35	3.35	9.6	4.6	10.85	5.85		7.00	2.00	0.50
3	Vegetatie		2.35	2.85	3.6	4.1	4.85	5.35	1.50		2.00	
4	Daken (helling > 15gr)		3.35	3.35	4.6	4.6	5.85	5.85		2.00	2.00	0.50
5	Daken (helling < 15gr)		5.35	3.35	6.6	4.6	7.85	5.85		4.00	2.00	0.50
6	Wegen		7.95	3.35	9.2	4.6	10.45	5.85		6.60	2.00	0.50
7	Land- en argrarischewegen		8.95	2.85	10.2	4.1	11.45	5.35	1.50	6.60	2.00	
8	Snelwegen en autowegen		10.35	3.35	11.6	4.6	12.85	5.85		9.00	2.00	0.50
9	Spoorlijnen zonder tractie		8.35	3.35	9.6	4.6	10.85	5.85		7.00	2.00	0.50
10	Spoorlijnen met tractie		11.65	3.35	12.9	4.6	14.15	5.85		10.30	2.00	0.50
11	Waterwegen VDH 15 meter	15	16.35	3.35	17.6	4.6	18.85	5.85	15.00		2.00	0.50
12	Waterwegen VDH 20 meter	20	21.35	3.35	22.6	4.6	23.85	5.85	20.00		2.00	0.50
13	Waterwegen VDH 25 meter	25	26.35	3.35	27.6	4.6	28.85	5.85	25.00		2.00	0.50
14	Waterwegen VDH 30 meter	30	31.35	3.35	32.6	4.6	33.85	5.85	30.00		2.00	0.50
15	Water	W	6.95	3.35	8.2	4.6	9.45	5.85		5.60	2.00	0.50
16	Lantaarnpalen, vlaggenmasten, borden e.d.		3.35	3.35	4.6	4.6	5.85	5.85		2.00	2.00	0.50

= Compensatie geleider
= Bliksemdraad
= OPGW
= 150kV
= 380kV
= 13.9 meter i.v.m. 5kV/m W2, 300m masten
= 14.2 meter i.v.m. 5kV/m W2, 350m masten
= 14.4 meter i.v.m. 5kV/m W2, 400m masten
= 14.4 meter i.v.m. 5kV/m W4, 400m masten
= Minimale vrije ruimte voor 45kV (onbebouwd)
= Verschijnen waar extra ruimte nodig is bovenop de minimale vrije ruimte

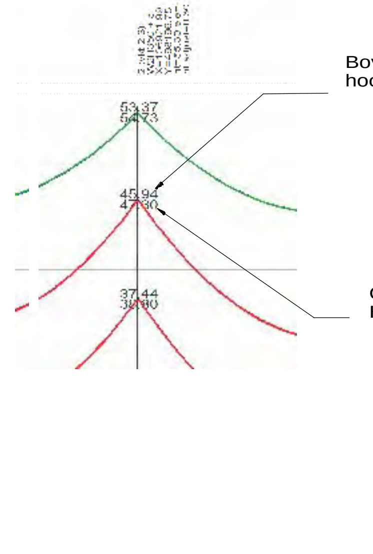
Project: Randstad 380kv Noord Engineering

Hoogspanningslijn:150-380kv Bleiswijk - Vijfhuizen

Calculaties volgens:
- NEN - EN 50341-1 en NEN - EN 50341-1-3 (NNA)
- TenneT specificaties
Wind zone: Zone 2
Vr = 22.5 m/s0
Zo(m) = 0.2
Ct bij beijsde geleider = 1.2
Ijs regio = B

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

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



WIJZ	OMSCHRIJVING	DATUM	OPGST.	BEOORD.	GGK.
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 124, 107 en check lichtmasten 146 - 147 conform RFC 15	24/10/2013	MLC	EKA	AW
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 193 en mastvoeten	09/09/2013	MLC	EKA	CS
5.0	Wintrack Masten update	03/02/2014	MLC	EKA	AW
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 124 conform RFC 16	29/10/2013	MLC	EKA	AW
		7-2-2014	GRB	EGB	CS

KEMA DNV

380 kV / 150 kV Bleiswijk - Vijfhuizen
Trace en lengte profiel mast 172 (VKT5.0) tot 158 (VKT5.0)

Scale	Format	TEK.NR.	Blad	Wijz
30.0 m Horiz. Scale / 3.0 m Vert. Scale	A2+	30813059-50-13 VKT 5.0 (03-02-2014)	5 van 11	5.0

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

© 2014

Bijlage 4

Ontwerpnota jukkenplan

Ontwerp Nota Jukkenplan

Civiele Werkzaamheden R380 Noordring

Perceel 1: Vijfhuizen – Zuidelijke Ringvaart

Documentnummer: : VIR-0.000.020
Documentstatus: : Definitief Ontwerp
Datum: : 17-07-2014
Versie: : 3.0

Opdrachtgever:

Opdrachtnemer:

	Naam	Functie	Paraaf	Datum
Opsteller	S. Gelderblom	Projectmanager		17-07-2014
Gecontroleerd	E.B.J. Thiele	Procesmanager		17-07-2014
Geautoriseerd	M. Roohé	Projectmanager b.a.		17-07-2014

Inventarisatie wegkruisingen 150/380 kV-lijn Vijfhuizen-Bleiswijk perceel 1 (Vijfhuizen-Zuidelijke Ringvaart) - rev 2

Veld	Kruising	Type weg / omschrijving	Verkeers-intensiteit	Risico-klasse	Beheersmaatregel	Invloed op watergang	Afmetingen jukken
211-210	Stelling	80 km weg, breedte 20 meter	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 33 mtr, hoogte 8 mtr
210-209	Parkeerterrein	Trace tussen mast 4-5 is gelegen boven het parkeerterrein Floriade	Laag	1	Gedeelte parkeerterrein stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
209-208	Parkeerterrein	50 km weg met aan beide zijde fietspad+voetpad, breedte 24 mtr	Middel	3	Gedeelte parkeerterrein stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
208-207	Zuidtangent	Kruising met het Zuidtangent, breedte 12 meter	Laag	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 42 mtr, hoogte 8 mtr
206-205	Liniepad	Fietspad op dijk	Laag	1	Toezicht tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
205-204	???	Toegangsweg vanuit Floriade-terrein naar het recreatiegebied.	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 34 mtr, hoogte 8 mtr
203-202	Fietspad	Fietspad onder het tracé gelegen	Laag	2	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
202-201	Fietspad	Fietspad onder het tracé gelegen	Laag	2	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
201-200	Fietspad	Fietspad onder het tracé gelegen	Laag	2	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
196-195	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
195-194	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
194-193	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt

Veld	Kruising	Type weg / omschrijving	Verkeers-intensiteit	Risico-klasse	Beheersmaatregel	Invloed op watergang	Afmetingen jukken
193-192	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
192-191	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
191-190	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
	Venneperweg	80 km weg met aan een zijde fietspad, breedte 15 meter	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 33 mtr, hoogte 8 mtr
190-189	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
189-188	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
188-187	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleidermontage	Nvt	Nvt
187-186	N205, Drie Merenweg	Provinciale Weg, 2 rijstroken breedte 9 meter	Middel	4	Stalen beschermingsjuk met vangnet Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Beide portalen van het juk: Lengte ca 110 mtr, breedte ca 6 mtr, hoogte ca 16 mtr Overspanning net ca 70 mtr Ruimte tbv tuien achter beide portalen circa 15-20 mtr
186-185	Middelweg	B-weg, 4 meter breed	Laag	1	Houten jukken aan beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 42 mtr Hoogte 8 mtr
185-	Middelweg	B-weg, 4 meter breed	Middel	2	Houten jukken beide zijden	Nee, houten en stalen	Lengte 48 mtr

Veld	Kruising	Type weg / omschrijving	Verkeers-intensiteit	Risico-klasse	Beheersmaatregel	Invloed op watergang	Afmetingen jukken
184					Toezicht tijdens geleidermontage	jukken hebben geen invloed op de watergang.	Hoogte 8 mtr
	N207, Leimuiderweg	Provinciale Weg, 2 rijstroken, breedte 9 mtr	Laag	4	Stalen beschermingsjuk met vangnet Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Beide portalen van het juk: Lengte ca 65 mtr, breedte ca 6 mtr, hoogte ca 10 mtr Overspanning net ca 15 mtr Ruimte achter portaal tbv tuien (zijde mast 30) circa 10-12 mtr Ruimte achter portaal tbv tuien (zijde mast 31) ca 15-20 mtr
184-183	Ijweg	80 km weg, 2 rijstroken met aan een zijde fietspad, breedte 12 mtr	Laag	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 35 mtr Breedte 8 mtr
179-178	Hoofdweg	80 km weg 2 rijstroken, breedte 6 meter	Laag	2	Houten jukken aan beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 29 mtr Hoogte 8 mtr
	Hoofdweg	80 km weg, 2 rijstroken en een fietspad, breedte 11 meter	Laag	2	Houten jukken aan beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 29 mtr Hoogte 8 mtr
176-175	Spoorlijn	Geëlektrificeerde spoorlijn Leiden-Nieuw-Vennip, breedte 8 meter	Laag	4	Stalen beschermingsjuk met vangnet Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Beide portalen van het juk: Lengte ca 42 mtr, diepte ca 6 mtr, hoogte ca 12 mtr Overspanning net ca 25 mtr Ruimte achter portaal tbv tuien (zijde mast 39)

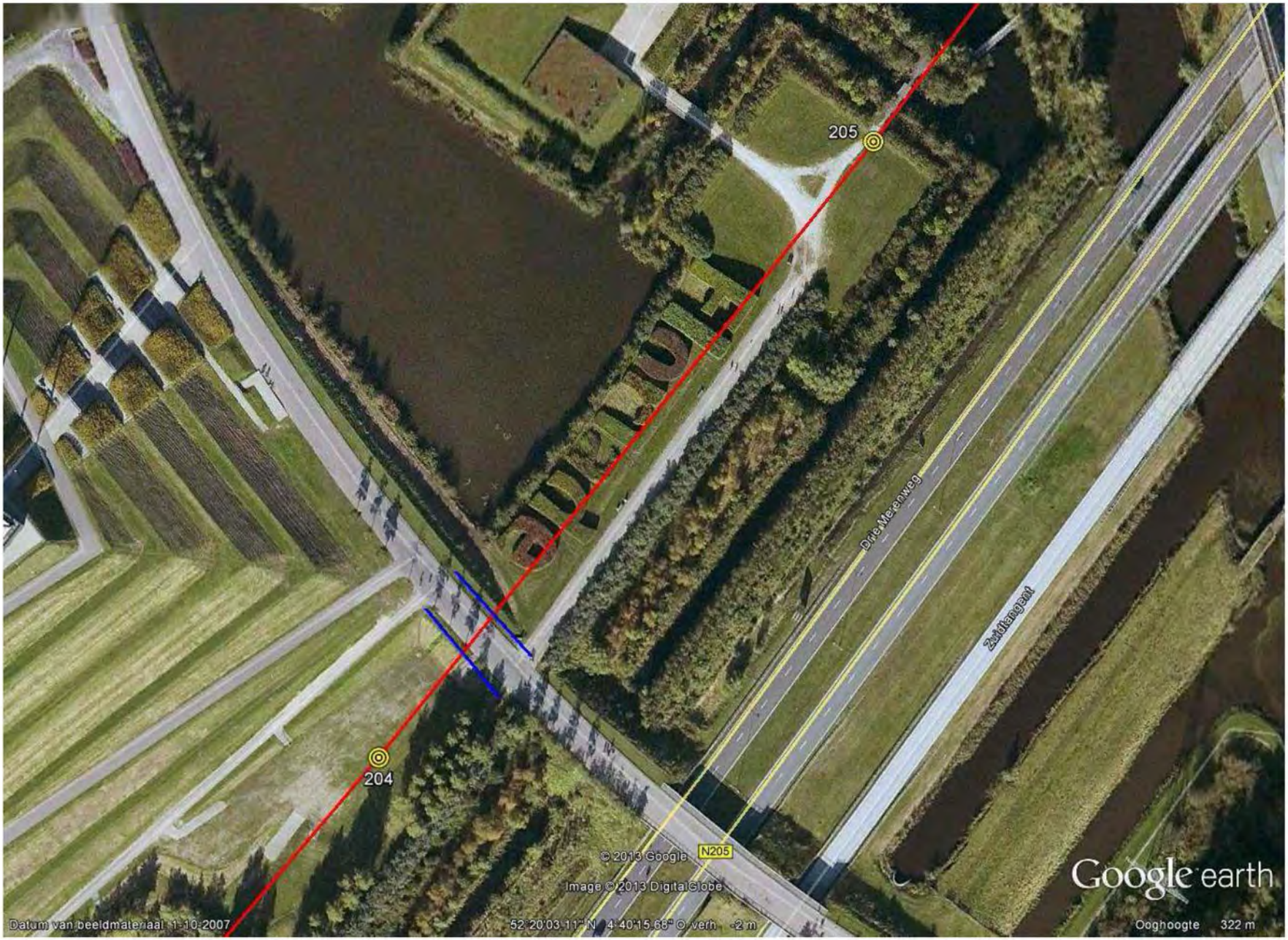
Veld	Kruising	Type weg / omschrijving	Verkeers-intensiteit	Risico-klasse	Beheersmaatregel	Invloed op watergang	Afmetingen jukken
							circa 20-25 mtr Ruimte achter portaal tbv tuien (zijde mast 40) ca 15-20 mtr
172-171	Lisserweg	80 km weg met een fietspad, breedte 12 meter	Laag	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 29 mtr Hoogte 8 mtr
169-168	A44	Kruising snelweg A44, totale breedte 50 meter	Hoog	4	Stalen beschermingsjuk met vangnet Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Beide portalen van het juk: Lengte ca 75 mtr, diepte ca 6 mtr, hoogte ca 10-12 mtr Overspanning net ca 40 mtr Ruimte achter portaal tbv tuien (zijde mast 46) circa 10-12 mtr Ruimte achter portaal tbv tuien (zijde mast 47) ca 10-12 mtr
168-167	Dr. Heijepad	B-weg, breedte 3 meter	Laag	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 44 mtr Hoogte 8 mtr
163-162	Kaagweg	80 km weg, breedte 6 meter	Laag	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 38 mtr Hoogte 8 mtr
	Huigsloterdijk	80 km weg, breedte 6 meter	Laag	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleidermontage	Nee, houten en stalen jukken hebben geen invloed op de watergang.	Lengte 29 mtr Hoogte 8 mtr
	Zuidelijke Ringvaart	Kruising met de Zuidelijke Ringvaart, breedte circa 50 meter	Middel	4	Scheepvaart op de Zuidelijke Ringvaart tijdens het overdraaien van geleiders (stremming alleen overdag)	nvt	nvt

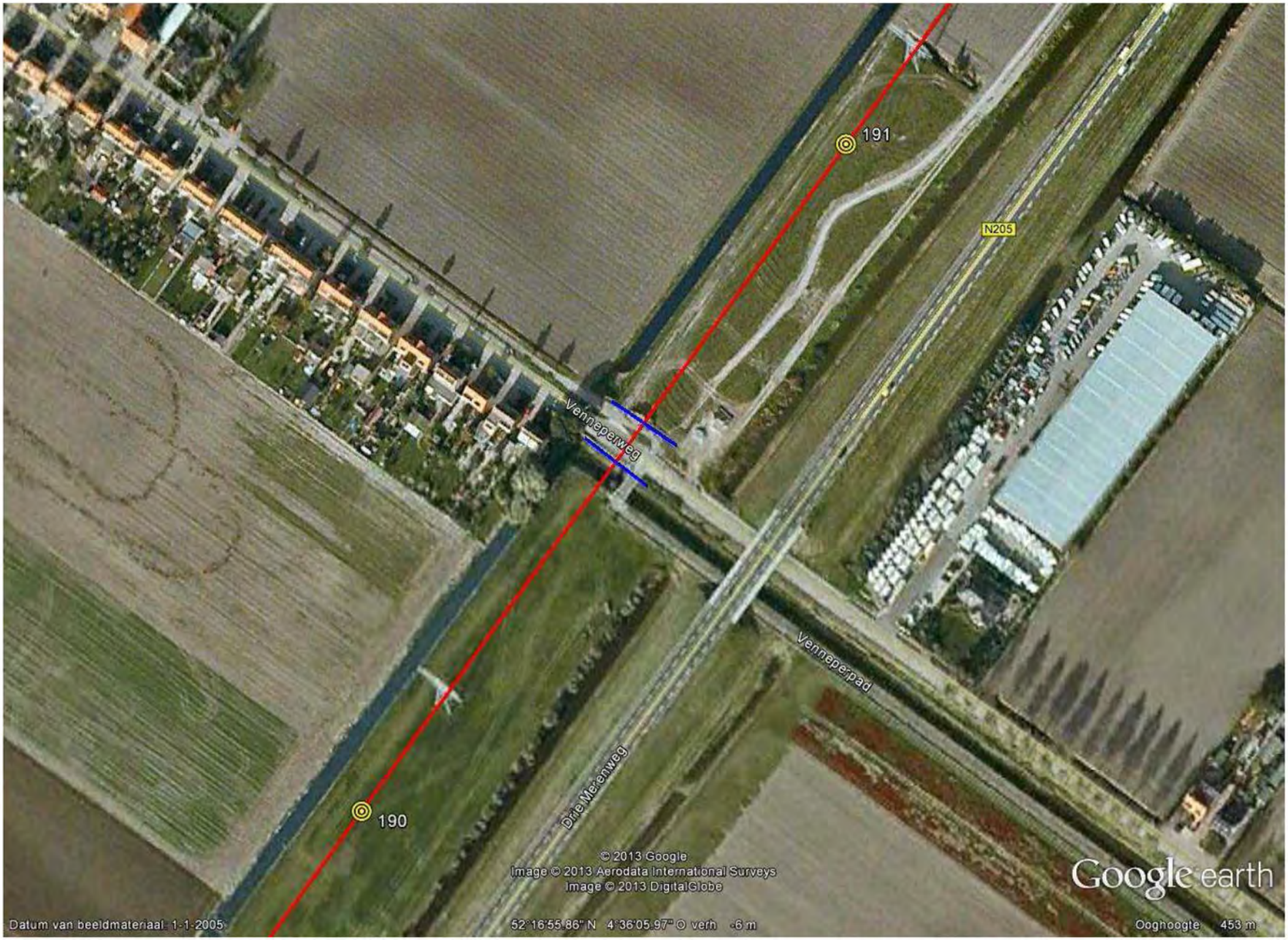
Risicoklasse voor overdraaien geleiders over wegen:

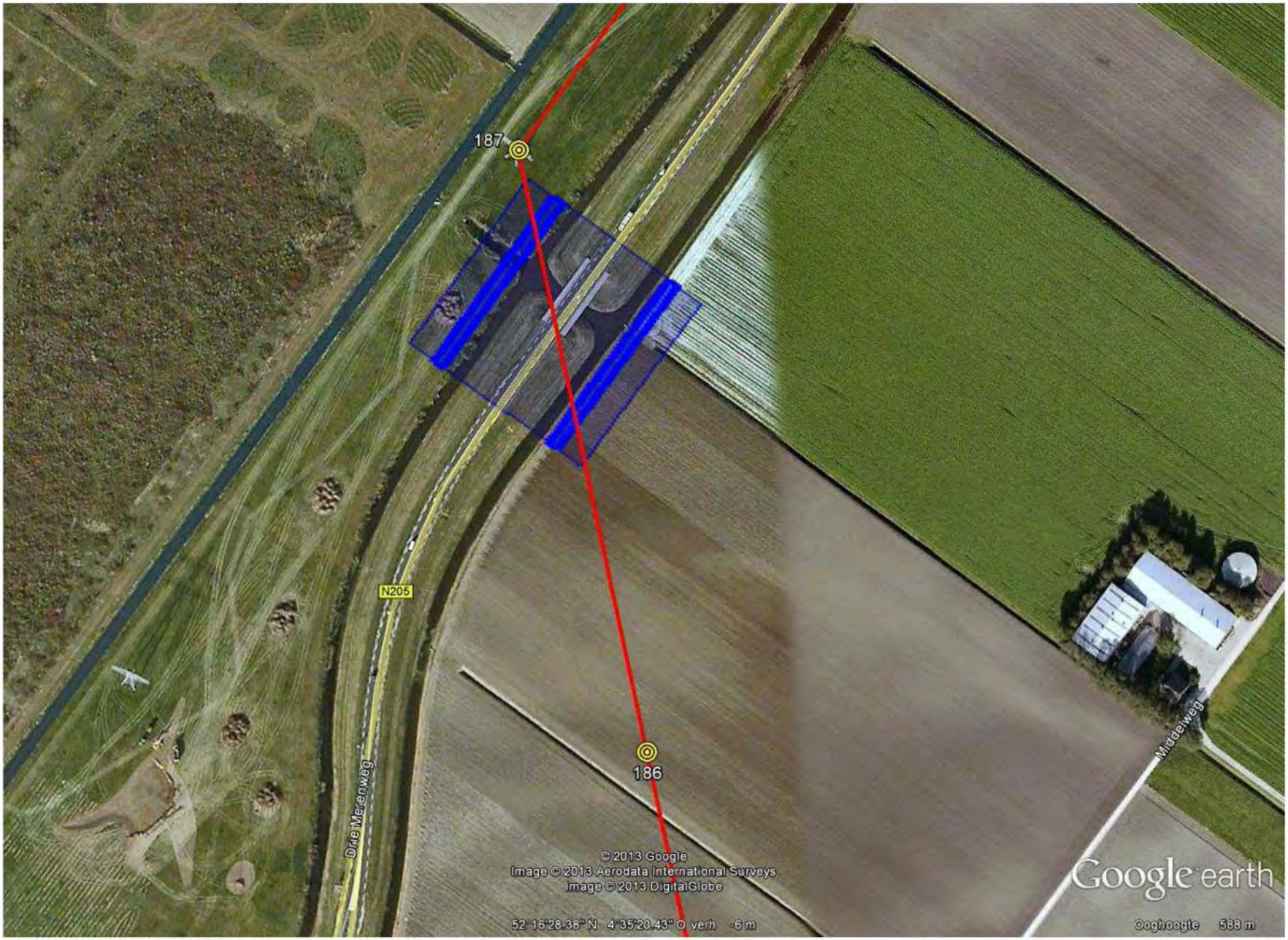
Risico-klasse	Kans – effect	Maatregel	Restrisico	Voorbeeld
1	Lage kans op geringe beschadiging, verwonding bij laaghangende geleider	Stremmen weg Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	B-weg, rustig fietspad, rustige vaarweg
2	Geringe kans op kleine beschadigingen en verwondingen bij laaghangende geleider	Houten jukken aan beide zijden van de weg	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Rustige weg, fietspaden, smalle vaarweg met pleziervaart
3	Reële kans op aanzienlijke beschadigingen en verwondingen bij laaghangende geleider	Houten jukken aan beide zijden van de weg met toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Drukkere weg, wegen binnen bebouwde kom, drukke fietspaden, vaarweg met pleziervaart
4	Grote kans op aanzienlijke beschadigingen en verwondingen bij laaghangende geleider	Toepassen veiligheidskabel (rollengordijn) Toepassen beschermjukken met vangnet	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Drukke dubbelbaans autowegen, brede wegen binnen bebouwde kom, autosnelwegen, spoorwegen, drukke vaarwegen
5	Zeer grote kans op grote beschadiging en verwondingen bij laaghangende geleider	Toepassen veiligheidskabel (rollengordijn) Toepassen beschermjukken met vangnet Stremmen van wegen	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Autosnelwegen, spoorwegen, drukke vaarwegen

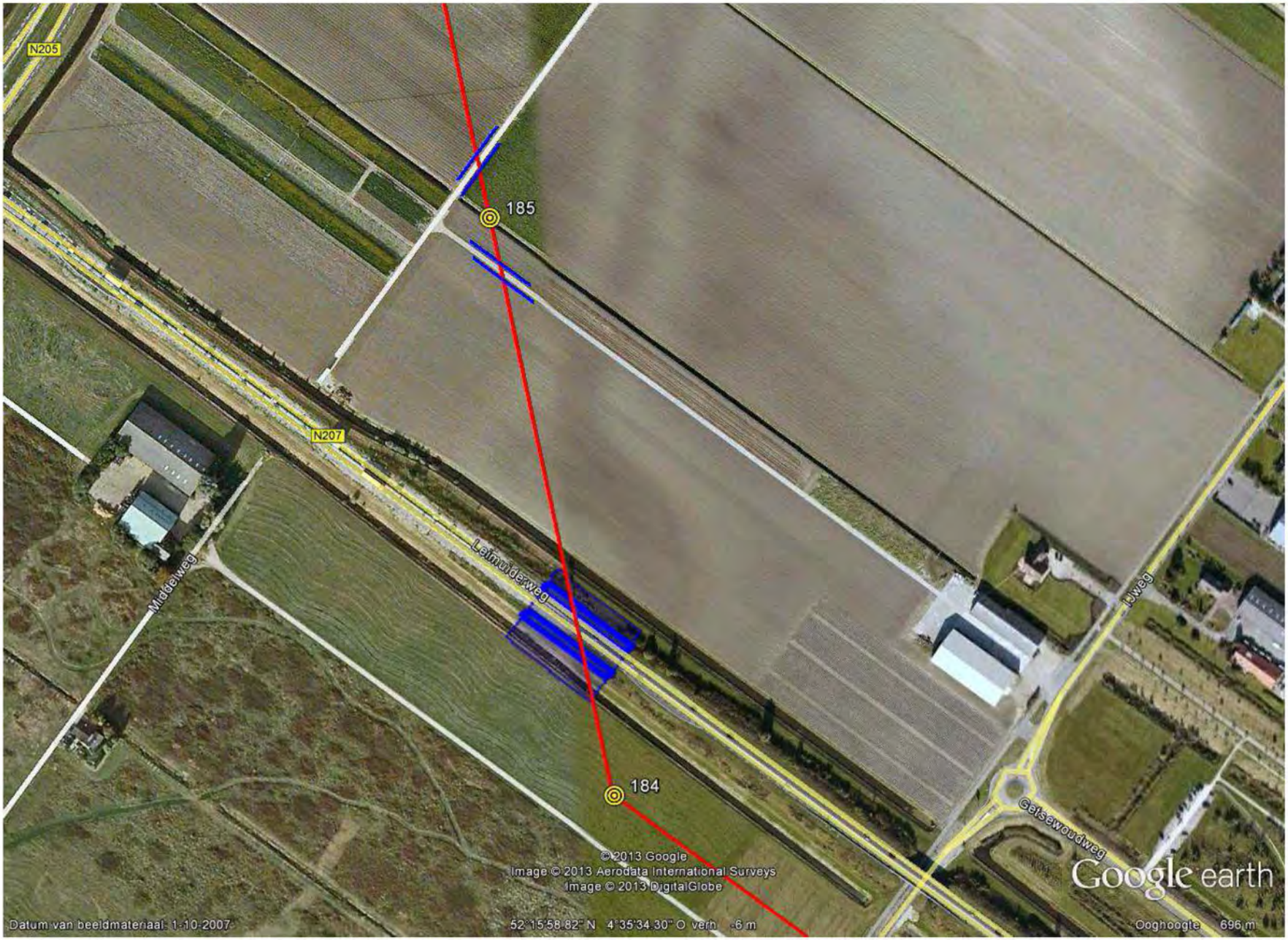
211
210
Drie Merenweg
Stelling
N205
Vijfhuizerweg
© 2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Image © 2013 DigitalGlobe
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-10-2007
52°20'44.65" N 4°41'11.56" O verh -5 m
Ooghoogte 330 m

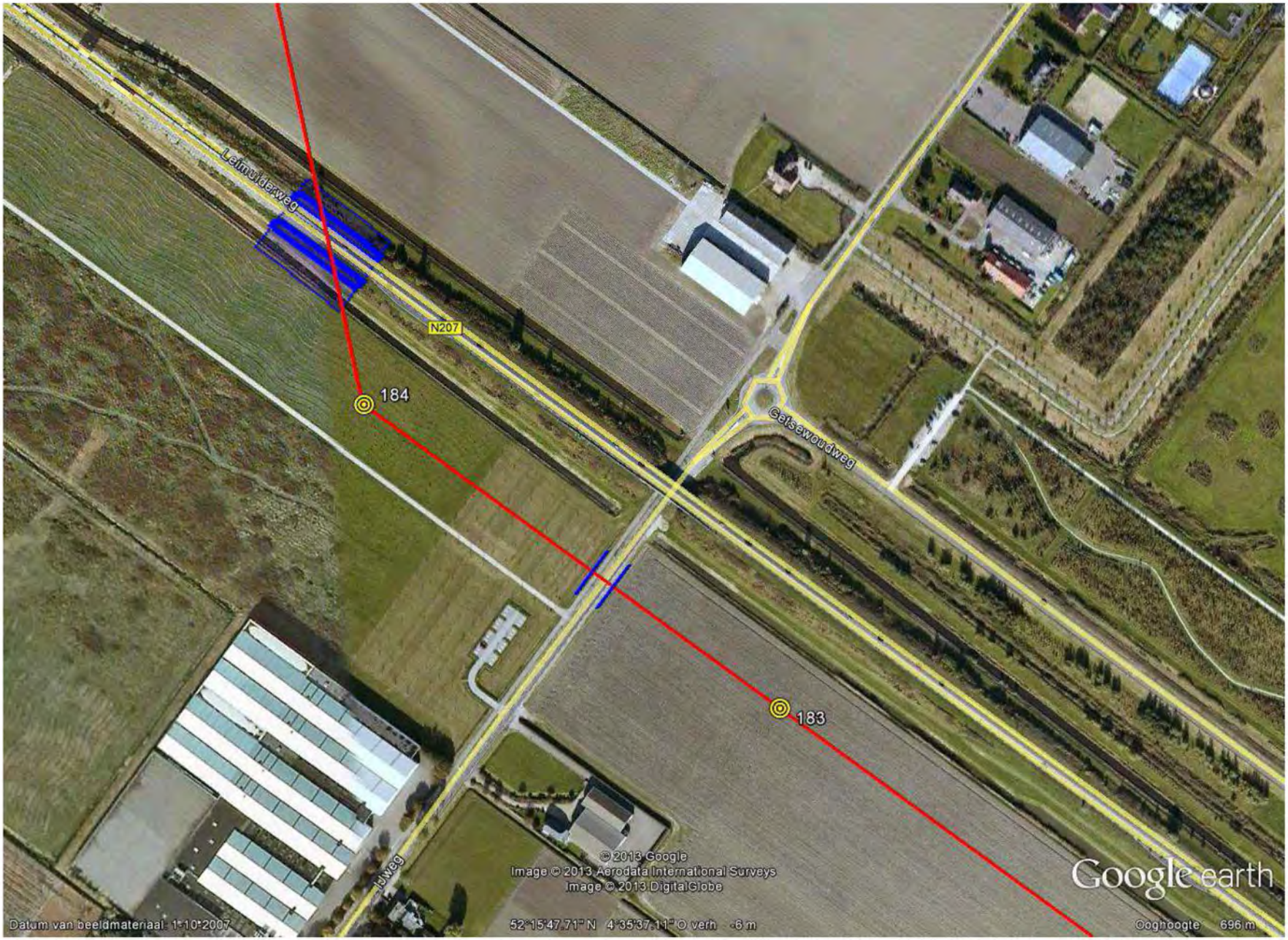
208
207
N205
Drie Meerweg
Zuidtangent
© 2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Image © 2013 DigitalGlobe
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-10-2007
52°20'20.90" N 4°40'53.65" O verh -4 m
Ooghoogte 330 m

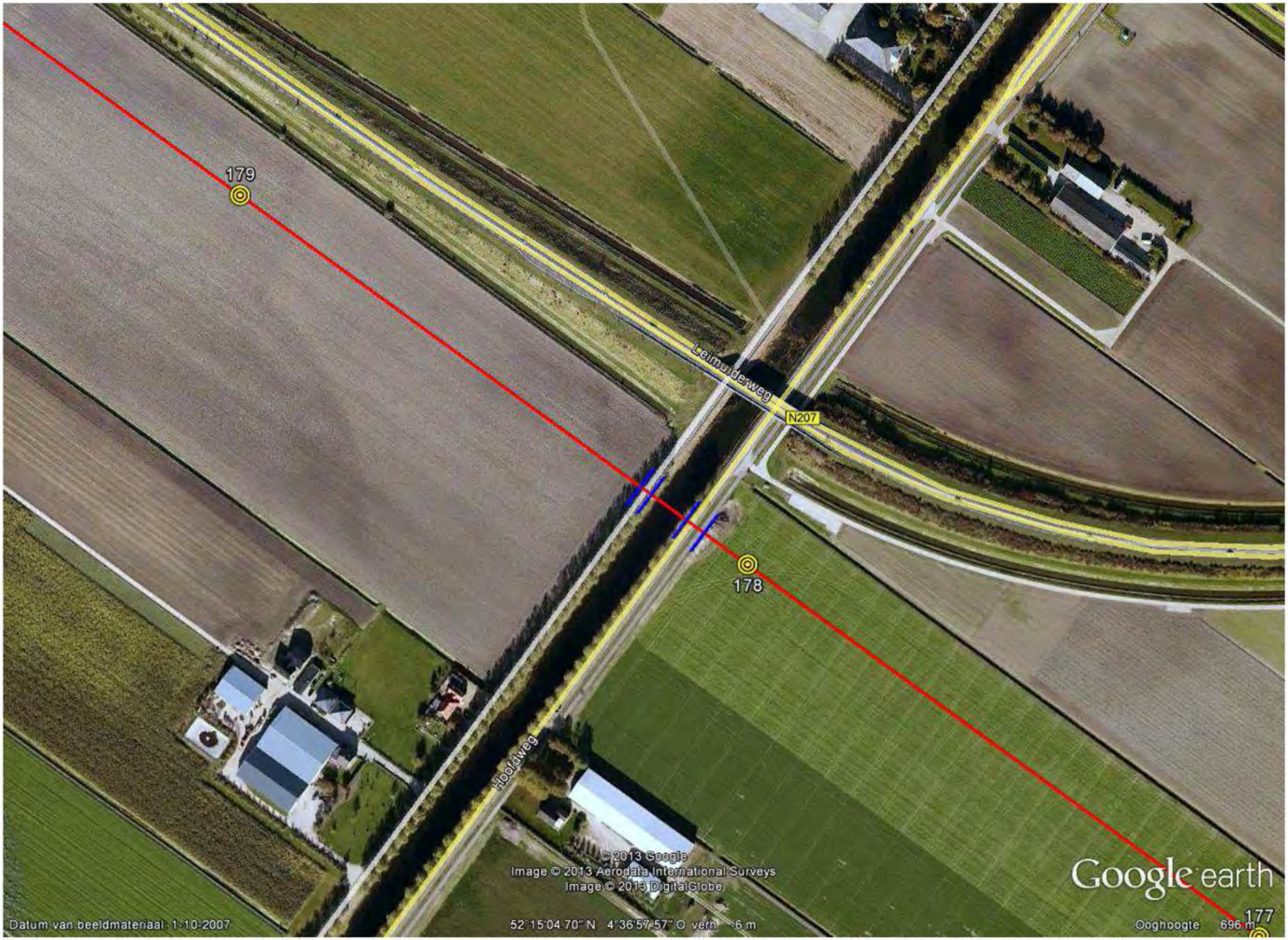

205
204
Drie Merenweg
Zeeklengeat
N205
© 2013 Google
Image © 2013 DigitalGlobe
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-10-2007
52°20'03.11" N 4°40'15.68" O verh -2 m
Ooghoogte 322 m


191
N205
Vennepe;weg
Vennepe;pad
Drie Meienweg
190
© 2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Image © 2013 DigitalGlobe
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-1-2005
52°16'55.86" N 4°36'05.97" O verh -6 m
Ooghoogte 453 m


187
186
N205
Drie Merenweg
Middelweg
© 2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Image © 2013 DigitalGlobe
52°16'28.38" N 4°35'20.43" O verh -6 m
Google earth
Ooghoogte 588 m

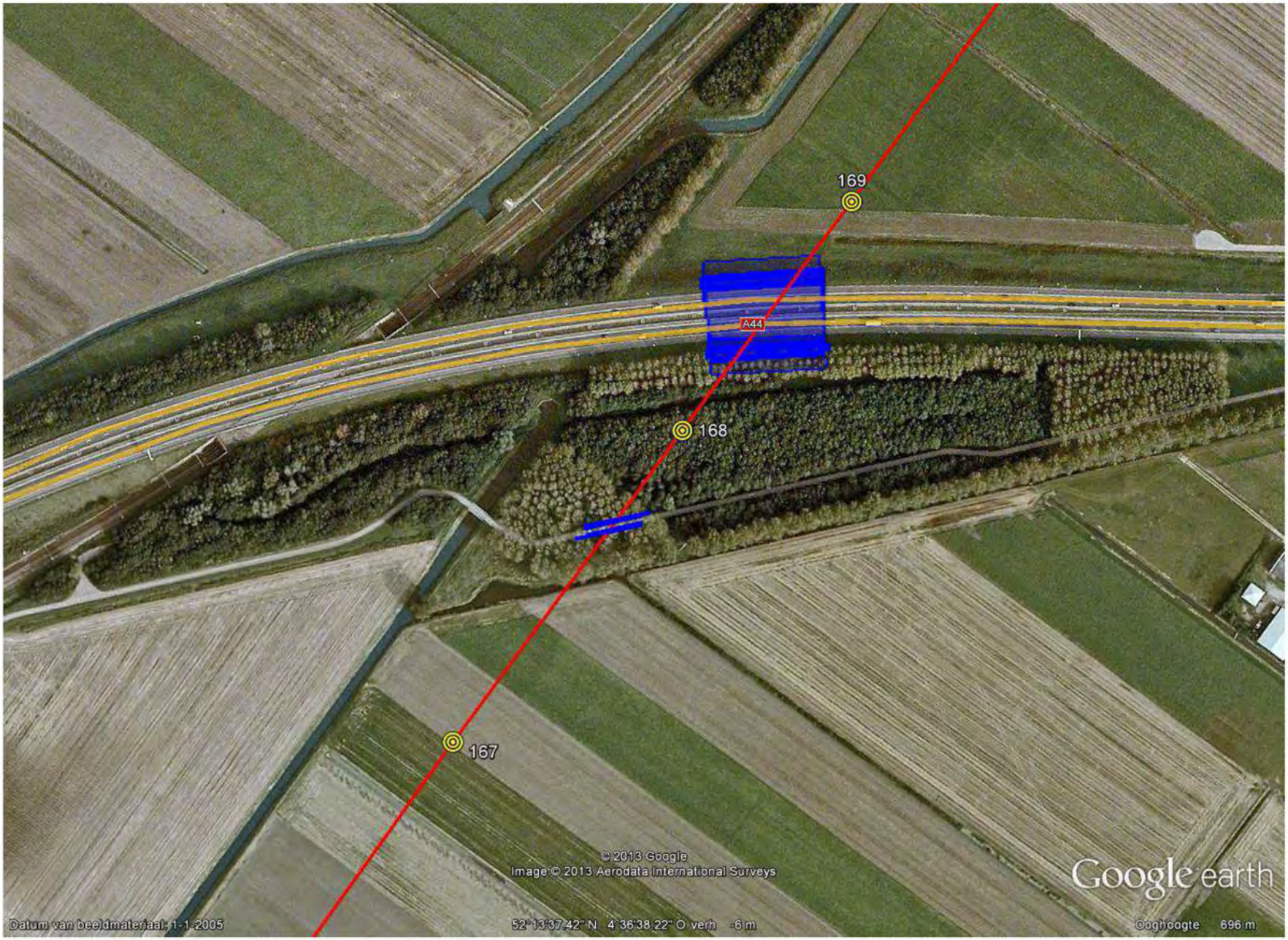

N205
185
N207
Middelweg
Laimuiderweg
IJsweg
Geitsewoudweg
184
©2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Image © 2013 DigitalGlobe
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-10-2007
52°15'58.82" N 4°35'34.30" O verh -6 m
Ooghoogte 696 m

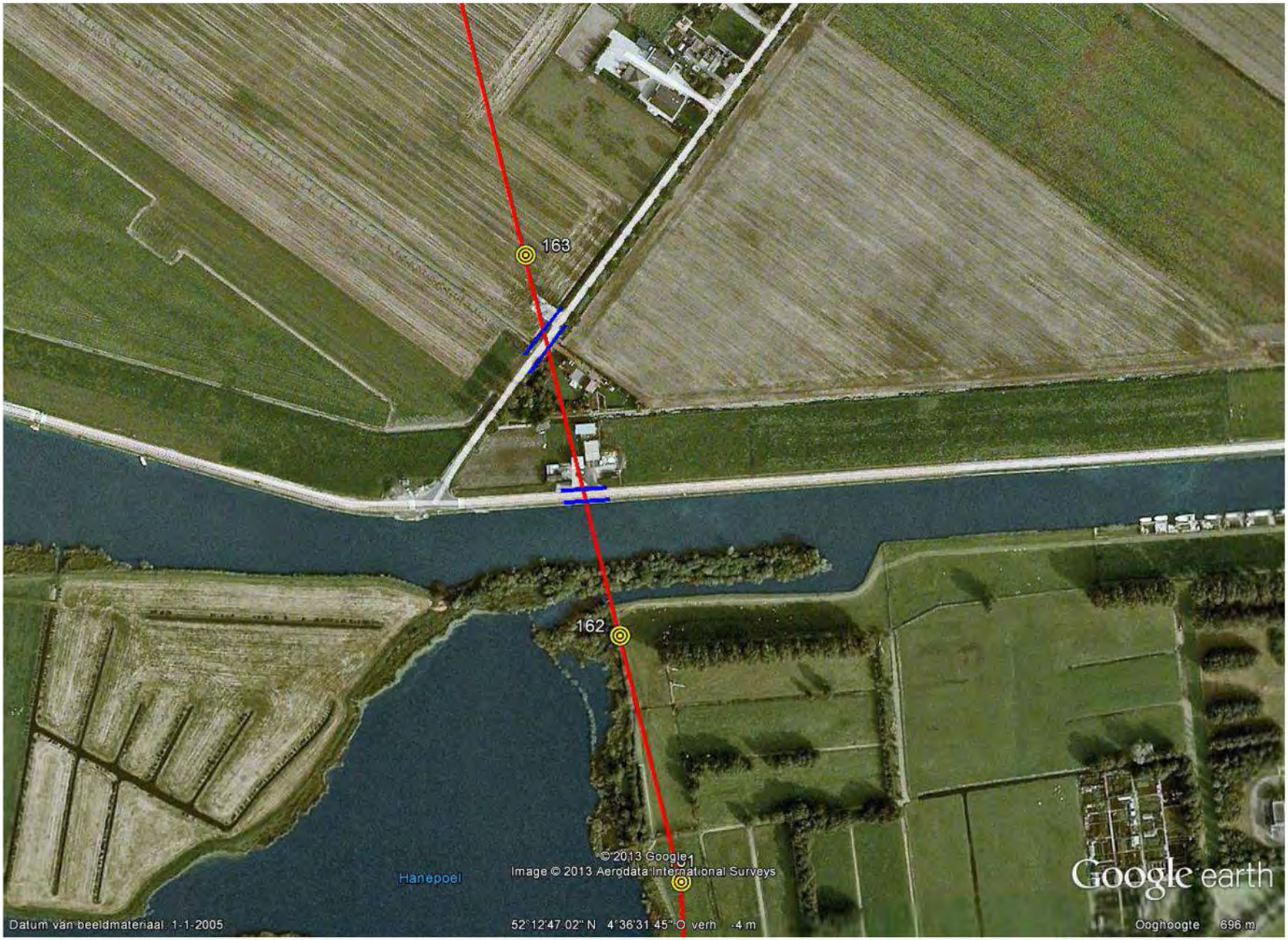

Leimuidenweg
N207
184
183
Gelsewoudweg
© 2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Image © 2013 DigitalGlobe
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-10-2007
52°15'47.71" N 4°35'37.11" O verh -6 m
Ooghoogte 696 m


179
178
177
Leimuiderweg
N207
Hoofdweg
© 2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Image © 2013 DigitalGlobe
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-10-2007
52° 15'04.70" N 4°36'57.57" O vern. ~6 m
Ooghoogte 696 m

176
175
© 2013 Google
Image © 2013 DigitalGlobe
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-10-2007
52°14'38.01" N 4°37'45.09" O verh -6 m
Ooghoogte 696 m

172
171
©2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-1-2005
52°14'01.98" N 4°37'07.56" O verh -6 m
Ooghoogte 696 m


169
A44
168
167
© 2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-1-2005
52°13'37.42" N 4°36'38.22" O verh -6 m
Ooghoogte 696 m


163
162
161
Hanepoel
© 2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-1-2005
52°12'47.02" N 4°36'31.45" O verh -4 m
Ooghoogte 696 m

157
59
© 2013 Google
Image © 2013 Aerodata International Surveys
Google earth
Datum van beeldmateriaal: 1-1-2005
52°11'52.07" N 4°36'34.01" O verh -5 m
Ooghoogte 696 m

Inhoudsopgave

Bijlage 5 Uitvoeringsplan amoveren VI R-0.000.082

Bijlage 5

Uitvoeringsplan amoveren

Uitvoeringsplan Amoveren

Civiele Werkzaamheden R380 Noordring
Perceel 1: Vijfhuizen – Zuidelijke Ringvaart

Documentnummer: : VIR-0.000.082
Documentstatus: : Definitief
Datum: : 02-08-2013
Versie: : 2.0

Opdrachtgever:

TenneT
Taking power further

VolkerInfra
Randstad 380

Inschrijver:

	Naam	Functie	Paraaf	Datum
Opsteller	S. Gelderblom	Projectleider		02-08-2013
Gecontroleerd	P. Paasse	Disciplineleider Amoveren		02-08-2013
Geautoriseerd	M. Roohé	Projectmanager		02-08-2013

Revisie	Omschrijving/Belangrijkste wijzigingen	Datum
1.0	Definitieve versie t.b.v. BAFO	26-04-2013
1.1	Concept versie DO uitvoeringsplan Amoveren	12-07-2013
1.2	Definitieve versie DO uitvoeringsplan Amoveren	02-08-2013

INHOUD

1 Inleiding 5
1.1 Doel van het Uitvoeringsplan 5
2 Projectorganisatie 6
2.1 Projectomschrijving 6
2.2 Planning 6
2.3 Personeel 7
2.3.1 Capaciteitsplanning en bouwplaatsbezetting 7
2.3.2 Werktijden 7
2.3.3 Kwalificaties van personeel 7
3 Communicatie 8
3.1 Overleg 8
3.2 Afstemming met andere partijen 8
3.3 Vastlegging en distributie 9
4 Omgevingsaspecten 10
4.1 Hinder van omgeving 10
4.2 Toegangswegen 11
4.3 Bescherming te kruisen (water)wegen, spoorwegen en andere obstakels 11
4.4 Vaststellen haspel en lierplaatsen 11
4.5 Cultuurtechnisch achterlaten van het terrein 12
4.6 Aanpassen, in stand houden en beschermen kabels en leidingen 12
5 Bouwplaatsreglement 13
5.1 Toegang tot de bouwplaats 13
5.2 Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen 13
6 Bouwplaatsinrichting en –voorzieningen 14
6.1 Inrichting van de bouwplaats 14
6.2 Scheiding, opslag en afvoer van afval 14
6.3 Gebruik van gevaarlijke stoffen 14
6.4 Sanitaire voorzieningen, schaft- en rustruimte 15
6.5 Verkeersreglement 15
7 Bedrijfsmiddelen 16
7.1 Elektrische en hydraulische (hand)gereedschappen 16
7.2 Inzet van transportwerktuigen 16
7.3 Inzet van machines 16
7.4 Lier - / remmachines 17
7.5 Overige middelen 17
7.5.1 Hijsmiddelen 17
7.5.2 Werkbakken 17
7.5.3 Hoogwerkers 18
7.5.4 Communicatieapparatuur 18
8 Algemene werkmethoden 19
8.1 Werkvoorbereiding 19

8.2 Vaststellen benodigde bedrijfsmiddelen en materialen 19
8.3 Veiligstellen van de werkomgeving 19
8.4 Voorkomen van valgevaar 19
8.5 Hijsen met kranen 20
8.6 Hijsen met een losse hijslijn 20
8.7 Hijsen met takels 20
8.8 Toepassing van alternatieve werkwijzen 21

9 Projectspecifieke werkzaamheden en werkmethoden 22

9.1 Tracéomschrijving 22
9.2 Bepaling vakken geleiderdemontage 25
9.2.1 Vakken geleiderdemontage tracé Sassenheim-Haarlemmermeer 26
9.2.2 Vakken geleiderdemontage tracé Sassenheim-Haarlemmermeer 29
9.3 Werkomschrijving (de)montage houten beschermingsjukken 33
9.4 Werkmethoden geleiderdemontage 34
9.4.1 Montage/demontage rollengordijnen 34
9.4.2 Uitklemmen geleiders/bliksemdraden 34
9.4.3 Opstellen materieel bij trekmasten 34
9.4.4 Geleiderdemontage 35
9.5 Geleiderdemontage 35
9.5.1 Geleiderdemontage vak 38-48 35
9.5.2 Geleiderdemontage vak 48-56 36
9.5.3 Geleiderdemontage vak 56-64A 36
9.5.4 Geleiderdemontage vak 64A-72 36
9.5.5 Geleiderdemontage vak 72-80 37
9.5.6 Geleiderdemontage vak 80-90 37
9.6 Demontage en knippen masten 37
9.7 Amoveren fundaties 38

Bijlage 1 Risico-inventarisatie 39

Bijlage 2 Beschermingsmaatregelen Sassenheim-Haarlemmermeer 40

Bijlage 3 Beschermingsmaatregelen Haarlemmermeer-Vijfhuizen 41

Bijlage 4 Productinformatiebladen 42

Bijlage 5 Request for Acceptance 43

1 INLEIDING

Dit uitvoeringsplan is van toepassing voor:

- Geleiderdemontage van de 150 kV-lijn Sassenheim-Haarlemmermeer vanaf mast 38 t/m portaal 64A op het 150 kV-station Haarlemmermeer.
- Amoveren van de mastconstructie en de fundaties tot 2 meter onder het maaiveld van mast 39 t/m portaal 64A van de 150 kV-lijn Sassenheim-Haarlemmermeer.
- Geleiderdemontage van de bestaande 150 kV-lijn Haarlemmermeer-Vijfhuizen vanaf portaal 64A op het 150 kV-station Haarlemmermeer t/m aansluiting op stationsportaal op het 150 kV-station Vijfhuizen.
- Amoveren van de mastconstructies en de fundaties tot 2 meter onder het maaiveld van mast 65 t/m 90 van de 150 kV-lijn Haarlemmermeer-Vijfhuizen.

1.1 Doel van het Uitvoeringsplan

In dit document wordt beschreven op welke wijze de realisatiefase zal gaan worden uitgevoerd. Doel daarbij is dat de hoogspanningslijn volgens de planning wordt geamoveerd en de risico's daarbij worden beheerst. De volgende zaken komen hierbij aan de orde:

- Risico's en beheersmaatregelen
- Planning
- Uitvoeringsorganisatie
- Werkmethoden
- Vereiste middelen

Dit uitvoeringsplan is opgesteld onder verantwoording van de projectleider van SPIE waarbij de inbreng van specialistische kennis en expertise van geleidermontage van groot belang is.

Voorafgaand aan de keuze welke uitvoeringsmethodiek wordt gehanteerd voor de lijndemontage zijn diverse bijeenkomsten gehouden waarin diverse aspecten zijn besproken en belicht t.a.v. risico’s, hinder voor de omgeving, benodigde hulpgereedschappen, efficiency, beschikbare middelen, etc.

De door SPIE geachte meest geschikte uitvoeringsmethodiek wordt in dit plan verder uitgewerkt en toegelicht.

2 PROJECTORGANISATIE

2.1 Projectomschrijving

De werkzaamheden van het amoveren van de 150 kV-lijnen Sassenheim-Haarlemmermeer en Haarlemmermeer-Vijfhuizen omvatten o.a.:

- Leggen benodigde toegangswegen en werkplateaus.
- Beschermen van de kruisende provinciale wegen, wegen, fietspaden, etc.
- Geleiderdemontage van beide 150 kV-circuits en 3 bliksemdraden tussen mast 38 en portaal 64A op het 150 kV-station Haarlemmermeer
- Geleiderdemontage van beide 150 kV-circuits en 3 bliksemdraden tussen portaal 64A op het 150 kV-station Haarlemmermeer en het stationsportaal op het 150 kV-station Vijfhuizen.
- Demontage, knippen en afvoeren van de masten 39 t/m 90 en portaal 64A.
- Afvoeren en verwijderen van de fundaties tot de door TenneT opgegeven diepte onder maaiveld (fundatieblok wordt geheel verwijderd, eventuele palen/ankers worden tot minimaal 2 meter onder het maaiveld verwijderd) van de masten 39 t/m 90 en de portalen op station Haarlemmermeer en Vijfhuizen, inclusief het aanvullen van de ontstane fundatiegaten.
- Het schoon opleveren van het terrein zonder achterblijvende metaal- en verfdelen en geen restanten en betondelen van de fundatie welke groter zijn dan 2 cm.
- Het cultuurtechnisch herstellen van het terrein, conform overleg tussen rentmeester en landeigenaar.
- Rapportage afgevoerde materialen.

In hoofdstuk 9 van dit plan worden de specifieke werkzaamheden verder toegelicht en uitgewerkt in een montage stappenplan.

2.2 Planning

Voor het uitvoeren van de werkzaamheden zijn geen VNB-periodes benodigd omdat de bestaande 150 kV-lijnen zijn overgenomen op de nieuw gerealiseerde hoogspanningslijn en het 150 kV kabeltracé. De te amoveren 150 kV-lijnen Sassenheim-Haarlemmermeer en Haarlemmermeer-Vijfhuizen zijn voorafgaand aan de werkzaamheden losgekoppeld.

De doorlooptijd van het uitvoeren van de werkzaamheden van het amoveren van de bestaande 150 kV-lijn Sassenheim-Haarlemmermeer bedraagt circa 13 weken (inclusief het amoveren van de fundamenten).

De doorlooptijd van het uitvoeren van de werkzaamheden van het amoveren van de bestaande 150 kV-lijn Haarlemmermeer—Vijfhuizen bedraagt circa 13 weken (inclusief het amoveren van de fundamenten).

2.3 Personeel

2.3.1 Capaciteitsplanning en bouwplaatsbezetting

Voor het uitvoeren van het project worden door SPIE de volgende medewerkers ingezet:

- Projectleider(s)
- Hoofd uitvoering (coördinerend)
- Uitvoerder (dagelijkse leiding op de bouwplaats)
- Voormannen
- Monteurs

2.3.2 Werktijden

De werkzaamheden worden normaal gesproken uitgevoerd bij daglicht op werkdagen van maandag tot en met vrijdag.

De werk- en rusttijden week 1 t/m 9 en week 45 t/m 52:

Dagelijkse start werkzaamheden	07:30
Einde werkdag	16:15

De werk- en rusttijden week 10 t/m 44:

Dagelijkse start werkzaamheden	07:00
Einde werkdag	16:15 (medewerkers welke in de kost zitten werken op maandag t/m donderdag tot ca 18:00)

Indien er noodzaak bestaat tot overwerken zal dit vooraf met de opdrachtgever worden afgestemd. Met betrekking tot overwerk is de Arbeidstijdenwet van toepassing. De gewerkte uren worden hieraan getoetst. Bovenstaande is ook van toepassing bij het werken op zaterdagen en zondagen.

2.3.3 Kwalificaties van personeel

Naast de algemene opleidingseisen die worden genoemd in het kwaliteitsplan en veiligheidsplan zijn de volgende specifieke opleidingen van toepassing:

- Eindtermen energiebedrijven

3 COMMUNICATIE

3.1 Overleg

De volgende overlegstructuur wordt gehanteerd:

Overleg	Frequentie	Deelnemers	Distributie rapportage/notulen
Kick-off Doel: Afstemmen van alle aspecten (projectplan)	Bij start van project	Projectleiders, uitvoerders, opdrachtgever	Alle belanghebbende
Projectintroductie Doel: projectspecifieke veiligheidsinstructie	Bij start uitvoering	Alle aanwezigen op de bouwplaats	Ter inzage op locatie
Toolbox meeting Doel: bespreken actueel veiligheidsonderwerp	Maandelijks	Alle aanwezigen op de bouwplaats	Ter inzage op locatie
Start werk vergadering Doel: Afstemmen dagelijkse werkzaamheden, en coördinatie tussen diverse partijen.	Dagelijks	Uitvoerder(s) en Bouwleider(s) van alle partijen	n.v.t.
Bouwvergadering Bespreken voortgang van het project (afwijkingen op projectplan)	Wordt bij kick-off vastgelegd	Project managers, Uitvoerder(s) en Bouwleider(s) van alle partijen	Alle belanghebbende

3.2 Afstemming met andere partijen

De volgende zaken dienen met de opdrachtgever te worden afgestemd:

- vergunningen overheid
- werkvergunningen
- inrichting bouwplaats

De volgende zaken dienen met de neven- en onderaannemers te worden afgestemd:

- planning van activiteiten op de bouwplaats
- afstemming van risico's bij de uit te voeren werkzaamheden
- veiligheidsmaatregelen
- werkvergunningen
- inrichting bouwplaats

- bedrijfshulpverlening

De raakvlakken met o.a. nevenaannemers en overige derde partijen worden vastgelegd en bewaakt in een raakvlakkenregister welke een onderdeel vormt van de integrale risicoanalyse.

De volgende zaken worden door opdrachtnemer met de omgeving te worden afgestemd:

Rijkswaterstaat:

- planning van activiteiten langs en op de wegen in beheer van Rijkswaterstaat
- werkvergunningen verkeersvoorzieningen

Provincie Zuid- en Noord-Holland

- planning van activiteiten langs en op de wegen in beheer van de provincie
- werkvergunningen verkeersvoorzieningen

Gemeente(n)

- planning van activiteiten in het park, langs en op de wegen in beheer van de Gemeente
- werkvergunningen demontage masten, fundaties en verkeersvoorzieningen

3.3 Vastlegging en distributie

Afstemming en coördinatie tussen partijen kan mondeling en/of telefonisch plaatsvinden. Alle formele afspraken en overeenkomsten dienen echter schriftelijk te worden bevestigd/vastgelegd.

4 OMGEVINGSASPECTEN

Gezien de dynamische en kritische omgeving waarin de nieuwe verbinding wordt gerealiseerd en de bestaande verbinding wordt geamoveerd is het zo veel als mogelijk voorkomen van hinder naar de omgeving van essentieel belang om daarmee de weerstand naar de omgeving te verminderen.

Er dient daarbij o.a. rekening te worden gehouden met de volgende omgevingsaspecten en het aspect dat de geleiderdemontage maar één van de werkzaamheden is in de realisatie van het gehele project:

- Nieuw aan te brengen toegangswegen / werkplateaus voor de geleiderdemontage, het verwijderen, knippen en afvoeren van de masten en het verwijderen van de fundaties
- Bescherming van te kruisen wegen en andere obstakels zodat hinder naar de omgeving zo veel als mogelijk voorkomen wordt
- Vaststellen haspel- en lierplaatsen
- Het cultuurtechnisch herstellen van het terrein conform afspraken met rentmeester

Bovenstaande aspecten worden hieronder verder uitgewerkt.

4.1 Hinder van omgeving

Tijdens de werkzaamheden is er kans op de volgende vormen van hinder voor de omgeving:

- Geluidshinder
- Hinder van het verkeer
- Gewassenschade

De algemene maatregelen worden aangegeven in de Project RI&E (zie bijlage 1).

Daarnaast dienen de volgende extra maatregelen te worden getroffen:

Activiteit	Hinder	Aanvullende maatregelen
Aanleggen toegangswegen	Tijdelijke versmalling / afzetting van wegen of paden voor aanleg werkwegen, werkplateaus.	Aanmelden en toelichten werkzaamheden SPIE door rentmeester TenneT bij o.a. gemeenten, weekbladen, etc.
Zoeken naar toegang werkplek	Zoeken van juiste ingangen door diverse projectmedewerkers	Bij de ingang naar een mast of mastlocaties vanaf de openbare weg een duidelijk herkenbaar bordje(s) plaatsen zodat het zoeken naar de juiste ingang wordt voorkomen.

4.2 Toegangswegen

Voor de nieuw aan te leggen toegangswegen en werkplateaus geldt dat TenneT de benodigde vergunningen / toestemmingen met de eigenaren en beheerders verzorgd. De gemaakte afspraken met eigenaren en beheerders dienen bij SPIE bekend te zijn en gerespecteerd te worden.

Als de toestand van de toegangsweg zo slecht is dat het aan- en afrijden aanmerkelijke schade veroorzaakt, zullen rijplaten gelegd worden. Indien, om welke reden dan ook, van deze toegangswegen afgeweken dient te worden, zal dit pas gebeuren na overleg met de rentmeester van de opdrachtgever.

Tevens dienen bij toegangswegen, werklocaties en opslag van o.a. machines gekeken te worden naar de veiligheid van eventueel in de omgeving spelende kinderen. De locaties dienen afgezet te worden of zodanig opgesteld dat hier geen gevaren zijn voor kinderen.

4.3 Bescherming te kruisen (water)wegen, spoorwegen en andere obstakels

Onder het tracé zijn een aantal wegen en obstakels gelegen. Om de hinder aan gebruikers van deze wegen zo veel als mogelijk te voorkomen en obstakels te vrijwaren van schade en/of mogelijk letsel aan gebruikers, als gevolg van de uit te voeren werken, worden op verschillende plaatsen beschermjukken geplaatst.

Tijdens het plaatsen en nadien verwijderen van deze voorzieningen, worden de conform de CROW vereiste maatregelen getroffen zodat de overlast voor weggebruikers en andere betrokkenen tot een minimum beperkt blijven. Men dient hierbij te denken aan verkeersmaatregelen en toezicht tijdens uitvoering van genoemde werkzaamheden.

Voor alle te kruisen wegen en andere obstakels onder de 150 kV-lijn Sassenheim-Haarlemmermeer heeft een inventarisatie plaatsgevonden waarna een kwalificatie en risicobeoordeling heeft plaatsgevonden. Op basis daarvan zijn de beheersmaatregelen geformuleerd. Deze zijn opgenomen in bijlage 2.

Voor alle te kruisen wegen en andere obstakels onder de 150 kV-lijn Haarlemmermeer-Vijfhuizen heeft een inventarisatie plaatsgevonden waarna een kwalificatie en risicobeoordeling heeft plaatsgevonden. Op basis daarvan zijn de beheersmaatregelen geformuleerd. Deze zijn opgenomen in bijlage 3.

4.4 Vaststellen haspel en lierplaatsen

De plaatsen van haspels en lieren worden dusdanig gekozen dat een vlotte en economische voortgang te verwachten is waarbij vanzelfsprekend tevens ook de veiligheid in acht genomen wordt. Hierbij in acht genomen dat er zo minimaal mogelijk verplaatsingen van gereedschappen plaats zullen vinden. Derhalve zullen schades tot een minimum beperkt blijven.

4.5 Cultuurtechnisch achterlaten van het terrein

Na het uitvoeren van de werkzaamheden worden de terreinen (toegangswegen en werkplateaus) cultuurtechnisch hersteld, conform de afspraken met de rentmeester.

4.6 Aanpassen, in stand houden en beschermen kabels en leidingen

Werkzaamheden die verband houden met de realisatie van het project waaronder het in stand houden en beschermen van kabels en leidingen zijn voor de verantwoordelijkheid van SPIE.

Voor de bepaling van de vereiste verankeringsmethodiek van de beschermjukken zal ten tijde van de uitvoering van de werkzaamheden een KLIC-melding worden uitgevoerd.

5 BOUWPLAATSREGLEMENT

5.1 Toegang tot de bouwplaats

Iedereen dient voor de daadwerkelijke toegang tot het terrein zich te melden bij de uitvoerder. Iedere werknemer krijgt op de eerste werkdag, voor aanvang van de werkzaamheden een instructie over de te nemen en genomen veiligheids-, gezondheid- en milieumaatregelen. Verslag van deze project veiligheidsinstructie wordt genoteerd op het formulier "Introductie Projectveiligheid".

De introductie van nieuwe medewerkers wordt georganiseerd volgens de procedure uit het Management systeem, “procedure PP 9.00 Uitvoering”.

5.2 Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen

De volgende standaard persoonlijke beschermingsmiddelen zijn van toepassing:

- Veiligheidshelm
- Veiligheidsbril
- Veiligheidsschoenen
- Werkkledij met lange mouwen
- Werkhandschoenen
- Veiligheidsharnas bij werkzaamheden op hoogte, inclusief valbeveiliging (Latchways)
- Reflecterende kledij conform voorschriften bij wegen

Extra persoonlijke beschermingsmiddelen dienen te worden gedragen indien dit is omschreven in de projectrisico analyse en/of dit met borden is aangegeven. Alle persoonlijke beschermingsmiddelen worden gratis verstrekt. Voor aanvang van het project controleert de direct leidinggevende de beschikbaarheid van voldoende persoonlijke beschermingsmiddelen van de medewerkers en verzorgt waar nodig een instructie voor gebruik en onderhoud.

6 BOUWPLAATSINRICHTING EN –VOORZIENINGEN

6.1 Inrichting van de bouwplaats

SPIE richt een centrale bouwplaats in. Deze bouwplaats wordt ingericht met een of meerdere portocabins, gereedschapscontainers, sanitaire voorzieningen, opslag voor groot gereedschap en containers voor opslag van de vrijkomende armaturen en isolatoren. De portocabin dient als kantoor voor de leiding en kan eventueel gebruikt worden voor de te houden bouwplaatsbesprekingen en het geven van instructies.

De vrijkomende geleiders en bliksemdraden worden dagelijks afgevoerd naar een erkend recyclingbedrijf.

De locaties van bouwplaats(en) en inrichting zijn ten tijde van het schrijven van dit plan nog niet definitief, maar worden zo spoedig mogelijk bekend gemaakt.

6.2 Scheiding, opslag en afvoer van afval

Eigenaar van het (sloop)afval bij dit project is SPIE welke derhalve verantwoordelijk is voor een correcte opslag en afvoer.

Er is sprake van de volgende afvalstromen:

- Hout, in open of gesloten containers;
- Metaal, in open of gesloten containers;
- Chemisch afval, in plastic containers;
- Kabelrestanten, in open of gesloten containers.

6.3 Gebruik van gevaarlijke stoffen

Op dit project worden onderstaande gevaarlijke stoffen toegepast.

Gevaarlijke stof	Toepassing	Belangrijkste maatregelen
Diesel	Brandstof voor machines	Brandstof tanken met trechter en voorzieningen treffen om gemorste diesel op te vangen.
Hydraulische olie	Onderdeel van machines	Eventuele olielekkages direct verhelpen of opvangen en werkelijke lekkages deskundig opruimen.

6.4 Sanitaire voorzieningen, schaft- en rustruimte

Voor de medewerkers zullen de normaal gebruikelijke voorzieningen ter beschikking worden gesteld zoals, was-, toilet- en kleedruimte, alsmede de nodige schaftruimte. Onder het te volgen lijngedeelte zullen, daar waar benodigd, transportabele schaftruimten worden geplaatst. De kantoorruimten, werkplaats(en), magazijn(en) en buitenopslag van materiaal zullen tevens voldoen aan de wettelijke voorschriften en aan de voorschriften van de opdrachtgever.

De kleed-, was-, toilet- en kantineruimte dienen met voldoende regelmaat te worden gereinigd door eigen personeel of door medewerkers van een erkend schoonmaakbedrijf.

6.5 Verkeersreglement

Op dit project is het algemene verkeersreglement van toepassing. Verder zijn de volgende verkeersregels van toepassing: (o.a. parkeergelegenheid)

- Nader te bepalen
- . . . . .

7 BEDRIJFSMIDDELEN

7.1 Elektrische en hydraulische (hand)gereedschappen

Voor het uitvoeren van de werkzaamheden kan o.a. gebruik worden gemaakt van de volgende gereedschappen:

- handboormachine / schroefboormachine
- haakse slijper
- hydraulische kabelknipper
- momentsleutel

7.2 Inzet van transportwerktuigen

Voor het transport over openbare wegen (van en naar de bouwlocatie) wordt gebruik gemaakt van gerenommeerde transportbedrijven.

De inzet van transportwerktuigen op de bouwlocaties wordt rekening gehouden met de afspraken met de landeigenaren.

Voor het transport op de bouwlocatie kunnen de navolgende werktuigen worden ingezet:

Middel:	**Toepassing:**
Verrijker / Heftruck	Laden, lossen en verplaatsen van zware lasten zoals bv. haspels
Vrachtwagen met laadkraan	Laden, lossen en verplaatsen van zware lasten zoals kratten met armaturen, isolatoren, haspels, etc.
Mobiele kraan	Montage, laden, lossen en verplaatsen van zware lasten zoals bv. haspels en het demonteren van de bestaande masten.

Afhankelijk van de terreinsituatie (onverhard / rijplatenbaan) kan gemotoriseerd transport plaatsvinden middels vrachtwagen of terreinvoertuigen voor in het veld.

SPIE maakt voor gemotoriseerd transport in het veld gebruik van gators en/of tractoren met platte wagen. De bestuurders zijn geïnstrueerd en geoefend.

Alle hierboven genoemde werktuigen mogen alleen bediend worden door een gediplomeerde / gecertificeerde machinist. De werktuigen dienen aantoonbaar een geldige keuring te hebben. Vereiste certificaten etc. moeten op de bouwplaats aanwezig zijn.

7.3 Inzet van machines

Voor het uitvoeren van de werkzaamheden maakt SPIE gebruik van haar machinepark. Dit machinepark voldoet aan de eisen die gesteld zijn in het Warenwetbesluit Machines en Arbobesluit hoofdstuk 7 “Arbeidsmiddelen”.

Voor het project zullen o.a. de navolgende machines worden ingezet:

- Remmachines
- Haspelwagens
- Span- / treklieren
- Tractoren
- Kranen
- Hoogwerkers

Alle hierboven genoemde werktuigen mogen alleen bediend worden door een gediplomeerde / gecertificeerde machinist. De werktuigen dienen aantoonbaar een geldige keuring te hebben. Vereiste certificaten etc. moeten op de bouwplaats aanwezig zijn.

Nadat hoogwerkers zijn opgesteld/afgestempeld wordt eerst een proefvlucht gemaakt. De arm van de hoogwerker wordt hierbij uitgeschoven in de richting waarin de maximale belasting plaats vindt, tijdens de uitte voeren werkzaamheden. Tijdens deze proefvlucht is de werkbak op 1 meter boven de grond. Wanneer de proefvlucht succesvol is verlopen kan er met de werkzaamheden waarvoor de inzet van de hoogwerker benodigd is worden aangevangen.

7.4 Lier - / remmachines

De genoemde lier- / remmachines worden ingesteld op de maximale toelaatbare trekkracht. Hierdoor wordt overtrek, met de nodige gevolgen hiervan, voorkomen. Door de instelbaarheid van de lier- / remmachines is het mogelijk om de doorhang, tijdens het uitdraaien van de geleider, op een constante hoogte te houden. De remmachines kunnen worden voorzien van een permanente trekkrachtregistratie met protocollering.

De te gebruiken lieren e.d. zijn voorzien van geldige keuringscertificaten (niet ouder dan 4 jaar). Keuring van lieren geschiedt door ABOMA.

7.5 Overige middelen

7.5.1 Hijsmiddelen

Alle te gebruiken hijsgereedschappen, zoals o.a. takels, blokken, sluitingen, stroppen en dergelijke zijn voorzien van een geldig keuringscertificaat. Deze certificaten zullen op verzoek getoond worden.

7.5.2 Werkbakken

Indien de werksituatie daartoe aanleiding geeft, zullen werkbakken voor het hijsen van personen worden toegepast. Een werkbak dient voorzien te zijn van een geldig keuringscertificaat. Deze moet op verzoek getoond kunnen worden.

Personen dienen in de werkbak aangelijnd te zijn middels een veiligheidsharnas en een vanglijn. Uitstappen op hoogte is niet toegestaan.

7.5.3 Hoogwerkers

Alleen medewerkers die aantoonbaar een hoogwerker training hebben gevolgd zijn bevoegd om de toegepaste hoogwerkers te bedienen. De hoogwerker moet voorzien zijn van een geldig keuringscertificaat. Deze moet op verzoek getoond kunnen worden. Tevens moet bij de hoogwerker een gebruikershandleiding aanwezig zijn. Eventuele inzet van hoogwerkers en / of kranen zal alleen worden uitgevoerd na overleg en goedkeuring van de opdrachtgever. Personen dienen in de werkbak aangelijnd te zijn middels een veiligheidsharnas en een vanglijn. Uitstappen op hoogte is niet toegestaan.

7.5.4 Communicatieapparatuur

Voor het veilig en accuraat uitvoeren van de werkzaamheden is het noodzakelijk dat een goede communicatie tot stand wordt gebracht. Voor de communicatie wordt gebruik gemaakt van een set portofoons. In de portocabin of in de auto van de uitvoerder is een basisstation geplaatst. De desbetreffende uitvoerder is in het bezit van een autotelefoon, zodat hij te allen tijde te bereiken zal zijn.

8 ALGEMENE WERKMETHODEN

8.1 Werkvoorbereiding

Voor aanvang van de werkzaamheden wordt het Uitvoeringsontwerp (tekeningen, stuklijsten etc.) verstrekt aan de uitvoerder. Dit Uitvoeringsontwerp zal tijdens de uitvoering continu worden gecontroleerd en, indien nodig, worden aangepast aan de werkelijke situatie. Op basis van de dagelijkse werkplanning wordt de dagelijkse capaciteitsbehoefte aan personeel bepaald. Tevens wordt daarbij gekeken naar de vereiste competenties/kwalificaties van deze medewerkers.

8.2 Vaststellen benodigde bedrijfsmiddelen en materialen

Na opdrachtverstrekking zal de uitvoerder/montageleider in samenspraak met de projectleider en werkvoorbereider de benodigde materialen en middelen vaststellen en worden deze vastgelegd in de planning bedrijfsmiddelen. Bijzonderheden met betrekking tot de in te zetten bedrijfsmiddelen worden beschreven in hoofdstuk 9.

De planning van materialen en middelen dienen op de werkplanning te worden afgestemd.

8.3 Veiligstellen van de werkomgeving

Alvorens een aanvang te maken met de werkzaamheden dient de werkplek veilig gesteld te worden door:

- spanningsvrij maken van die installatiedelen waarbij elektrocutiegevaar kan optreden
- aarden van installatiedelen
- verwijderen van gevaarlijke stoffen of dampen
- veiligstellen van bewegende machines die een gevaar op leveren bij de werkzaamheden
- maatregelen treffen tegen valgevaar, struikelgevaar en kans op stoten en uitglijden

8.4 Voorkomen van valgevaar

Valgevaar kan zich voor doen bij graafwerkzaamheden en werken op hoogte. Valgevaar moet worden bestreden met de volgende methoden in de aangegeven voorkeursvolgorde:

- plaatsen van (tijdelijke) hekwerken (binnen 2 meter van valgevaar) of afzettingen (4 meter van valgevaar)
- gebruik van kraan met werkbak / hoogwerker
- persoonlijke valbeveiliging

Voor de vakwerkmasten dienen alle monteurs een specifieke opleiding gevolgd te hebben voor gebruik te mogen maken van het klimsysteem ‘Latchways ‘.

8.5 Hijsen met kranen

Voor het demonteren van de masten wordt een kraanbedrijf ingezet dat voldoet aan de vereiste kwalificaties. Machinisten van mobiele kranen dienen in het bezit te zijn van een geldig hijsbewijs of machinistendiploma. Op de kraan dient een kraanboek en een hijstabel aanwezig te zijn.

Voordat een hijswerktuig op het werk wordt toegelaten, zullen bovenstaande bepalingen worden gecontroleerd. Het opstellen van de kraan gebeurt pas nadat de machinist toestemming heeft verkregen van de uitvoerder.

De plaatsen, alsmede de wijze van opstellen van de kranen worden vooraf met een vertegenwoordiger van de kraanfirma en de uitvoerder uitvoerig besproken. Deze plaatsen zijn dusdanig gekozen, waardoor een vlotte en veilige voortgang van de werkzaamheden te bewerkstelligen is.

Na bepaling van de hijsplaats zal de kraan dusdanig gestempeld worden, zodat een stabiele en veilige opstelling verkregen wordt. Het aanslaan van de lasten vindt plaats middels staalstroppen of nylon hijsbanden.

Voor de communicatie tijdens de hijswerkzaamheden wordt gebruik gemaakt van een set portofoons. Hierdoor kan meteen ingegrepen worden wanneer iets mis dreigt te gaan.

Indien benodigd wordt in overleg met het kraanbedrijf een hijsplan opgesteld.

8.6 Hijsen met een losse hijslijn

Middels een loper en katrollen wordt een hijsinrichting aangebracht in de bestaande constructie. Afhankelijk van de eigenschappen van de te hijsen last wordt de loper met de hand bediend of middels een lier. Deze hijsinrichting wordt gebruikt om gereedschappen, hulpmiddelen en (montage)materialen naar en van de werkplek te hijsen.

Voor deze methode van hijsen geldt het volgende:

- Gebruik van hijsmand voor klein materiaal en gereedschap
- Grotere lasten worden met de loper verbonden middels het knopen van een hulphijslijn volgens een beproefde methode (inzet gekwalificeerd personeel)
- Afzetten hijsgebied. Niemand mag zich onder de hijslast bevinden.
- Er moet een goede communicatie tussen de werknemers mogelijk zijn die met het hijsen belast zijn. Zo nodig moeten er portofoons worden ingezet.

8.7 Hijsen met takels

Takels worden ingezet om installatiedelen op hun plaats te manoeuvreren of tijdelijk te verplaatsen ten behoeve van de uit te voeren montage.

Voor deze methode van hijsen geldt het volgende:

- Er dient vooraf overeenstemming te zijn over de te volgen hijsmethode

- Alleen goedgekeurde takels gebruiken
- De werkelijke last mag de toegestane werklast van de takel nooit overschrijden
- Afzetten hijsgebied. Niemand mag zich onder de hijslast bevinden.
- Er moet een goede communicatie tussen de werknemers mogelijk zijn die met het hijsen belast zijn. Zo nodig moeten er portofoons worden ingezet.

8.8 Toepassing van alternatieve werkwijzen

Tijdens de uitvoering van de werken kan blijken dat de conventionele werkwijze niet geschikt of wenselijk blijkt te zijn. Wanneer zich deze situatie voordoet, zal in overleg met de toezichthouder van de opdrachtgever gezocht worden naar een alternatieve werkmethode. Bij een alternatief dient altijd in acht genomen te worden dat de veiligheid van de omgeving en de betrokkenen optimaal gewaarborgd is en blijft. Daartoe zal voor de alternatieve werkmethode een **taak/risico analyse** worden uitgevoerd en de te nemen maatregelen worden vastgelegd en besproken met alle medewerkers die betrokken zijn bij de uitvoering.

9 PROJECTSPECIFIEKE WERKZAAMHEDEN EN WERKMETHODEN

In dit hoofdstuk worden de specifieke werkzaamheden van het amoveren van de 150 kV-lijnen Sassenheim-Haarlemmermeer en Haarlemmermeer-Vijfhuizen middels een montage stappenplan verder uitgewerkt en toegelicht waarom deze werkmethodiek wordt toegepast.

Belangrijke aspecten / kenmerken tijdens de uitvoering van de werkzaamheden in dit werkpakket zijn:

- Dynamische omgeving
- Zo weinig mogelijk hinder voor omgeving
- Flexibiliteit
- Anticiperen, reageren en optimaliseren in de uitvoering t.a.v. landeigenaren en bevoegd gezag
- Meedenkendheid

Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- Tracéomschrijving (9.1)
- Bepaling van vakken geleiderdemontage (9.2)
- Werkomschrijving (de)montage beschermingsjukken (9.3)
- Werkmethoden geleiderdemontage (9.4)
- Geleiderdemontage (9.5)
- Mastdemontage (9.6)
- Amoveren fundaties (9.7)

9.1 Tracéomschrijving

Het te amoveren tracé bestaat uit 2 delen:

150 kV-lijn Sassenheim-Haarlemmermeer, tussen mast 38 en portaal 64A (tracélengte 9.285 mtr)
150 kV-lijn Haarlemmermeer-Vijfhuizen, tussen portaal 64A en portaal Vijfhuizen (tracélengte 8.200 mtr)

Het tracédeel van de 150 kV-lijn Sassenheim-Haarlemmermeer bestaat uit de volgende 150 kV-masten:

Mastnr.	Masttype	Masttype	Masthoogte	Fundatietype	Diepte
38	Afspanmast	Niet bekend	Circa 30-35 meter		
39	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
40	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-2,25 mtr

41	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-2,50 mtr
42	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
43	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
44	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
45	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
46	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
47	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
48	Afspanmast	HC	33,7 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
49	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
50	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
51	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
52	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
53	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
54	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
55	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
56	Afspanmast	TB	33,7 meter	Betonstiepen	-1,35 mtr
57	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
58	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
59	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-2,25 mtr
60	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-2,25 mtr
61	Draagmast	SH+2	34,6 meter	Betonstiepen	-2,25 mtr
62	Draagmast	SH	32,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
63	Draagmast	SH+2	34,6 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
64	Afspanmast	TB	33,7 meter	Betonstiepen	-1,35 mtr
64A	Afspanportaal	Portaal	Circa 12 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr

In dit deel van het tracé worden de volgende geleiders gedemonteerd:

- 150 kV-lijn, 2 circuits enkele geleider, type Cu 150 mm²
- 3 bliksemdraad, type Br 50 mm²

In het tracé van de aan te leggen hoogspanningslijn zijn diverse kruisingen met onderliggende infrastructuur en aanwezige bebouwing. Deze kruisingen zijn onder paragraaf 4.3 en in bijlage 2 opgenomen, met hierin vermeldt welke veiligheids-/beschermingsmaatregelen hier genomen moeten worden.

Het tracédeel van de 150 kV-lijn Haarlemmermeer-Vijfhuizen bestaat uit de volgende 150 kV-masten:

Mastnr.	Masttype	Masttype	Masthoogte	Fundatietype	Diepte
64A	Afspanportaal	Portaal	Circa 12 meter	Betonstiepen	-1,25 mtr
65	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
66	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-2,25 mtr
67	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
68	Draagmast	SH+2	34,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
69	Draagmast	SH+2	34,6 meter	Plaat	-2,25 mtr
70	Draagmast	SH+2	34,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
71	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
72	Afspanmast	TB+0	33,7 meter	Plaat	-1,35 mtr
73	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
74	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
75	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
76	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
77	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
78	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
79	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
80	Afspanmast	HC+0	33,7 meter	Plaat	-1,25 mtr
81	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
82	Draagmast	SH+0	33,7 meter	Plaat	-1,25 mtr

83	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
84	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
85	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
86	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-3,45 mtr
87	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-3,45 mtr
88	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-3,45 mtr
88A	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-3,45 mtr
89	Draagmast	SH+0	32,6 meter	Plaat	-1,25 mtr
90	Eindmast	E	Hoogte onbekend	Plaat	-1,75 mtr
Portaal	Stationsportaal	Portaal	Circa 12 meter		

In dit deel van het tracé worden de volgende geleiders gedemonteerd:

- 150 kV-lijn, 2 circuits enkele geleider, type ACSR 457/40 ²
- 2 bliksemdraad, type ACSR Minorca
- 1 OPGW, type BICC TYPE 172C8

In het tracé van de aan te leggen hoogspanningslijn zijn diverse kruisingen met onderliggende infrastructuur en aanwezige bebouwing. Deze kruisingen zijn onder paragraaf 4.3 en in bijlage 3 opgenomen, met hierin vermeldt welke veiligheids-/beschermingsmaatregelen hier genomen moeten worden.

9.2 Bepaling vakken geleiderdemontage

Bij het bepalen van de vakken tussen welke masten de geleiders worden getrokken zijn de volgende punten in acht genomen:

- Positionering van de masten ten opzichte van de aanwezige infrastructuur en bebouwing
- Mogelijkheden voor het opstellen van het materieel en kranen
- Aanwezige hoeken in de trek- en draagmasten
- Risicoanalyse

Per mastlocatie is de volgende analyse opgesteld over de positionering, de mogelijkheden en de risico´s tijdens de uitvoering van de werkzaamheden.

9.2.1 Vakken geleiderdemontage tracé Sassenheim-Haarlemmermeer

Mast 38:

Mast 38 is een afspanmast. De mast is gelegen in een weiland. Aan achterzijde van de mast (op circa 75 meter) is voldoende ruimte beschikbaar voor het opstellen van de machines voor de geleiderdemontage. Deze mast wordt niet gedemonteerd omdat de beide circuits aan de zijde van mast 37 aan de mast aanwezig blijven.

Mast 39:

Mast 39 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland pal langs de weg (Turfspoor). Er is voldoende ruimte aanwezig voor het demonteren van de mast. Bij het amoveren van de fundatie van deze mast zal rekening gehouden moeten worden met de aanwezige sloot.

Mast 40:

Mast 40 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. Er is voldoende ruimte aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 41:

Mast 41 is een draagmast. De mast is gelegen op het terrein van een kassencomplex. Er is beperkte ruimte aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast. Tijdig overleg met de perceeleigenaar over de wijze en het tijdstip van de uitvoering van de werkzaamheden.

Mast 42:

Mast 42 is een draagmast. De mast is gelegen op een “eilandje” langs de weg (Lisserbroekerweg). Er is beperkte ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende vijver.

Mast 43:

Mast 43 is een draagmast. De mast is gelegen op een grasveld. Er is voldoende ruimte aanwezig onder de mast voor het demonteren van de mast en het verwijderen van de fundatie.

Mast 44:

Mast 44 is een draagmast. De mast is gelegen op akkerland. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 45:

Mast 45 is een draagmast. De mast is gelegen op akkerland met 1 weg (Middelweg) en 1 fietspad die kort langs de mast passeren. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 46:

Mast 46 is een draagmast. De mast is gelegen op akker-/weiland. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 47:

Mast 47 is een draagmast. De mast is gelegen op akker-/weiland. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 48:

Mast 48 is een afspanmast. De mast is gelegen in een weiland. Aan beide zijden van de mast (op circa 75 meter) is voldoende ruimte beschikbaar voor het opstellen van de machines voor de geleiderdemontage. Onder de mast is voldoende ruimte beschikbaar voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 49:

Mast 49 is een draagmast. De mast is gelegen op weiland met een fietspad in de nabijheid van de mast. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 50:

Mast 50 is een draagmast. De mast is gelegen op weiland met een fietspad in de nabijheid van de mast. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 51:

Mast 51 is een draagmast. De mast is gelegen op weiland met een fietspad in de nabijheid van de mast. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 52:

Mast 52 is een draagmast. De mast is gelegen op weiland met een fietspad in de nabijheid van de mast. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 53:

Mast 53 is een draagmast. De mast is gelegen op weiland met een fietspad in de nabijheid van de mast. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 54:

Mast 54 is een draagmast. De mast is gelegen op weiland met een fietspad in de nabijheid van de mast. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 55:

Mast 55 is een draagmast. De mast is gelegen op weiland met een fietspad in de nabijheid van de mast. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 56:

Mast 56 is een afspanmast. De mast is gelegen in een weiland. Aan beide zijden van de mast (op circa 75 meter) is voldoende ruimte beschikbaar voor het opstellen van de machines voor de geleiderdemontage. Onder de mast is voldoende ruimte beschikbaar voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 57:

Mast 57 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 58:

Mast 58 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 59:

Mast 59 is een draagmast. De mast is gelegen in een akker-/weiland. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 60:

Mast 60 is een draagmast. De mast is gelegen in een akker-/weiland. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 61:

Mast 61 is een draagmast. De mast is gelegen in een akker-/weiland nabij de openbare weg (Bennebroekerweg). Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 62:

Mast 62 is een draagmast. De mast is gelegen in de bebouwde kom op een “eilandje” langs de weg (Altenapad). Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan

voor het demonteren van de mast. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Mast 63:

Mast 63 is een draagmast. De mast is gelegen in de bebouwde kom op een “eilandje” langs de weg (Altenapad). Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Mast 64:

Mast 64 is een afspanmast. De mast is gelegen in de bebouwde kom op een “eilandje” langs de weg (Altenapad). Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Portaal 64A

Portaal 64A is een afspanportaal op het 150 kV station Haarlemmermeer. Onder dit portaal is voldoende ruimte aan de zijde van mast 64 aanwezig voor het opstellen van machines voor het demonteren van de geleiders.
Rondom het portaal is voldoende ruimte aanwezig voor het demonteren van het portaal (nadat de geleiders aan de Vijfhuizen zijde ook zijn gedemonteerd) en het verwijderen van de fundatie. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Bovenstaande analyse van de mastlocaties resulteert dat de geleidermontage plaats zal vinden in de vakken 38-38, 48-56 en 56-64A.

In afspanmast 64 worden de beide afspankettingen aan elkaar gekoppeld (er wordt een zogenaamde doorverbinding gemaakt).

9.2.2 Vakken geleiderdemontage tracé Sassenheim-Haarlemmermeer

Portaal 64A:

Portaal 64A is een afspanportaal op het 150 kV station Haarlemmermeer. Onder dit portaal is voldoende ruimte aan de zijde van mast 64 aanwezig voor het opstellen van machines voor het demonteren van de geleiders.
Rondom het portaal is voldoende ruimte aanwezig voor het demonteren van het portaal (nadat de geleiders aan de Sassenheim zijde ook zijn gedemonteerd) en het verwijderen van de fundatie. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Mast 65:

Mast 65 is een draagmast. De mast is gelegen in de bebouwde kom op een “eilandje” langs een waterpartij. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Mast 66:

Mast 66 is een draagmast. De mast is gelegen in de bebouwde kom op een “eilandje” langs een fietspad. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Mast 67:

Mast 67 is een draagmast. De mast is gelegen in de bebouwde kom op een “eilandje” langs een fietspad. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Mast 68:

Mast 68 is een draagmast. De mast is gelegen in de bebouwde kom op een “eilandje” langs een fietspad. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Mast 69:

Mast 69 is een draagmast. De mast is gelegen in de bebouwde kom op een “eilandje” langs een fietspad. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast. Bij het verwijderen van de fundaties moet rekening worden gehouden met de aangrenzende waterpartij.

Mast 70:

Mast 70 is een draagmast. De mast is gelegen in een park en wordt betreden vanuit het voetpad vanuit mast 71. Voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie is het noodzakelijk om bomen struiken in de nabijheid van de mast te verwijderen.

Mast 71

Mast 71 is een draagmast. De mast is gelegen in een park en wordt betreden vanuit het voetpad vanuit mast 72. Voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie is het noodzakelijk om bomen struiken in de nabijheid van de mast te verwijderen.

Mast 72

Mast 72 is een afspanmast. De mast is gelegen in een park en wordt betreden vanuit het voetpad vanuit de toegang naar de recreatieterrein. Aan beide zijde van de mast is op circa 75-100 meter

een werkplateau worden gerealiseerd voor het opstellen van de machines voor de geleiderdemontage.
Voor de geleiderdemontage van het vak 64A-72 wordt een werkplateau op circa 75-100 meter van de mast aan de zijde van mast 73 gerealiseerd.
Voor de geleiderdemontage van het vak 72-80 wordt een werkplateau op circa 75-100 meter van de mast aan de zijde van mast 71 gerealiseerd.
Voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie is het noodzakelijk om bomen struiken in de nabijheid van de mast te verwijderen.

Mast 73:

Mast 73 is een draagmast. De mast is gelegen in een park en wordt betreden vanuit het voetpad vanuit de toegang naar de recreatieterrein. Voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie is het noodzakelijk om bomen struiken in de nabijheid van de mast te verwijderen.

Mast 74:

Mast 74 is een draagmast. De mast is gelegen in een park en wordt betreden vanuit de toegang vanuit de Floriade. Voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie is het noodzakelijk om bomen struiken in de nabijheid van de mast te verwijderen.

Mast 75:

Mast 75 is een draagmast. De mast is gelegen op een akker-/weiland. De mast wordt betreden via de toegangsweg naar mast 76. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 76:

Mast 76 is een draagmast. De mast is gelegen op een akker-/weiland. De mast wordt betreden via de toegangsweg naar mast 77. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 77:

Mast 77 is een draagmast. De mast is gelegen op een akker-/weiland. De mast wordt betreden via de toegangsweg naar mast 78. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 78:

Mast 78 is een draagmast. De mast is gelegen op een akker-/weiland. De mast wordt betreden via de toegangsweg naar mast 79. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 79:

Mast 79 is een draagmast. De mast is gelegen op een akker-/weiland. De mast wordt betreden via de toegangsweg vanuit de Vijfhuizerweg. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Ten tijde van het demonteren van de mast zal het fietspad, uit veiligheidsoogpunt gestemd dienen te worden.

Mast 80:

Mast 56 is een afspanmast. De mast is gelegen in een akker-/weiland. Aan beide zijden van de mast (op circa 75 meter) is voldoende ruimte beschikbaar voor het opstellen van de machines voor de geleiderdemontage. De mast wordt betreden vanaf mast 79. Onder de mast is voldoende ruimte beschikbaar voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 81:

Mast 57 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. De mast wordt betreden vanuit mast 82. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 82:

Mast 82 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. De mast wordt betreden vanaf het nabij gelegen perceel aan de Kromme Spieringweg. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 83:

Mast 83 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. De mast wordt betreden vanaf het nabij gelegen perceel aan de Kromme Spieringweg. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 84:

Mast 84 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. De mast wordt betreden vanaf het nabij gelegen perceel aan de Kromme Spieringweg. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 85:

Mast 85 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. De mast wordt betreden vanaf het nabij gelegen perceel aan de Kromme Spieringweg. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 86:

Mast 86 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. De mast wordt betreden vanaf het nabij gelegen perceel aan de Kromme Spieringweg. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 87:

Mast 87 is een draagmast. De mast is gelegen in een weiland. De mast wordt betreden vanaf het nabij gelegen perceel aan de Kromme Spieringweg. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 88:

Mast 88 is een draagmast. De mast is gelegen naast de N232 in een weiland. De mast wordt betreden vanaf het nabij gelegen perceel aan de Kromme Spieringweg. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 88A:

Mast 88A is een draagmast. De mast is gelegen op het weiland tussen twee rijstroken van de N205. De locatie wordt betreden via een tijdelijke te realiseren uit- en invoegstrook vanaf de N205. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het opstellen van de kraan voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie. Met de wegbeheerder zal afstemming moeten plaats vinden over het tijdstip van uitvoering van het demonteren van de mast.

Mast 89:

Mast 89 is een draagmast. De mast is gelegen naast de Spaarnwouderweg in een weiland. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Mast 90:

Mast 89 is een afspanmast. De mast is gelegen op het 150 kV-station Vijfhuizen. Er is voldoende ruimte voor de mast (aan de zijde van mast 89, net buiten station Vijfhuizen) aanwezig voor het opstellen van de machines benodigd voor de geleiderdemontage. Er is voldoende ruimte onder de mast aanwezig voor het demonteren van de mast en het amoveren van de fundatie.

Bovenstaande analyse van de mastlocaties resulteert dat de geleidermontage plaats zal vinden in de vakken 64A-72, 72-80 en 80-90.

9.3 Werkomschrijving (de)montage houten beschermingsjukken

Op die locaties waar het tracé van de 150 kV-lijnen Sassenheim-Haarlemmermeer-Vijfhuizen “kleine” wegen kruist, worden ter bescherming van deze onderliggende wegen houten beschermingsjukken geplaatst. Het plaatsen van de jukken gebeurd met behulp van een kraanwagen.

De jukken bestaan in principe uit 4 staanders welke op een onderlinge afstand van circa 8 meter worden geplaatst, tussen deze staanders worden op een hoogte van circa 8 meter een horizontale ligger gemonteerd. De staanders van de jukken worden ingegraven of geplaatst in betonblokken. Voordat met de graafwerkzaamheden wordt aangevangen, wordt er door SPIE een KLIC-melding gedaan. De jukken worden als 1 portaal onder de beide circuits opgericht.

Tijdens het plaatsen van de jukken worden de door CROW voorgeschreven verkeersmaatregelen getroffen.

9.4 Werkmethoden geleiderdemontage

9.4.1 Montage/demontage rollengordijnen

Op de bestaande geleider zal met een loopkat het rollengordijn worden overgebracht. Bij het overbrengen worden de wieltjes van het rollengordijn op de geleider gemonteerd zodat het rollengordijn over de bestaande geleider wordt getrokken. Nadat het rollengordijn is overgebracht, wordt deze zodanig tussen de masten opgespannen dat de betreffende geleider of bliksemdraad in de wieltjes van het rollengordijn komt te hangen zodat het rollengordijn de geleider gaat dragen. Tijdens het uitdraaien van de geleider of bliksemdraad zorgt het rollengordijn dat de geleider of bliksemdraad op hoogte wordt gehouden.

Nadat de betreffende geleider of bliksemdraad er uit gedraaid is met een staaldraad en de staaldraad er uitgedraaid is met een nylon voordraad wordt de nylon voordraad zodanig tussen de twee masten opgespannen dat het rollengordijn er uitgetrokken kan worden. Het rollengordijn wordt met de loopkat via de bovenfase er uitgetrokken.

Bij de laatste fase wordt de voordraad zodanig opgespannen dat het rollengordijn er veilig uitgetrokken kan worden (voor de laatste voordraad van beide circuit is een stremming nodig). Is het niet verantwoord om het laatste rollengordijn te verwijderen, dan wordt dit rollengordijn in plaats van de voordraad tijdens de stremming er uitgehaald.

9.4.2 Uitklemmen geleiders/bliksemdraden

De geleiders en bliksemdraden van de in het vak aanwezige steunmasten worden uitgeklemd en in loopwielen gehangen. Deze loopwielen worden met behulp van een tractor met koplier en eventueel een platte wagen naar de mastvoet getransporteerd en met een lier omhoog gehesen en bevestigd aan de ophanging van de geleider. De uitgeklemde geleiders en bliksemdraden worden in het loopwiel gelegd.

In afspanmast 64 worden de bestaande afspankettingen gedemonteerd en worden de geleiders van elk van de fase aan elkaar gekoppeld en in een loopwiel gehangen. (in deze mast wordt een zogenaamde doorverbinding gemaakt.)

9.4.3 Opstellen materieel bij trekmasten

Bij de trekmasten van de vakken wordt het benodigde materieel (lieren, remmachines) opgesteld en afgetuid.

De benodigde hulpgereedschappen, zoals loopwielen, blokken, staaldraden, etc. worden in de trekmasten gemonteerd.

9.4.4 Geleiderdemontage

Nadat alle voorbereidingen zijn getroffen worden de geleiders fase voor fase gedemonteerd.

Tijdens het demonteren van de fasen en de bliksemdraden houden bij alle wegkruisingen, toegang van eventueel gestremde wegen/fietspaden en de velden waar rollengordijnen zijn gemonteerd monteurs toezicht. De monteurs staan middels portofoons in verbinding met de bedieners van de machines zodat er direct gereageerd kan worden indien er zich ongewenste omstandigheden voordoen tijdens de geleiderdemontage.

Aan de geleider wordt een staaldraad gekoppeld waarmee de geleider er uit wordt getrokken. Vervolgens wordt deze staaldraad aan een nylon voordraad gekoppeld waarmee deze staaldraad er uit wordt gedraaid. De nylon voordraad wordt vervolgens er uitgedraaid.

Indien benodigd wordt voor het verwijderen van de laatste voordraden een stremming van de onderliggende weg aangevraagd.

De uitgedraaide geleiders en bliksemdraden worden op een spoelkooi opgehaspeld en afgevoerd volgens de geldende regelgeving.

9.5 Geleiderdemontage

9.5.1 Geleiderdemontage vak 38-48

Bij de geleidermontage in het vak 38-48 worden de machines als volgt opgesteld:

- Bij mast 38 worden de machines op een werkplateau opgesteld op circa 75 meter achter de mast opgesteld (in het verlengde van mast 39).
- Bij mast 48 worden de machines op een werkplateau op circa 75-100 meter achter de mast opgesteld (in het veld 48-49, de geleiders worden onder een kleine hoek er uit getrokken zodat er geen brug over de aanwezige sloot behoeft te worden aangebracht)

Uitvoering werkzaamheden, zie voor werkomschrijvingen hoofdstuk 8.3 en 8.4:

Montage houten beschermingsjukken (zie ook bijlage 2)

Veld 39-40 - Kruising Turfspoor (alleen zijde van mast 40
Veld 41-42 - Kruising Lisserbroekerweg
Veld 42-43 - Kruising Bruidsbloemstraat
Veld 43-44 - Kruising Lisserweg
Veld 44-45 - Kruising Middelweg (juk aan zijde mast 44)
Veld 45-46 - Kruising fietspad (juk aan zijde mast 46)
Veld 46-47 - Kruising Landweg (juk aan zijde mast 47)

Aanbrengen rollengordijnen in veld 47-48 (N205, Leimuiderweg)
Uitklemmen geleiders/bliksemdraden mast 39 t/m 47
Opstellen materieel bij mast 38 en 48
Geleiderdemontage tussen mast 38 en 48
Demontage houten beschermingsjukken

9.5.2 Geleiderdemontage vak 48-56

Bij de geleidermontage in het vak 48-56 worden de machines als volgt opgesteld:

- Bij mast 48 worden de machines op een werkplateau onder de mast opgesteld (zijde van mast 49).
- Bij mast 56 worden de machines op een werkplateau op circa 75-100 meter achter de mast opgesteld (aan zijde van mast 57)

Uitvoering werkzaamheden, zie voor werkomschrijvingen hoofdstuk 8.3 en 8.4:

Montage houten beschermingsjukken (zie ook bijlage 2)

Veld 52-53 - Kruising Venneperweg

Uitklemmen geleiders/bliksemdraden mast 49 t/m 55

Opstellen materieel bij mast 48 en 56

Geleiderdemontage tussen mast 48 en 56

Demontage houten beschermingsjukken

9.5.3 Geleiderdemontage vak 56-64A

Bij de geleidermontage in het vak 56-64A worden de machines als volgt opgesteld:

- Bij mast 56 worden de machines op een werkplateau op circa 75-100 meter achter de mast opgesteld (aan de zijde van mast 55).
- Bij portaal 64A worden de machines op een werkplateau onder de mast opgesteld (aan de zijde van mast 64)

Uitvoering werkzaamheden, zie voor werkomschrijvingen hoofdstuk 8.3 en 8.4:

Montage houten beschermingsjukken (zie ook bijlage 2)

Veld 52-53 - Kruising Venneperweg

Aanbrengen rollengordijnen in veld 58-59 (Kruising N205 Drie Merenweg)

Uitklemmen geleiders/bliksemdraden mast 57 t/m 63

Maken doorverbindingen in mast 64

Opstellen materieel bij mast 56 en portaal 64A

Geleiderdemontage tussen mast 56 en portaal 64A

Demontage houten beschermingsjukken

9.5.4 Geleiderdemontage vak 64A-72

Bij de geleidermontage in het vak 64A-72 worden de machines als volgt opgesteld:

- Bij portaal 64A worden de machines op een werkplateau onder de mast opgesteld (aan de zijde van mast 65)
- Bij mast 72 worden de machines op een werkplateau op circa 75-100 meter achter de mast opgesteld (aan de zijde van mast 73).

Uitvoering werkzaamheden, zie voor werkomschrijvingen hoofdstuk 8.3 en 8.4:

Montage houten beschermingsjukken (zie ook bijlage 3)

Veld 67-68 - Kruising Waddenweg

Veld 71-72 - Kruising fietspad

Aanbrengen rollengordijnen in veld 69-70 (Kruisingen N201, Zuidtangent en fietspad)

Uitklemmen geleiders/bliksemdraden mast 65 t/m 71

Opstellen materieel bij portaal 64A en mast 72
Geleiderdemontage tussen portaal 64A en mast 72
Demontage houten beschermingsjukken

9.5.5 Geleiderdemontage vak 72-80

Bij de geleidermontage in het vak 72-80 worden de machines als volgt opgesteld:

- Bij mast 72 worden de machines op een werkplateau op circa 75-100 meter achter de mast opgesteld (aan de zijde van mast 71).
- Bij mast 80 worden de machines op een werkplateau op circa 75-100 meter achter de mast opgesteld (in het verlengde van mast 79).

Uitvoering werkzaamheden, zie voor werkomschrijvingen hoofdstuk 8.3 en 8.4:

Montage houten beschermingsjukken (zie ook bijlage 3)
Veld 72-73 - Kruising Paviljoenlaan
Veld 73-74 - Toegangsweg vanuit het Floriadeterrein
Veld 78-79 - Kruising Vijfhuizerweg
Uitklemmen geleiders/bliksemdraden mast 73 t/m 79
Opstellen materieel bij mast 72 en 80
Geleiderdemontage tussen mast 72 en 80
Demontage houten beschermingsjukken

9.5.6 Geleiderdemontage vak 80-90

Bij de geleidermontage in het vak 80-90 worden de machines als volgt opgesteld:

- Bij mast 80 worden de machines op een werkplateau op circa 75-100 meter achter de mast opgesteld (in het verlengde van 81).
- Bij mast 90 worden de machines op een werkplateau onder mast 90 geplaatst (aan de zijde van mast 89).

Uitvoering werkzaamheden, zie voor werkomschrijvingen hoofdstuk 8.3 en 8.4:

Aanbrengen rollengordijnen
Veld 80-81 Kruising N205 Drie Merenweg
Veld 88-88A Kruisingen N205 en N232
Veld 88A-89 Kruising N205 (2x) en Spaarnwouderweg
Uitklemmen geleiders/bliksemdraden mast 81 t/m 89
Opstellen materieel bij mast 80 en 90
Geleiderdemontage tussen mast 80 en 90

9.6 Demontage en knippen masten

<u>Demontage mast 39 t/m 90</u>
Het demonteren van mast 39 t/m 90 zal met mobiele kraan worden gedaan.
De mast wordt in delen gedemonteerd en de stukken worden op de grond neergelegd.
Na demontage van de mast zal er worden aangevangen met het knippen en afvoeren van de mast.
Na afloop van het knippen van de masten wordt de “kniplocatie” met een metaaldetector nagelopen zodat er geen metaal- en verfdelen van de mast op de locatie achterblijven.

9.7 Amoveren fundaties

Amoveren fundaties mast 39 t/m 90

Nadat elk van de masten is gedemonteerd, worden de fundaties, inclusief eventueel aanwezige aardelektrodes verwijderd met een rupskraan met pneumatische hamer. Hierbij wordt het fundatieblok geheel verwijderd en afgevoerd.
Eventuele palen en/of ankers worden tot minimaal 2 meter onder het maaiveld verwijderd. De ontstane gaten worden aangevuld met grond. In het gat en de omgeving blijven geen restanten en betondelen achter groter dan 2 cm.

Voordat met bovenstaande werkzaamheden wordt aangevangen zal er een KLIC-melding worden uitgevoerd.

Na het uitvoeren van de werkzaamheden wordt het terrein cultuurtechnisch hersteld, conform de afspraken met de rentmeester. Eventueel gemaakte schades worden hersteld.

BIJLAGE 1 RISICO-INVENTARISATIE

VGM Risico Analyse

Werken aan hoogspanningslijnen

SPIE Infra Hoogspanningslijnen

Opdrachtgever	: TenneT TSO B.V.	Projectnummer	:
Contactpersoon	:	Bouwplaats	:
Adres	:	Opgesteld door	: S.P. Gelderblom
Telefoonnummer	:	Revisie	: Ter goedkeuring
Faxnummer	:	Datum	: 26-4-2013

Projectleider SPIE	: Nog aan te wijzen	Telefoonnummer	:
Uitvoerder / ploegleider	:	Telefoonnummer	:
SHEQ Officer	: M. van Dijck	Telefoonnummer	: +31 (0)76 5445469
Adres SPIE	: Huifakkerstraat 15		
Plaats	: 4815 PN Breda	Telefoonnummer	: +31 (0)76 5445444

Punt	Titel	Van toepassing?	Wijzigingsdatum
1	Voorbereidingen / algemeen	Ja	
2	Werken in de buitenlucht	Ja	
3	Werkomgeving	Ja	
4	Veiligstelling werkgebied	Ja	
5	Werken op hoogte	Ja	
6	Klimmen en werken in masten	Ja	
7	Hijsen, heffen en takelen	Ja	
8	Transport en opslag	Ja	
9	Werken met elektrisch en mechanisch (hand)gereedschap	Ja	
10	Uitvoeren van boorwerkzaamheden	Nee	
11	Uitvoeren van slijpwerkzaamheden	Ja	
12	Werken met elektrisch zagen	Ja	
13	Mastdemontage	Ja	
14	Mastmontage	Nee	
15	Aanpassen en onderhouden van masten	Nee	
16	Monteren/demonteren van geleiders	Ja	
17	Montage afstandhouders, dempers en markeringen	Nee	
18	Jukkenbouw	Ja	
19	Werken in nabijheid van antennes	Nee	
20	Werken langs het spoor	Nee	
21	Werken langs de openbare weg	Ja	
22	Werken met noodmasten	Nee	
23	Oplevering	Ja	
24	Milieurisico's	Ja	

Samenvatting VGM Risico Analyse

Hoofdrisico's en speciale maatregelen

Projectleider SPIE	: Nog aan te wijzen	Projectnummer	: 0
Leidinggevende	: 0	Bouwplaats	: 0
SHEQ Officer	: M. van Dijck	Revisie	: Ter goedkeuring
Opgesteld door	: S.P. Gelderblom	Datum	: 26-4-2013

De hieronder vermelde specifieke projectrisico's en daarvoor vereiste maatregelen dienen, vóór aanvang van de werkzaamheden, te worden behandeld tijdens een projectveiligheidsinstructie en/of Toolboxmeeting

	Activiteit en risico	Speciale maatregelen	Toolbox
1	Slechte terreinomstandigheden	Extra aandacht voor het realiseren van de juiste toevoerwegen, zodat geen risico's ontstaan door slechte toevoerwegen tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden.	Ja
2	Verkrijgen van vergunningen voor veiligheidsvoorzieningen en stremmingen van diverse wegkruisingen en onderliggen terreinen	In een vroeg stadium in contact treden met de wegbeheerders en perceeleigenaren voor het verkrijgen van vergunningen en stremming voor het uitvoeren van de werkzaamheden,	Ja
3	Voor de overige risicogebieden zie de bijgevoegde RIE.	Zie bijgevoegde risico analyse inclusief de vereiste maatregelen.	Ja
4			
5			
6			
7			
8			

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
1	**Voorbereidingen / algemeen**										
1.1	Aanvoer materialen en gereedschappen. Lossen van materialen langs de openbare weg.	Verkeersongevallen door belemmering verkeer bij manoevreren en tijdens lossen. Gevaar voor derden.	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	3	36	Zo spoedig mogelijk naar plaats van bestemming transporteren. Werkplek afzetten met borden en / of pylonen. Zwaailicht voeren. Toezicht houden op overig verkeer. Wanneer werkzaamheden op een provinciale weg of op een snelweg plaatsvinden is vergunning van de wegbeheerder benodigd.	3	2	18
1.2	Betreden percelen	Ongeoorloofde toegang (toegangsregeling nog niet rond). Afwijken van toegangsweg. Ontsnappen van vee. Schade aan landbouwgebieden.	Matriële schade, Schade landbouwgebieden	6	0,5	10	30	Nagaan bij bouwleider opdrachtgever. Instructie geven aan monteurs voor aanvang van de werkzaamheden. Het perceel niet betreden wanneer geen duidelijkheid verschaft kan worden. Overleg met rentmeester of bouwleider opdrachtgever. Instructie voor betreden van perceel. Tijdelijk vee elders lokaliseren. Sluiten van toegang. Afzetten van toegangsroute. (zie "Werken in landelijke gebieden")	0,5	0,5	2,5
1.3	Het plaatsen van machinerieën en gereedschappen op werklocaties.	Diefstal, vandalisme en oneigenlijk gebruik door derden.	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	3	36	Opslaan van machinerieën op aangewezen plaats. Bijvoorbeeld op onderstation of op tijdelijke locatie. Afsluiten of veiligstellen machinerieën bij geen gebruik. Opbergen gereedschappen in de daarvoor aangewezen ruimten na beëindiging van de werkzaamheden. Locale beveiligingsdiensten en / of politie informeren over duur en aard van de werkzaamheden.	3	1	9
1.4	Communicatie (via portofoons)	Wegvallen van de verbinding waardoor belangrijke informatie niet of slecht doorkomt.	Persoonlijk letsel Materiële schade	3	2	6	36	Vooraf werkafspraken maken over hoe te handelen. Regelmatig inspecteren van de portofoons.	0,5	2	6
2	**Werken in de buitenlucht**										
2.1	Werken bij sterke wind	Valgevaar, geraakt worden door rondvliegende voorwerpen.	Persoonlijk letsel	6	1	6	36	Niet werken op niet afgeschermde hoogte en hijswerkzaamheden staken boven windkracht 6. Opslaan van materialen / middelen zonder gevaar van wegvliegen. Losliggende en lichte materialen vastleggen.	0,2	1	1,2
2.2	Werken bij onweer	Getroffen worden door bliksem	Elektrocutie	3	10	2	60	Bij naderend onweer de buitenwerkzaamheden stoppen.	0,2	10	4
2.3	Werken bij neerslag	Verstoring van de warmtehuishouding van het lichaam	Onvoldoende welzijn, ziekteverzuim	6	2	3	36	Verstrekken van goede regenkleding. Werkzaamheden op hoogte staken bij zware neerslag.	0,2	1	0,6
2.4	Langdurige zware neerslag	Drassige bodem zonder draagkracht Wegzakken van kraan of voertuigen Struikelen / vallen / fysieke belasting	Persoonlijk letsel, materiële schade	6	2	2	24	Rijplaten leggen of ander vorm van verharding toepassen. Zorgen voor voldoende draagkracht voor stempels van kranen, hoogwerkers etc.	0,5	1	1

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
2.5	Werken bij gladheid (sneeuw, bevriezing, ijzel)	Uitglijden, vallen	Persoonlijk letsel	6	2	3	36	Sneeuwruimen, strooien zand of zout. Werkzaamheden waarbij valgevaar aanwezig is (klimmen) staken indien door eisafzetting onvoldoende grip	0,2	2	1,2
2.6	Werken bij mist	Slechte visuele controle bij hijsen, trekken van kabels etc.	Persoonlijk letsel, materiële schade	6	2	2	24	Communicatie met portofoons waarborgen Indien geen zicht is op veilige werkuitvoering, werkuitstellen	0,2	2	0,8
2.7	Werken bij lage temperaturen	Bevriezing, onderkoeling, ongvallen a.g.v. onvoldoende lichaamscontrole	Persoonlijk (blijvend) letsel, materiële schade	6	2	2	24	Gebruik voldoene beschermende werkkleding met zonodig thermo ondergoed. Gebruik handschoenen. Houd kleding en schoenen droog. Tijdig / regelmatig stoppen met werkzaamheden om op te warmen zodat onderkoeling en/of bevriezing wordt voorkomen.	3	2	12
2.8	Werken bij tropische klimaatomstandigheden	Verstoring van de warmte-huishouding van het lichaam, beperkt reactievermogen, concentratieverlies	Uitdroging, shock	6	2	10	120	Waar mogelijk ventileren, geschikte werkkledij dragen, aanpassen van planning en pauzes, voldoende drinken bij voorkeur isotone dranken.	0,5	2	10
2.9	Werken in direct zonlicht	Verstoring van de warmtehuishouding van het lichaam, blootstelling aan UV licht	Verbranding, oogletsel	10	2	10	200	Geschikte werkkledij dragen. (geen korte broeken, geen ontbloot bovenlichaam) Blootstellingsduur beperken Gebruik maken van tent, of andere zonwering, zonodig verstrekken van zonnebrandcrème	0,5	1	5
3	**Werkomgeving**										
3.1	Sanitaire voorzieningen	Onvoldoende hygiene, Onvoldoende welzijn	Ziekteverzuim	6	0,5	6	18	Zorg voor voldoende toiletmogelijkheden (1 toilet per 25 personen). Wekelijks reinigen	3	0,5	9
3.2	Rust en schaftruimte	Onvoldoende hygiene, Onvoldoende welzijn	Ziekteverzuim	6	0,5	6	18	Bepaal vooraf een schaftruimte waarbij men tijdens de pauze kan eten /drinken	0,5	0,5	1,5
3.3a	Bedrijfshulpverlening	Geen tijdige hulpverlening	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim	10	2	10	200	Vluchtroutes en (nood)uitgangen vrij houden van obstakels. Zorg dat vluchtroutes voldoende zijn aangeduid en verlicht. Ter beschikking hebben van voldoende EHBO'ers / BHV'ers. Brandblusser / EHBO koffer in de nabijheid. Communicatiemiddel (telefoon) direct beschikbaar. Alarmlijst zichtbaar ophangen in keet. Duidelijke afspraken maken.	0,5	2	10
3.3b		Onvoldoende nazorg	Onvoldoende welzijn, geestelijk letsel, langer ziekteverzuim	6	1	10	60	Begeleiding van slachtoffer, ziekteverzuimbegeleiding.	0,5	1	5

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
3.4	Werken in brand- en/of explosiegevaarlijke omgeving	Explosiegevaar, brandgevaar	Brand, explosie, Verbranding	6	10	10	600	Werken volgens toegangsregeling (werkvergunning). Dragen van antistatische kleding en schoenen. Gebruik van antistatisch gereedschap en speciaal Explosieveilig elektrisch gereedschap. Open vuur verboden. Zorg voor voldoende, bereikbare brandblusmiddelen.	0,2	10	20
3.5	Werken bij hoge vochtigheidsgraad	Verstoring van de warmtehuishouding van het lichaam	Onvoldoende welzijn, ziekteverzuim	3	1	10	30	Waar mogelijk ventileren, geschikte werkkledij dragen, aanpassen van pauzes en werktempo, voldoende drinken bij voorkeur isotone dranken.	0,2	1	2
3.6	Werken in de nabijheid van warmtebronnen	Verstoring van de warmte-huishouding van het lichaam, beperkt reactievermogen, concentratieverlies	Uitdroging	3	2	10	60	Warmte(stralings)bron mogelijk afschermen. Waar mogelijk ventileren. Geschikte werkkledij dragen. Aanpassen van pauzes en werktempo. Voldoende drinken bij voorkeur isotone dranken.	0,5	2	10
3.7	Werken onder donkere omstandigheden	Struikelen, Uitglijden, Stoten	Verwonding, Kneuzing, Botbreuk	6	1	10	60	Zorgen voor voldoende loop- en werkverlichting, orde en netheid op de werkplek, loop- en vluchtwegen vrijhouden	0,5	1	5
3.8a	Werken in stedelijke gebieden	Ongewenste toegang derden tot machines en werkzaamheden	Persoonlijk letsel, materiële schade	6	1	6	36	Werkgebied afzetten met tijdelijk hekwerk. Gereedschappen en machines in b.v. afsluitbare container	3	1	18
3.8b		Kwade bewoners i.v.m. schade	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, materiële schade	6	1	6	36	Nooit op ingaan, direct contact opnemen met opdrachtgever en deze zaak laten afhandelen. Bij schade en/of klachten doorverwijzen naar uitvoerder en van daaruit naar bouwleider opdrachtgever. Correct gedrag handhaven.	3	1	18
3.9a	Werken in landelijke gebieden	Aanwezigheid gewas-/veeziekten (bijv. aardappelschimmel, varkenspest, etc.) Tegenwerking landeigenaren.	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, materiële schade	3	1	10	30	Opvolgen richtlijnen opdrachtgever. Opvolgen richtlijnen Ministerie. Voertuigen zo min mogelijk verplaatsen en conform instructies reinigen. Personen/kleding reinigen conform instructies.	0,5	1	5
3.9b		Schade landbouwgebieden	Materiële schade	6	1	10	60	Zorgvuldig werken. Onvermijdbare schade beperken door bijv.vaste rij-/looproutes te hanteren. Schade afspraken + site peiling voorafgaand aan project (taak opdrachtgever)	0,5	1	5
3.10	Werken in dezelfde area met andere partijen	Verstoring communicatie, blootstelling aan lawaai, getroffen worden door vallend, rondvliegende voorwerpen	Verwonding, gehoorschade, materiële schade	3	2	10	60	Organiseren / deelname bouwvergaderingen. Afstemmen werkzaamheden, risico's en te nemen maatregelen.	0,2	2	4

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
4	**Veiligstelling werkgebied**										
4.1	Betreden van onderstation	Aanraking spanning-voerende delen. Kortsluiting, elektrocutie	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	6	360	Aanvragen werkvergunning conform NEN 50110. Onder begeleiding werk of installatie verantwoordelijke(IV) van opdrachtgever. Installatie geheel of gedeeltelijk vrij laten schakelen door IV'er opdrachtgever. Spanningsvrij verklaring moet getekend zijn. Veiligheidsinstructie geven aan monteurs door ploegleider.	0,2	10	12
4.2	Betreden hoogspanningslijn.	Aanraking spanning-voerende delen. Kortsluiting, elektrocutie	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	10	600	Vrijschakeling door IV-er van netbeheerder. Overtuiging volledig gescheiden en geaard door WV-er. Aanbrengen blokkeringen door WV-er. Vrijgave aan verantwoordelijk ploegleider door WV-er. Vrijgave aan monteurs door verantwoordelijke ploegleider. Plaatsen van vlag aan klimzijde van uit bedrijf genomen circuit(s). Testen van spanningsloosheid circuit d.m.v. aardingstester. Plaatsen van werk aardingen op geleiders van het uit bedrijf genomen circuit(s).	0,2	10	20
4.3	Aanbrengen aardingen	Inductiespanningen, elektrocutie	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	6	360	Bij het plaatsen, de aarde eerst bevestigen aan het aardpunt (kogelkop bout) in de mast en vervolgens aarde plaatsen op geleider.	0,2	10	12
4.4	Verwijderen aardingen	Inductiespanningen, elektrocutie	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	6	360	Bij het verwijderen de aarde eerst los nemen van de geleider en vervolgens van het aardpunt in de mast.	0,2	10	12
5	**Werken op hoogte**										
5.1	Werken op hoogte (>2,5 mtr) algemeen	Vallen van hoogte	Verwonding, kneuzing, botbreuk, blijvende invalliditeit, dodelijke afloop	6	10	10	600	Vloer- en wandopeningen voldoende stevig afdekken. Vloeren beveiligen door railingen en schopranden. Werken op vaste bordessen of gebruik goedgekeurde hulpmiddelen b.v. hoogwerker en doeltreffende valbeveiligingsmidddelen. Bij noodzaak gebruik ladder; risico bepalen of gebruik rechtvaardig is.	0,2	10	20
5.2	Werken in masten (hoogspanningsmasten, telecommunicatie masten etc.)	Vallen van hoogte	Verwonding, kneuzing, botbreuk, dodelijke afloop	6	10	10	600	Gebruik van de juiste valbeveiligingsmiddelen afhankelijk van de situatie, werkzaamheden alleen toegestaan onder toezicht van vakkundige speciaal opgeleide medewerkers.	0,2	10	20

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
5.3	Werken op daken	Vallen van hoogte, Struikelen, Uitglijden	Verwonding, kneuzing, botbreuk, blijvende invaliditeit, dodelijke afloop	6	10	10	600	Plaats dakrandbeveliging wanneer binnen 2 meter van de dakrand gewerkt moet worden. Plaats afzetting op 2 meter uit de dakrand wanneer op afstand tussen 2 en 4 meter van de dakrand moet worden gewerkt. Gebruik van de juiste valbeveiligingsmiddelen als dakrandbeveiliging niet mogelijk is.	0,2	10	20
5.4	Werken met rolsteigers	Vallen van hoogte	Verwonding, kneuzing, botbreuk, dodelijke afloop	6	10	10	600	Lees de gebruikersinstructie. Opbouwen door getrainde personen. Alleen werken op goedgekeurde rolsteiger. (inspectie door opgeleide medewerker) Eventuele wielen vastzetten. Let op stabiliteit van steiger. Beklimmen langs de binnenzijde.	0,2	10	20
5.5	Werken op een ladder (n.v.t. op ladders met haken)	Vallen van hoogte	Verwonding, kneuzing, botbreuk	6	2	6	72	Ladder in principe alleen gebruiken om naar hoger niveau te klimmen. Voorafgaande aan het gebruik van de ladder, bepalen of veiliger arbeidsmiddel mogelijk is met behulp van " Stoplichtmodel ladder". Alleen goedgekeurde ladder gebruiken. Ladder borgen tegen wegschuiven. Met beide handen vrij, klimmen/ afdalen. Minimaal 3 vaste punten houden.	0,2	2	2,4
5.6	Werken op een trap	Vallen van hoogte	Verwonding, kneuzing, botbreuk	6	2	6	72	Trap stabiel, zoveel mogelijk op vlakke, horizontale ondergrond opstellen. Alleen goedgekeurde trap gebruiken. Bovenste treden vrijhouden. Met beide handen vrij, klimmen/ afdalen. Minimaal 3 vaste punten houden.	0,2	2	2,4
5.7	Werken met een hoogwerker	Vallen van hoogte, beknelling, stoten	Verwonding, kneuzing, botbreuk, dodelijke afloop	3	10	6	180	Bediening alleen door opgeleide personen. Altijd valbeveiligingsgordel dragen en vastmaken aan de werkbak. Werk volgens bedieningsinstructie. (Toolbox volgen) Stabiel, op vlakke ondergrond opstellen. Helm dragen bij stootgevaar.	0,2	10	12
5.8	Werken in een personenhijsbak	Vallen van hoogte, beknelling, stoten	Verwonding, kneuzing, botbreuk, blijvende invaliditeit, dodelijke afloop	6	10	6	360	Personenhijsbak dient gekeurd te zijn. Kraanbediening door gediplomeerd machinist. Altijd valbeveiligingsgordel dragen en vastmaken aan de werkbak. Zorgen voor goede communicatie middels visueel contact tussen machinist en mensen in de werkbak of via portofoon. Helm dragen.	0,2	10	12

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
5.9	Werken onder/boven elkaar	Geraakt worden door vallend voorwerp of gereedschap. Geraakt worden door spatten/vonken	Verwonding, verbranding	3	2	10	60	Planning van werkzaamheden op elkaar afstemmen. Indien bovenstaande niet mogelijk is, gereedschap borgen en deugdelijk opbergen. Groter materiaal pas losnemen van hijslijn wanneer dit is vastgezet. Handmatig meegenomen grotere materialen middels lijn borgen. Werkplek en/of omgeving afschermen met branddekens. Helm dragen.	0,2	2	4
6	**Klimmen en werken in masten**										
6.1	Klimmen, hoger dan 2,5 meter	Vallen van hoogte	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	10	600	Gebruik maken van de permanent aanwezige klimbeveiliging. Bij masten die niet zijn voorzien van een permanente klimbeveiliging klimt de eerste persoon volgens de driepuntsmethode, dwz altijd een voet met twee handen in kontakt met de mast of twee voeten en een hand waarbij een Y-lijn met klaphaken gebruikt wordt waarbij altijd minimaal één van de klaphaken aan de constructie is vastgemaakt is.Deze klimwijze, waarbij geen veiligheidslijn wordt gebruikt, wordt in dit uitzonderlijke geval gedoogd. Indien er vaker dan éénmalig in de mast moet worden geklommen, brengt de eerste klimmer een vanglijn in de mast aan (tijdelijke klimbeveiliging) volgens de hiervoor genoemde klimmethode (driepuntsmethode). Bij alle daarna volgende klimactiviteiten in de mast dient men zich tijdens het klimmen met een lijnklem te zekeren aan deze vanglijn. De laatste klimmer maakt de vanglijn los en brengt deze via de bovengenoemde klimmethode (driepuntsmethode) naar beneden. Tijdens het verplaatsen in de mast dient men zich altijd te zekeren middels een vanglijn met chute.	0,2	10	20
6.2	Werken in het mastlichaam	Vallen van hoogte	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	10	600	Indien aanwezig dient gebruik te worden gemaakt van de permanent aanwezige valbeveiliging. Anders tijdelijke vanglijn aanbrengen en hieraan borgen.. Indien niet mogelijk, dan vastmaken met klaphaak. Daar waar nodig ook borgen rondom de mastpoot of andere delen van de mastconstructie met gebruikmaken van de persoonlijke vallijn en lijnverkorter.	0,2	10	20

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
6.3	Werken in en aan de traversen	Vallen van hoogte	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	10	600	Bij kort durende werkzaamheden Y-lijn met klaphaken gebruiken waarbij altijd minimaal één van de klaphaken aan de traverse vastgemaakt is. Indien horizontale valbeveilging (Latchway) aanwezig is dan deze verplicht gebruiken. Bij werkzaamheden van langere duur of wanneer veel verplaatsing in de traverse noodzakelijk is dan een horizontale veiligheidslijn spannen (looplijn) waaraan middels een veiligheidslijn aan kan worden gezekerd.	0,2	10	20
6.4	Werken aan isolatoren en aan/op geleiders	Vallen van hoogte	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	6	360	Te allen tijde de persoonlijke chute gebruiken. Deze dient op correcte wijze aan de traverse te worden vastgemaakt. Denk aan insnijdingsgevaar van de lijn op scherpe kanten van de hoekijzers.	0,2	10	12
6.5	Werken op hangladders en werkbruggen	Vallen van hoogte	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	6	360	Te allen tijde de persoonlijke chute gebruiken. Deze dient op correcte wijze aan de traverse te worden vastgemaakt. Denk aan insnijdingsgevaar van de lijn op scherpe kanten van de hoekijzers.	0,2	10	12
7	**Hijsen, heffen en takelen**										
7.1a	Hijsen met een (mobiele) kraan	Breuk / overbelasting van materiaal/materieel	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade	6	10	3	180	Goedgekeurde hijskraan met aanwezigheid van kraanboek en certificaten van hijsmiddelen. Bediening door gekwalificeerde machinist. Dagelijkse controle/inspectie van kraan en hijsmiddelen door kraanmachinist. Bij windkracht hoger dan 6 Bf werkzaamheden in overleg met kraanmachinist risico's opnieuw inschatten en zonodig hijsactiviteiten stoppen. Hijsplan bij zware/moeilijke klussen.	0,2	10	6
7.1b		Personen die geraakt worden door (vallende) voorwerpen. Schade door vallende last.	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade	6	10	3	180	Indien vereist een hijsvergunning aanvragen. Hijsomgeving afzetten. Alleen noodzakelijke personen binnen hijsgebied (draaicirkel kraan). Aanslaan van de last onder leiding van ervaren medewerker (leidinggevende) Takels, kettingen en hijsstroppen op de juiste wijze aanslaan zodat verschuiven en beschadiging wordt voorkomen (let op scherpe delen aan hijslast). Zorg voor gegarandeerde communicatie tussen machinist en uitvoerende personeel. (visueel contact of portofoon) Waar nodig stuurlijnen gebruiken. Dragen van veiligheidshelm en veiligheidsschoenen.	0,2	10	6

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
7.1c		Wegzakken/Omvallen van een mobielekraan	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade	6	10	3	180	Zorg voor een stabiele afstempeling. Zonodig rijplaten gebruiken.	0,2	10	6
7.1d		Kortsluiting / aardsluiting bij het hijsen in de buurt van hoogspanningsinstallaties. Elektrocutie	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade	6	10	2	120	Veilige afstand aanhouden in relatie tot bereik van kraan. Hijsplan opstellen. Als risico's hiermee niet te beheersen zijn dan spanningsloos laten schakelen.	0,2	10	4
7.2	Takelen met takel of touw en loopwiel	Geraakt worden door vallend voorwerp, stoten, beknelling	Verwonding	3	2	10	60	Werk met goedgekeurde takel(onderdelen). Bepaal het maximaal toelaatbaar gewicht van de last. Kies het juiste ophangpunt voor het loopwiel (hijsblok) waarbij gelet wordt op de belastbaarheid van de constructie waaraan het loopwiel wordt bevestigd. Werkomgeving vrijhouden van personen. Last correct aanslaan, denk aan ligging zwaartepunt van de last. Gebruik stroppen, haken of goede knopen.	0,2	2	4
7.3a	Werken met lier	Geraakt worden door vallend voorwerp, stoten, beknelling	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade	3	10	10	300	Werk met goedgekeurde lier. Bepaal vooraf het maximaal toelaatbaar gewicht van de last. Deze wordt onder andere bepaald door het gebruikte hijsmiddel en de krachten die het ophangpunt van de katrol kan hebben (sterkte van de traverse). Werkomgeving vrijhouden van personen. Last correct aanslaan, denk aan ligging van het zwaartepunt van de last. Dragen van helm en veiligheidsschoenen verplicht.	0,2	10	20
7.3b		Breuk hijskabel.	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade	3	10	10	300	Hijskabel controleren voorafgaand aanhet werk Bepaal vooraf het maximaal toelaatbaar gewicht van de last. Deze wordt onder andere bepaald door het gebruikte hijsmiddel en de krachten die het ophangpunt van de katrol kan hebben (sterkte van de traverse).	0,2	10	20
7.3c		Uitzwaaien last.	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade	3	10	10	300	Let op windbelasting. Zorg voor goede communicatie	0,2	10	20

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
8	**Transport en opslag**										
8.1	Bediening heftruck	Aanrijding, geraakt worden door vallend voorwerp	Verwonding, materiële schade	3	2	10	60	Bediening door opgeleide personen, heffen en rijden op stabiele, vlakke ondergrond. Achteruitrijden met last indien zicht aan voorzijde beperkt is. Rijsnelheid aanpassen aan omstandigheden	0,2	2	4
8.2	Laden, lossen en verplaatsen van zware materialen	Geraakt worden door vallend voorwerp, stoten, beknelling	Verwonding, materiële schade	3	2	6	36	Zoveel mogelijk gebruiken van autolaadkraan / heftruck of mobiele kraan. Let op stevigheid en stabiliteit van ondergrond. Last correct aanslaan, denk aan ligging zwaartepunt van de last. Zonodig afzetten van de laad / losplaats. Niet onder last staan. Draag veiligheidshelm, veiligheidsschoenen en handschoenen	0,2	2	2,4
8.2	Handmatig verplaatsen van materiaal	Fysieke overbelasting, Vallen van last, beknelling	Verwonding, materiële schade	6	2	10	120	Til niet meer dan 25 kg p.p. Gebruik hulpmiddelen om te heffen en te verplaatsen. Zorg voor efficiënte planning van werkzaamheden. Voorkom beknellingen. Zorg voor opgeruimde vloer en looppaden. Help elkaar	3	0,5	15
8.4	Ontkratten, in-/uitpakken	Snijden aan scherp voorwerp	Verwonding	6	2	6	72	Draag werkhandschoenen. Hout, spijkers en ander afval direct opruimen. Sla spijkers om zodat er later geen letsel kan ontstaan.	0,5	2	6
8.5	Verplaatsen van lange voorwerpen	Getroffen worden door slingerend voorwerp	Verwonding, materiële schade	6	2	6	72	Bepaal vooraf de noodzakelijke en beschikbare manouvreerruimte. Werkomgeving vrijhouden van personen. Let op aanslaan van last en bepaling van zwaartepunt bij verplaatsing met hulpmiddelen.	0,5	2	6
8.6	Deelname aan (bouw)verkeer	Aanrijding	Verwonding, materiële schade	3	10	6	180	Voertuigen dienen te worden bestuurd door personeel die de hiervoor benodigde opleidingen / trainingen hebben gevolgd.	0,5	2	6
8.7a	Opslag van materialen en stoffen	Getroffen worden door vallend voorwerp	Verwonding, materiële schade	6	2	6	72	Materialen stabiel en deugdelijk stapelen. Verzakking voorkomen.	0,5	2	6
8.7b		Blootstelling aan gevaarlijke stoffen, gassen, dampen, verontreiniging van bodem en/of lucht	Irritatie luchtwegen, acute vergiftiging / bedwelming, verontreiniging van bodem	6	2	6	72	Verpakking van chemische stoffen beschermen tegen beschadiging, waar nodig plaatsen in lekbakken.	0,2	2	2,4

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
9	**Werken met elektrisch en mechanisch (hand)gereedschap**										
9.1a	Onjuist gebruik gereedschap	Losslaan van gereedschap of werkstuk, blootstelling aan trillingen, geraakt worden door wegspringende materiaaldeeltjes, aanraking met elektriciteit Breuk van gereedschap.	Verwonding, oogletsel, materiële schade, elektrocutie	6	2	10	120	Goedgekeurde elektrisch aangedreven gereedschappen gebruiken. Voor gebruik controleren op zichtbare beschadinging. Gereedschap stevig vasthouden, werkstuk goed vastzetten. Waar nodig oogbescherming en handbescherming dragen. Handleiding van gereedschap lezen of instructie door ervaren gebruiker aan de hand van de handleiding of werkinstructie.	0,2	2	4
9.1b		Blootstelling aan lawaai	Gehoorschade	6	2	10	120	Geschikte gehoorbescherming gebruiken. Vanaf 85 dB(A) verplicht.	0,2	2	4
9.1c		Fysieke overbelasting	pijnlijke spieren en gewrichten	6	1	10	60	Zorg voor goede standplaats, voorkom gedwongen belastende werkhoudingen, voorkom te zwaar tillen.	0,2	1	2
9.1d		Struikelen, vallen, uitglijden	verwonding	3	2	10	60	Zorg voor orde en netheid op de werkplek. Houdt looppaden vrij van obstakels.	0,2	2	4
9.2	Gebruik van ongeschikte gereedschappen.	Breuk van gereedschap of materiaal. Uitschieten met gereedschap Beschadiging materiaal Ondeugdelijke montage	Verwonding, oogletsel, materiële schade	6	2	10	120	Aan hand van verstrekte informatie op montage-instructies juiste gereedschappen bepalen. Gereedschap vooraf controleren op gebreken.	0,2	2	4
10	**Uitvoeren van boorwerkzaamheden**										
10.1a	Gebruik (hand)boormachine	Losslaan van gereedschap, blootstelling aan trillingen, geraakt worden door wegspringende materiaaldeeltjes, aanraking met elektriciteit	Verwonding, oogletsel, materiële schade, elektrocutie	6	10	10	600	Gekeurde boormachine gebruiken. Voor gebruik controleren op zichtbare beschadiging. Machine stevig vasthouden. Gebruik juiste diameter en scherpe boor. Niet te zware druk op machine uitoefenen. Ruimzichtbril + gesloten beschermende werkkleding dragen.	0,2	10	20
10.1b		Bloostelling aan lawaai	Gehoorschade	6	2	10	120	Tracht lawaai aan de bron te bestrijden door afscherming en/of isolatie. Geschikte gehoorbescherming gebruiken. Vanaf 85 dB(A) verplicht	0,5	2	10
10.1c		Fysieke overbelasting	pijnlijke spieren en gewrichten	6	1	6	36	Zorg voor goede standplaats, voorkom gedwongen belastende werkhoudingen, voorkom te zwaar tillen.	3	1	18
10.1d		Struikelen, vallen, uitglijden	verwonding	3	1	10	30	Zorg voor orde en netheid op de werkplek. Houdt looppaden vrij van obstakels.	0,2	1	2

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
10.2	Boren in steen of beton	Blootstelling aan gevaarlijke stoffen (kwarts)	Irritatie luchtwegen, chronische vergiftiging, kankerverwekkend	6	10	6	360	Afzuiging van het boorstof met daarvoor bestemde stofzuigapparatuur of nat boren. Indien stofverspreiding niet of gedeeltelijk kan worden voorkomen gebruik P3 stofmasker.	0,2	10	12
10.3	Gebruik kleefboormachine	Vallen van boormachine	Verwonding, materiële schade	3	2	6	36	Gekeurde machine gebruiken. Voor gebruik controleren op zichtbare beschadigingen of gebreken. Zorg er voor dat stekker niet door derden wordt uitgetrokken wordt tijdens gebruik. Machine verankeren met ketting of kabel af te ...	0,2	2	2,4
11	**Uitvoeren van slijpwerkzaamheden**										
11.1a	Gebruik slijpmachine	Contact met roterende delen, getroffen worden door rondvliegend voorwerp, geraakt worden door hete wegspringende materiaaldeeltjes, aanraking met elektriciteit	Verwonding, oogletsel, brand, verbranding	6	2	10	120	Goedgekeurde slijpmachine gebruiken. Voor gebruik controleren op zichtbare beschadigingen of gebreken. De juiste schijf gebruiken (doorslijpschijf/ afbraamschijf, toerental). Slijpschijf goed monteren. Werkstuk vastzetten. Omgeving, brandbare stoffen afschermen met branddekens. Letten op de richting van de vonkenregen. Brandvertragende werkkleding dragen. Brandblusser stand by houden.	0,2	2	4
11.1b		Blootstelling aan lawaai	Gehoorschade	6	2	10	120	Tracht lawaai aan de bron te bestrijden door afscherming en/of isolatie. Geschikte gehoorbescherming gebruiken. Vanaf 85 dB(A) verplicht.	0,5	2	10
11.1c		Fysieke overbelasting	pijnlijke spieren en gewrichten	6	1	6	36	Zorg voor goede standplaats, voorkom gedwongen belastende werkhoudingen, voorkom te zwaar tillen.	3	1	18
11.1d		Struikelen, vallen, uitglijden	verwonding	3	1	10	30	Zorg voor orde en netheid op de werkplek. Houdt looppaden vrij van obstakels.	0,2	1	2
12	**Werken met elektrisch zagen**										
12.1a	Onjuist gebruik zaagmachine	Contact met bewegende delen, geraakt worden door wegspringende materiaaldeeltjes	Verwonding	6	2	6	72	Goedgekeurde machine gebruiken. Voor gebruik controleren op zichtbare beschadigingen of gebreken. Bediener moet op de hoogte zijn de bedieningsinstructies . Werkstuk vastzetten. Ruimzichtbril (handschoenen)	0,2	2	2,4
12.1b		Blootstelling aan lawaai	Gehoorschade	6	2	10	120	Tracht lawaai aan de bron te bestrijden door afscherming en/of isolatie. Geschikte gehoorbescherming gebruiken. Vanaf 85 dB(A) verplicht.	0,5	2	10

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
12.1c		Bloostelling aan gevaarlijke stoffen (koel-snijmiddelen, kwartsstof)	Irritatie luchtwegen, acute vergiftiging, huidirritatie, allergie	3	2	6	36	Voorkom inademing van kwartsstof. Stofafzuiging bij zaag toepassen of nat zagen. Eventueel adembescherming P3masker dragen. Voorkom overmatig huidcontact met koel- of snijvloeistof. Eventueel handschoenen dragen.	0,2	2	2,4
13	**Mastdemontage**										
13.1	Demontage van masten	Bedreiging verkeersveiligheid	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	1	2	12	Juiste keuze van demontage (omtrekken / kraan / handmatig). Juiste keuze van locatie voor knippen van masten	0,5	1	1
13.2a	Demontage met behulp van kraan of handmatig bij toepassing kraan, zie ook hijswerkzaamheden	Vallen en / of kantelen van mastdelen.	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade, Schade aan landbouwgebieden	6	10	2	120	Juiste bekwaamheid en instructies van medewerkers. Afzetten werkgebied. Controle op juist gebruik van gereedschappen. Dragen helm en veiligheidsschoenen. Gedemonteerde mastdelen wegleggen op voldoende sterke ondergrond.	0,2	10	4
13.2b		Vallen materialen.	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim	6	2	2	24	Zorg dragen dat tijdens het demonteren de omgeving gevrijwaard is. Opstellen hijsplan voor uitvoering van de werkzaamheden. Vaststellen hijsteam en verantwoordelijkheden in een vooraf te houden werkbespreking.	0,5	2	2
13.2c		Te hoge windkracht en/of weersomstandigheden niet acceptabel.	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade, Schade aan landbouwgebieden	6	10	2	120	Op redelijke termijn vooraf notie nemen van weersvooruitzichten en vooraf bepalen of werkzaamheden al dan niet doorgang kunnen vinden. Vooraf met kraanfirma randvoorwaarden afstemmen en schriftelijk vastleggen.	0,2	10	4
13.3a	Omtrekken van masten	Verkeersveiligheid	Persoonlijk letsel Dodelijke afloop Materiële schade	6	10	2	120	Zorgdragen dat tijdens het omtrekken de omgeving veilig gesteld is. Afzetten van het werkgebied.	0,2	10	4
13.3b		Wegspringen van bouten en staaldelen	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim	6	1	2	12	Omgeving afzetten	3	1	6
13.3c		Achterblijven van bouten en staaldelen in het veld	Schade aan landbouw-machines, milieuschade	10	1	2	20	Omgeving met metaaldetector controleren	3	1	6
13.3d		Achterblijven van verfbladders	Milieuschade	10	1	2	20	Verzamelen en afvoeren van verfbladders	3	1	6
13.4	Knippen van masten	Achterblijven van verfbladders en staaldelen	Schade aan landbouw-machines, milieuschade	10	1	2	20	Knippen van masten op een centrale plaats waarbij een rijplateau wordt gelegd zodat verfbladders niet in het milieu geraken. Omgeving met metaaldetector controleren	3	1	6

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
14	**Mastmontage**										
14.1	Voormontage	Belemmering verkeersveiligheid Belemmering andere deelactiviteiten	Persoonlijk letsel Materiële schade	0,5	2	10	10	Juiste keuze van voormontageplaats. Juiste keuze van losplaats	0,2	1	2
14.2	Opbokken tijdens voormontage	Vallen en kantelen samengestelde mastdelen	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade, Schade aan landbouwgebieden	6	10	6	360	Voldoende en op juiste plaatsen opbokken van delen. Deugdelijk opbokmateriaal (stophout) toepassen.	0,2	10	12
14.3	Hijsen met behulp van voormontage-kraan	Vallen en / of kantelen van mastijzers.	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Materiële schade, Schade aan landbouwgebieden	6	2	6	72	Juiste bekwaamheid en instructies van medewerkers. Afzetten werkgebied. Controle op juist gebruik van gereedschappen. Dragen helm en veiligheidsschoenen.	0,2	2	2,4
14.4a	Oprichten mast	Vallen materialen. Dodelijke afloop	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim	6	2	6	72	Zorg dragen dat tijdens het oprichten de omgevinggevrijwaard is. Opstellen hijsplan voor uitvoering van de werkzaamheden. Vaststellen hijsteam en verantwoordelijkheden in eenvooraf te houden werkbespreking.	0,5	2	6
14.4b		Te hoge windkracht en/of weersomstandigheden niet acceptabel.	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade, Schade aan landbouwgebieden	6	10	6	360	Op redelijke termijn vooraf notie nemen van weersvooruitzichten en vooraf bepalen of werkzaamhedenal dan niet doorgang kunnen vinden. Vooraf met kraanfirma randvoorwaarden afstemmen en schriftelijk vastleggen.	0,2	10	12
14.5	Gebruik van drijfpen bij het uitlijnen van boutgaten	Wegspringen van staal- of verfsplinters o.a. bij het slaan op de drijfpen	Oogletsel	3	2	6	36	Toepassen veilgheidsbril	0,5	2	6
15	**Aanpassen en onderhouden van masten**										
15.1	Aanbrengen van valbeveiliging (Latchways)	Valgevaar door ontbreken van goede valbeveiliging.	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop	6	10	6	360	Aanbrengen van deugdelijke tijdelijke veiligheidslijn.	0,2	10	12
15.2	Aanbrengen van mastverzwaringen (staalconstructies)	Beknelling van handen tijdens aanbrengen van de profielen. Stoten van lichaamsdelen.	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade, Schade aan landbouwgebieden	6	10	3	180	Juiste werkvolgorde hanteren. Eerst lager gelegen delen loshalen zodat zwaartekracht niet tegenwerkt. Nieuwe medewerkers hierop wijzen. Helm dragen	0,5	10	15
15.3	Boren in staalconstructies met behulp van kleefboormachine	Vallen van kleefboormachine. Wegschieten van staalsplinters.	Oogletsel, ziekterverzuim, Dodelijke afloop Materiële schade	3	10	3	90	Borgen van kleefoormachine met borgkabel. Dragen van een veiligheidsbril tijdens het boren.	0,5	10	15
15.5	Verwijderen van staalprofielen	Beknelling / geraakt worden door loskomende profielen	Persoonlijk letsel, ziekterverzuim	6	6	3	108	Juiste werkvolgorde hanteren. Eerst lager gelegen delen loshalen zodat zwaartekracht niet tegenwerkt. Nieuwe medewerkers hierop wijzen.	0,5	6	9

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
15.5	Losdraaien van boutverbindingen	Wegspringen van verfsplinters. Uitschieten met steeksleutel.	Oogletsel Stoten, kneuzingen	3	2	6	36	Toepassen veilgheidsbril. Optimale lichaamshouding en positie kiezen en zorgen voor voldoende grip. Beheers handelen.	0,5	2	6
15.7a	Coaten van staalconstructies	Bloostelling aan chemische stoffen (verf en verfverdunners). Spatten van deze stoffen in de ogen. Vergifteging of onwel worden door inademing van vluchtige stoffen.	Indringen van schadelijke stoffen in de huid met risico op aantasting van het zenuwenstelsel op lange termijn.	6	10	2	120	Schilderwerk alleen op geventilieerde plaatsen uitvoeren. Werkhandschoenen dragen met rubber of latex coating.	0,5	10	10
15.7b		Spillen van gevaarlijke stoffen.	Schade aan flora en/of fauna (vee)	10	2	2	40	De bodem in het werkgebied of de dropzone afdekken.	0,5	2	2
16	**Monteren/demonteren van geleiders**										
16.1	Gebruik van trekgereedschappen	Breuk gereedschappen Breuk materialen	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim	3	1	10	30	Minimaal een visuele inspectie uitvoeren en daarmee controleren op hoedanigheid. Voor aanvang van werkzaamheden bepalen wat maximale toelaatbare en benodigde trekspanningen zullen zijn. Ervarenheid en veiligheidsinstructies. Bediening van lieren alleen door specifiek hiervoor opgeleide medewerkers.	0,5	1	5
16.2	Opstellen gereedschappen	Foutief opstellen	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	3	36	Correct opstellen conform kwaliteitssysteem. Gereedschap controleren Medewerkers instrueren.	0,5	2	3
16.3	Draadtrekken	Het naar de bodem toekomen van de geleiders doordat de geleiders te laag komen te hangen.	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	6	72	Plaatsen beschermjukken nabij wegen. Positioneren voldoende personeel met portofoons. Indien noodzakelijk tijdelijk stremmen van aanwezig verkeer. Toepassen alternatieve werkmethoden (zoals rollenlijnen bij grote en/of drukke wegkruisingen) Toepassen borgstroppen. Bediening van lieren alleen door specifiek hiervoor opgeleide medewerkers.	0,5	2	6
16.4	Knippen van geleiders	Wegspringen van geleider a.g.v. spanning op de geleider	Persoonlijk letsel	6	2	3	36	Geleider vastzetten (b.v. met een borglijn) zodat deze niet richting de medewerkers kan zwiepen.	0,5	2	3

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
16.5	Breuk van voordraad	Vallen van de geleider.	Dodelijke afloop Persoonlijk letsel Materiële schade	0,5	10	6	30	Bediening van lieren alleen door specifiek hiervoor opgeleide medewerkers. Vóór gebruik voordraaden inspecteren t.a.v. de conditie. Eindlussen en persingen mogen niet mee op de liertrommel worden gedraaid i.v.m. gevaar voor breuk. Plaatsen beschermjukken nabij wegen.	0,2	10	12
17	**Montage afstandhouders, dempers en markeringen**										
17.1	Opstellen gereedschap t.b.v. hijsen invaarwagen	Aanraking spanningsvoerende delen van de hoogspanningslijn. Elektrocutie	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	3	10	3	90	Geen opstelling van gereedschappen onder een circuit wat onder spanning staat. Voldoende ruimte houden met opstellen van gereedschappen. Vastzetten loperlijnen.	0,5	10	15
17.2	Bediening machines b.v. hijsen invaarwagen	Afleiding, onvoldoende concentratie of gestoord worden tijdens bediening.	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	3	36	Ontzegging toegang tot directe nabijheid van machines door onbevoegden. Instrueren bedieningsman.	0,5	2	3
17.3a	Gebruik invaarwagen	Gebreken aan invaarwagen	Persoonlijk letsel, Dodelijke afloop Materiële schade	3	10	10	300	Dagelijks invaarwagen voor aanvang werkzaamheden visueel inspecteren. Gereedschap op juiste wijze gebruiken en niet overbelasten. Extra bougie, bougiesleutel en brandstof aanwezig ? Loper toepassen van voldoende lengte (tot aan de grond)	0,2	10	20
17.3b		Onjuiste bediening van invaarwagen	Persoonlijk letsel, Dodelijke afloop Materiële schade	6	10	3	180	Vooraf instructie/training aan de hand van werkinstructie van de betreffende invaarwagen. Alleen bediening door getraind personeel.	0,5	10	15
17.3c		Het van de geleiders af raken van de wagen.	Persoonlijk letsel, Dodelijke afloop Materiële schade	3	10	10	300	Te allen tijde borgingen aanbrengen en controleren. Veiligheidsgordel gebruiken.	0,2	10	20
17.3d		Brand	Persoonlijk letsel Materiële schade	3	2	10	60	Controle op aanwezige brandblusser. Controle op geldige keuringdatum brandblusser.	0,5	2	10
17.3e		Vallen van hoogte	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	10	600	Dragen van valbeveiliging (harnasgordel + vangsysteem) en aangelijnd werken	0,2	10	20
17.3f		Moeilijke evacuatie in geval van nood	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim	6	2	10	120	Contact vanaf grond blijven houden middels portofoon. Instructies hoe te evacueren. Altijd twee invaarwagens op het werk.	0,5	2	10
17.3g		Fysieke belasting	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim	6	2	10	120	Werkzaamheden goed plannen voor een efficiënte uitvoering. Let op werkhouding en zorgen dat overbelastingtot een minimum wordt beperkt	0,5	2	10

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
17.4	Aanbrengen of verwijderen van afstandhouders.	Gebruik van ongeschikte gereedschappen. Breuk gereedschap met kans op verwonding. Stoten van hoofd en ledemaaten. Het vallen van materialen en gereedschappen tijdens werken met invaarwagen.	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim	6	2	10	120	Gereedschap vooraf controleren op gebreken Gereedschap op juiste wijze gebruiken en niet overbelasten Juiste bekwaamheid en instructies van medewerkers. Dragen van helm en veiligheidsschoenen. Gereedschappen in tassen. Nylon borglijnen aanbrengen indien noodzakelijk. Materialen in vakken. Zijkanten van invaarwagen afschermen.	0,5	2	10
17.5a	Gebruik van lijnfiets	Vallen van lijnfiets en/of medewerker door draadbreuk (verzwakte draad door veroudering, aarsluiting of blikseminslag).	Persoonlijk letsel, Dodelijke afloop Materiële schade	6	10	10	600	Lijnfiets mag alleen gebruikt worden op een nieuwe bliskemdraad. Er mag geen kans bestaan dat er reeds een aardsluiting of blikseminslag heeft plaatsgevonden. Een lijnfiets mag alleen worden gebruikt door een medewerker die hiervoor een specifieke training heeft gevolgd.	0,2	10	20
17.5b		Vallen of vastraken van lijnfiets en medewerker a.g.v. defect.	Persoonlijk letsel, Dodelijke afloop Materiële schade	3	10	10	300	Controleer voor gebruik de goede werking van de lijnfiets (mogelijke transportschade). Met name de werking van de rem en status van de remblok controleren.	0,2	10	20
17.5c		Geraakt worden door vallend materiaal tijdens aanbrengen van markeringen.	Persoonlijk letsel, Dodelijke afloop Materiële schade	3	2	10	60	Bij werken in gebieden die toegankelijk zijn voor het publiek dient de dropzone te worden afgezet. Niet werken met een lijnfiets boven windkracht 6 Bf.	0,5	2	10
17.5d		Vallen van lijnfiets tijdens in- en uithijsen	Persoonlijk letsel, Dodelijke afloop Materiële schade	3	10	6	180	Hijs de lijnfiets altijd in/uit volgens de voorgeschreven procedure en aangegeven middelen.	0,2	10	12
17.5e		Vallen van medewerker tijdens op- en afstappen en gebruik van de lijnfiets.	Persoonlijk letsel, Dodelijke afloop Materiële schade	6	10	10	600	Tijdens op en afstappen dient de medewerker geborgd te zijn middels een veiligheidslijn (shute) die met de mastcontructie is verbonden. Tijdens het gebruik van de lijnfiets moet de medewerker zich met behulp van een korte veiligheidslijn (max. 1,5 mtr.) koppelen aan het veiligheidsoog van de lijnfiets. De medewerker dient altijd minimaal aan één van deze veiligheidslijnen te zijn geborgd. Borg de lijnfiets op de draad middels de borgconstructie alvorens de lijnfiets in gebruikt te nemen.	0,2	10	20
18	**Jukkenbouw**										
18.1	Graafwerkzaamheden mbv palenschop tbv houten beschermjukken.	Beschadiging van grondkabels en/of leidingen tijdens het uitvoeren van graafwerkzaamheden.	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	3	36	Tenminste 3 dagen voor aanvang melding bij Kabel Leiding Informatie Centrum (KLIC) en opvragen van ligplaatsen. Alle ontvangen tekeningen ter plaatse controleren. Ondanks dit gegeven met denodige voorzichtigheid graafwerkzaamheden uitvoeren. Graven van proefsleuven. Handmatig graven.	0,5	2	3

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
18.2	Bepaling wel/geen beschermjuk.	Belemmering van aanwezig verkeer	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	3	36	Vooraf door opdrachtgever overleg voeren met betrokken instanties. Wellicht in aanwezigheid van de hoofdaannemer en aannemer. Afspraken maken aangaande werkwijze en benodigde stremmingen.	0,5	2	3
18.3a	Plaatsen palen en liggers.	Vallen van palen.	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	3	36	Juiste hijmiddelen toepassen. Correct aanslaan van de last. Afzetten van de werkplek.	0,2	2	1,2
18.3b		Aanrijdgevaar voor personen bij werkzaamheden aan spoor of wegen.	Persoonlijk letsel Materiële schade	3	2	6	36	Voorafgaand aan de werkzaamheden overleg voeren met spoorwegen of wegbeheerder aangaande de te nemen maatregelen. Juiste vesten en BPM dragen op de desbetreffende werkplek. Treffen verkeersbeperkende maatregelen. (plaatsen borden e.d.)	0,5	2	6
18.3c		Hoogtebeperking tav Hoogspanningslijn. Spanningsoverslag, kortsluiting	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	6	72	Vooraf met opdrachtgever de vereiste vrije werkhoogte bepalen. Regelmatig uitvoeren van inspecties.	0,2	2	2,4
18.4	Stalen beschermjuk.	Inklimmen door onbevoegden.	Persoonlijk letsel, ziekteverzuim, dodelijke afloop	6	10	3	180	Plaatsen hekken en waarschuwingsborden. Verwijderen ladders e.d. nadat beschermjuk is gebouwd.	0,5	10	15
19	**Werken in nabijheid van antennes**										
19.1	Werken binnen 3 meter afstand van een GSM of UMTS antenne	Blootstelling aan niet ioniserende straling (EMF velden van antennes voor mobile telefonie)	Hoofdpijn, concentratieverlies, mogelijke onvruchtbaarheid (lange termijn)	6	2	10	120	Veilige afstand aanhouden van > 3 meter. Nooit in stralingsgebied van de antenne werken. Indien afstand < 3 meter dan antenne laten uitschakelen.	0,2	2	4
19.2	Werken in de nabijheid van radio of TV antennes	Blootstelling aan niet ioniserende straling	Hoofdpijn, verbranding, concentratieverlies, mogelijke onvruchtbaarheid (lange termijn)	6	2	10	120	Door deskundige veilige afstand laten bepalen. Zo veel mogelijk antenne laten uitschakelen. E-veld monitor gebruiken.	0,2	2	4
20	**Werken langs het spoor**										
20.1	Toegang tot spoorwegterreinen	Aanrijding door trein	Verwonding, kneuzing, botbreuk, dodelijke afloop	6	10	10	600	Volgen van instructie "Werken langs het Spoor". "Bewijs van toegang spoorwegterreinen" meenemen / meegeven.	0,2	10	20
20.2	Werken langs het spoor	Aanrijding door trein	Verwonding, kneuzing, botbreuk, dodelijke afloop	6	10	10	600	Veiligheidsmaatregelen volgens de regels van Prorail. Zie specifiek V&G plan. Volgen van instructie "Veilig werken langs het spoor". Afhankelijk van de werkzaamheden en tijdsduur buitendienststelling regelen, fysiek afzetting plaatsen, gegarandeerde waarschuwingsapparatuur plaatsen en/of veiligheidsman inzetten.	0,2	10	20

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
20.3	Lopen langs / over het spoor	Struikelen, stoten, uitglijden	Verwonding, kneuzing, botbreuk	6	2	10	120	Volgen van instructie "Werken langs het Spoor". Inzetten van veiligheidsman. Zo min mogelijk tussen de rails lopen. Het spoor recht oversteken, bij voorkeur bij speciale oversteekplaats. Pas op voor gladheid.	0,2	2	4
20.4	Werken aan bovenleidingen van het spoor. Werken boven het spoor voor aanbrengen of verwijderen van veiligheidsvoorzieningen .	Aanraking met elektriciteit	Elektrocutie, dodelijke afloop	6	10	10	600	Alleen werken aan installatie die spanningsloos is gezet, labels en sloten geplaatst. Spanningsloosheid vaststellen. Aardingen aanbrengen. Niet in de nabijheid van onder spanning voerende delen werken. Werkprocedure afspreken met Installatieverantwoordelijke en werkverantwoordelijke.	0,2	10	20
20.5		Blootstelling aan lawaai	Gehoorschade	6	2	10	120	Tracht lawaai aan de bron te bestrijden door afscherming en/of isolatie. Geschikte gehoorbescherming gebruiken. Vanaf 85 dB(A) verplicht.	0,2	2	4
21	**Werken langs de openbare weg**										
21.1a	Werken langs of op de weg	Aanrijding met voertuigen	Verwonding, kneuzing, botbreuk, dodelijke afloop	6	10	10	600	Zorg voor vergunning of toestemming van politie en/of wegbeheerder voor de geplande werkzaamheden. Draag veiligheidskleding of veiligheidsvest. Plaats doeltreffende verkeersaf-zettingen en borden ook bij kleine werkzaamheden. Gebruik bij slecht zicht of in het donker retroreflecterende verkeersbakens en geen kegels. Blijf opletten op verkeer ondanks maatregelen. Plaats je eigen voertuig zover mogelijk in de berm.	0,2	10	20
21.1b		Blootstelling aan lawaai	Gehoorschade	3	2	10	60	Tracht lawaai aan de bron te bestrijden door afscherming en/of isolatie. Geschikte gehoorbescherming gebruiken. Vanaf 85 dB(A) verplicht.	0,2	2	4
21.1c		Struikelen, vallen , uitglijden	Verwonding, kneuzing, botbreuk	2	2	10	40	Zorg voor orde en netheid op de werkplek. Houd rekening met toestand van het wegdek of de grond. Draag stevig, steungevend veiligheidsschoeisel.	0,2	2	4
22	**Werken met noodmasten**										
22.1a	Uitzetten mast- en ankerlocaties en locatie fundatieplaat.	Foutieve mastlocatie.	Persoonlijk letsel Materiële schade	3	2	2	12	Juiste bekwaamheid en instructies van medewerkers. Controle door engineer. Terugkoppeling naar engineer die herberekening maakt en anker- en/of mastlocatie opnieuw vaststelt	0,2	2	0,8

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
22.1b		Ankerlocatie niet realiseerbaar	Persoonlijk letsel Materiële schade	3	2	2	12	Juiste bekwaamheid en instructies van medewerkers. Controle door engineer. Terugkoppeling naar engineer die herberekening maakt en anker- en/of mastlocatie opnieuw vaststelt	0,2	2	0,8
22.2	Plaatsen fundatieplaat	Niet gelijkmatige belasting van de fundatieplaat met als gevolg dat de fundatieplaat gaat verschuiven.	Persoonlijk letsel, Materiële schade	3	2	2	12	Bodem onder fundatieplaat uitvullen met zand. Ankerpennen gedeeltelijk de grond inslaan met hydraulische hamer.	0,2	2	0,8
22.3a	Plaatsen grondankers	Fout gebruik gereedschappen. Beschadiging van ondegrondse leidingen en kabels.	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	1	2	12	Montagevooschriften bestuderen. Bij twijfel overleg met specialist. Klikmelding uitvoeren.	3	1	6
22.3b		Onvoldoende houdkracht v/d ankers.	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	2	24	Ankers belasten met proeflast (trekapparaat). Indien onvoldoende houdkracht ander type anker of de lengte van de ankerkabel aanpassen. Indien grondankers niet toepasbaar zijn andere alternatieven (vb ballast) in overleg met de engineer toepassen.	0,5	2	2
22.3c		Verschuiving / verplaatsing van de ankers op termijn	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	2	24	Markeren van ankerposities (vb door het tapen van de ankerkabel op vaststaande plaats, slaan van piketten direct achter ballast, etc.) Periodieke inspectie.	0,5	2	2
22.4	Aarding	Ontoelaatbare stap en aanrakingsspanningen	Persoonlijk letsel, Ziekteverzuim, Dodelijke afloop, Materiële schade	6	10	6	360	Aarden van de hijsmast en/of noodmast.	0,2	10	12
22.5	Oprichten/neerlaten noodmast	te hoge windkracht en/of onacceptabele weersomstandigheden	Persoonlijk letsel, Materiële schade	6	2	2	24	Vooraf informeren over de weersomstandigheden en bepalen of de werkzaamheden al dan niet doorgang kunnen vinden. Vooraf randvoorwaarden afspreken	3	2	12
22.6a	Montage / demontage van de hijsmast / mastdelen.	Foutieve volgorde.	Persoonlijk letsel, Materiële schade	6	2	2	24	Bestudeer en volg de procedures uit de installatie instructie noodmasten.	3	2	12
22,6b		Mastsecties passen niet.	Materiële schade	6	0,5	2	6	Bestudeer en volg de procedures uit de installatie instructie noodmasten.	3	0,5	3
22.6c		Losrakende werkbordessen.	Persoonlijk letsel, Materiële schade	3	2	2	12	Controleer bij elke voormontage van de hijsm,aast of de rooster klemmen vast zitten.	0,5	2	2
22.7a	Oprichten hijsmast met sprenkel of hijsen. Hijsen met de hijsmast.	Foutief hijsen.	Persoonlijk letsel, Materiële schade	6	2	2	24	Bestudeer en volg de procedures uit de installatie instructie noodmasten. Goede communicatie tussen bediener lier en overige monteurs.	3	2	12
22.7b		Beknelling.	Persoonlijk letsel, Materiële schade	6	1	2	12	Alleen hijsen indien alle overige werkzaamehden gereed zijn. Goede communicatie tussen bediener lier en overige monteurs.	3	0,5	3

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
22.7c		Vallen noodmast	Persoonlijk letsel, Ziekteverzuim, Dodelijke afloop, Materiële schade	6	10	2	120	Tijdens werkzaamheden aan de noodmast deze plaatsen op de kantelplaat. Niet in de te hijsen noodmast klimmen indien deze niet op de kantelplaat staat.	0,5	10	10
22.8	Tuien noodmast	Te hoge tuikracht met als gevolg te hoge ankerbelastingen waardoor de noodmast zou kunnen vallen	Persoonlijk letsel, Materiële schade	6	2	2	24	Tui niet te strak zetten. Na het stellen van de tuien de stand van de spanwartels borgen middels borgmoeren.	0,5	2	2
22.9	Demontage hijsmast mbv sprenkel	Niet vangen van de staaldraad in de sprenkel waardoor de noodmast valt.	Persoonlijk letsel, Ziekteverzuim, Dodelijke afloop, Materiële schade	6	10	2	120	Inbouwen holdpoint tijdens de werkzaamheden. Toezicht (laten) houden op de sprenkel en de staalkabel. Touwloper aan dez ijkant van de hijs/noodmast bevestigen zodat deze gepositioneerd blijftt.	0,5	10	10
23	**Oplevering**										
23.1	Aardingen	Vergeten aardingen te verwijderen met gevaar voor kortsluiting bij de inbedrijfstelling van de hoogspanningslijn.	Persoonlijk letsel Materiële schade	3	2	3	18	Lijst aanleggen waar aardingen geplaatst zijn. Noteren van plaatsen waar aardingen zijn geplaatst. Vooraf en na afloop controleren van aantal aardingen. Voor vrijgave meerdere malen de lijn visueel checken.	0,2	2	1,2
23.2	Vrijgave hoogspanningslijn aan installatie verantwoordelijke.	Aanwezigheid van monteurs in hoogspanningslijn. Elektrocutie	Persoonlijk letsel, Ziekteverzuim, Dodelijke afloop, Materiële schade	0,5	10	6	30	Vrijgave na terugmelding van alle betrokken monteurs. Voor vrijgave de lijn visueel inspecteren. Vrijgave van ploegleider aan werkverantwoordelijke (WV-er). Vrijgave van WV-er aan installatieverantwoordelijke.	0,2	10	12
23.3	Opruimen werklocaties.	Achterblijven van gereedschappen en materialen waardoor in toekomst schades kunnen ontstaan aan bijvoorbeeld de hoogspanningsinstallatie en landbouwwerktuigen.	Persoonlijk letsel Materiële schade	6	2	3	36	Controle werklocaties op achtergebleven materialen en gereedschappen. Controle aantallen gereedschappen.	3	2	18
24	**Milieurisico's**										
24.1	Restafval (biologisch, plastic, etc.)	Ontsnappen van biogassen, zwerfvuil, stoffen raken in het milieu	Verontreinging van het (plaatselijke) milieu. Stankoverlast.	-	-	-	30	Verzamelen in een afsluitbare afvalcontainer. Inhoud van container afstemmen op de te verwachte afvalstroom.	-	-	10
24.2	Afval karton en papier	Zwerfvuil, mileuverontreiniging.	Verontreinging van het (plaatselijke) milieu.	-	-	-	30	Apart inzamelen en afvoeren. Bij grotere hoeveelheden een speciale container voorzien.	-	-	10
24.3	Afval metaal	Zwerfvuil, stof raakt in het mileu.	Verontreinging van het (plaatselijke) milieu.	-	-	-	30	Apart inzamelen en afvoeren. Bij grotere hoeveelheden een speciale container voorzien.	-	-	10
24.4	Afval kabelresten	Zwerfvuil, stof raakt in het mileu.	Verontreinging van het (plaatselijke) milieu.	-	-	-	30	Apart inzamelen en afvoeren. Bij grotere hoeveelheden een speciale container voorzien.	-	-	10

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
24.5	Afval chemisch	Zwerfvuil, stof raakt in het mileu.	Ernstige verontreinging van het (plaatselijke) milieu.	-	-	-	30	Apart inzamelen en afvoeren. Bij grotere hoeveelheden een speciale container voorzien.	-	-	10
24.6	Afval puin	Zwerfvuil, stof raakt in het mileu.	Verontreinging van het (plaatselijke) milieu.	-	-	-	30	Apart inzamelen en afvoeren. Bij grotere hoeveelheden een speciale container voorzien.	-	-	10
24.7	Afval dakbedekking	Zwerfvuil, stof raakt in het mileu.	Verontreinging van het (plaatselijke) milieu.	-	-	-	30	Apart inzamelen en afvoeren. Bij grotere hoeveelheden een speciale container voorzien.	-	-	10
24.8	Afval asbest	Zwerfvuil, stof raakt in het mileu. Gevaar voor de gezondheid	Verontreinging van het (plaatselijke) milieu.	-	-	-	30	Door een specialiseerd bedrijf laten verpakken en direct vanaf de bouwplaats laten afvoeren.	-	-	10
24.9	Slopen van elektrische en / of elektronische installatie.	Onvoldoende scheiding van afval door onvoldoende	Onnodige belasting van het milieu door slechte scheiding van afval.	-	-	-	30	Demontage opnemen in de planning. Elektronscihe delen apart inzamelen en afvoeren.	-	-	10
24.10	Gebruik van elektrisch aangedreven machines en gereedschappen.	Verbruik van niet duurzame energie.	Uitputting energiebronnen. Bodem- en luchtveront-reiniging.	-	-	-	30	Vermijdt onnodig in bedrijf zijn van de manchines.	-	-	10
24.11	Lassen, snijbranden, slijpen.	Brand en explosiegevaar. Lasdampen.	Luchtverontreiniging, aantasting van flora / fauna door brand / explosie.	-	-	-	30	Brandblusser bij de hand houden. Brandbare delen afschermen. Schadelijke lasdampen afzuigen en zonodig filteren.	-	-	10
24.12	Gebruik van voertuigen en machines met brandstofmotoren.	Hoge uistoot van schadelijke gassen door slechte verbranding	Luchtverontreiniging, CO2 uitstoot en stankoverlast.	-	-	-	30	Motoren niet onnodig laten draaien. Motoren periodiek onderhouden zodat een slechte verbranding met verhoogde CO2 uitstoot zoveel mogelijk vermeden wordt.	-	-	10
24.13	Verbruik van brandstof, olie, smeermiddelen of koel- en snijvloeistoffen	Morsen van milieuschadelijke stoffen	Bodemverontreinigng, aantasting van flora en / of fauna	-	-	-	30	Pas opvangbakken toe. Houdt absorptiemiddelen bij de hand. Verontreinigde grond verwijderen en als chemisch afval afvoeren.	-	-	10
24.14	Gebruik van chemische middelen voor reinigen en/of oppervlakte behandeling (verf).	Morsen van milieuschadelijke stoffen. Vrijkomen van dampen.	Bodemverontreinigng, aantasting van flora en / of fauna. Stankoverlast.	-	-	-	30	Gebruik het middel zuinig en voorkom zoveel mogelijk morsen. Dek indien mogelijk de bodem op de werkplek af. Verontreinigde grond verwijderen en als chmisch afval afvoeren.	-	-	10
24.15	Verplaasting van voertuigen door natuurgebied.	Beschadiging van flora en / of fauna. Verstoring van broedplaatsen.	Aantasting van het ecosysteem.	-	-	-	30	Vermijdt het beschadigen van bomen en planten. Volg zoveel mogelijk reeds aanwezige paden/wegen. Kies zonodig een ander route.	-	-	10
24.16	Transport van materiaal en materieel in of door natuurgebied	Beschadiging van flora en / of fauna. Verstoring van broedplaatsen.	Aantasting van het ecosysteem.	-	-	-	30	Vermijdt het beschadigen van bomen en planten. Volg zoveel mogelijk reeds aanwezige paden/wegen. Kies zonodig een ander route.	-	-	10
24.17	Werken in agrarische gebieden.	Overdracht van ziektes.	Uitbreken van ziektes of epidemieën.	-	-	-	30	Controleer of er spraken is van een besmet gebied. Stem in dat geval af met de betreffende instanties.	-	-	10
24.18	Uitvoeren van graagwerkzaamheden.	Beschadiging (wortels) van planten en / of woongebieden van dieren.	Onherstelbare schade aan flora en / of fauna.	-	-	-	30	Probeer beschadigingen zoveel mogelijk te voorkomen. Als schade aan wortels van bomen niet te vermijden is dient afgestemd te worden met de betreffende instanties.	-	-	10

VGM Risico-analyse SPIE

Legende	Waarschijnlijkheid (W)	Effect (E)	Blootstelling (B)	Risico (R = W x E x B)	
	10: Bijna zeker	10 : Eén of meer doden	10: Dagelijks tijdens werkuren	R => 160	Zeer hoog, vergaande maatregelen vereist
	6 : Goed mogelijk	2 : Ernstig (blijvend) letsel	6 : Gemiddeld max. 2 uren/dag	20 < R < 160	Substantieel, maatregelen vereist
	3 : Ongewoon maar mogelijk	1 : Verzuimongeval	3 : Wekelijks	R =< 20	Licht, geen verdere maatregelen
	0,5: Zeer onwaarschijnlijk	0,5: Incident of EHBO	2 : Maandelijks of incidenteel		
	0,2: Vrijwel onmogelijk			**Project:**	Ter goedkeuring

Nr.	Activiteit:	Gevaar:	Effect:	Risico vóór maatregelen				Preventiemaatregelen:	Risico na maatregelen		
				W	E	B	R		W	E	R
24.19	Opslag van brandstof of andere brandbare stoffen	Boden / waterverontreiniging door lekkage. Verhoogd brandgevaar.	Onherstelbare schade aan flora en / of fauna. Letsel	-	-	-	30	Embalage opslaan in lekbakken. Bij opslag in tanks moeten deze dubbelwandig zijn uitgevoerd. Brandblusser paraat houden.	-	-	10
24.20	Gebruik van hydraulische machines zoals lieren.	Lekkage van olieleidingen	Verontreiniging bodem met olie	-	-	-	30	Absorbtiemateriaal bij de hand houden en hiermee direct overtollige olie absorberen. Verontreinigde grond zo spoedig mogelijk zorgvuldig afgraven en in afgesloten zak of container afvoeren en laten reinigen. Schone grond terug storten. Melden bij eigenaar van de grond.			10
				-	-	-			-	-	

BIJLAGE 2 BESCHERMINGSMAATREGELEN SASSENHEIM-HAARLEMMERMEER

Onder bijlage 2 is de inventarisatie van de wegkruisingen opgenomen van de 150 kV-lijn Sassenheim-Haarlemmermeer en de hiervoor te nemen beheersmaatregelen (inclusief te nemen verkeersmaatregelen)

Inventarisatie wegkruisingen 150 kV Sassenheim-Haarlemmermeer - rev 0

Veld	Kruising	Type weg / omschrijving	Verkeers-intensiteit	Risico-klasse	Beheersmaatregel
39-40	Turfspoor	80 km weg, 4 meter breed	Laag	2	Houten juk aan zijde mast 40 Toezicht tijdens geleiderdemontage
41-42	Lisserbroekerweg	50 km weg met aan een zijde fietspad, totaal 12 meter breed	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
42-43	Bruidsbloemstraat	Straat in woonwijk	Laag	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
43-44	Lisserweg	80 km weg, 2 rijstroken met aan een zijde fietspad	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
44-45	Middelweg	Priveweg	Laag	1	Houten juk aan zijde mast 44 Toezicht tijdens geleiderdemontage
45-46	Middelweg	Fietspad	Laag	1	Houten juk aan zijde mast 46 Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden
46-47	Landweg	Toerit naar Landhuis	Laag	1	Houten juk aan zijde mast 47 Toezicht tijdens geleiderdemontage
47-48	Leimuiderweg (N205)	Provinciale Weg met aan beide zijde fietspad, breedte 35 meter	Middel	4	Rollengordijn toepassen tijdens de geleiderdemontage. Stremming N205 en beide fietspaden voor het verwijderen van de voordraden, Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden
47-48	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
48-49	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
49-50	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
50-51	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
51-52	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
52-53	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
	Venneperweg	80 km weg met aan een zijde fietspad, breedte 15 meter	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden)
53-54	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage

Veld	Kruising	Type weg / omschrijving	Verkeers-intensiteit	Risico-klasse	Beheersmaatregel
54-55	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
55-56	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
56-57	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
57-58	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
58-59	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
	N205, Drie Merenweg	Provinciale Weg, 2 rijstroken breedte 9 meter	Middel	4	Rollengordijn toepassen tijdens de geleiderdemontage. Stremming N205 en beide fietspaden voor het verwijderen van de voordraden, Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden
60-61	Nieuwe Bennebroekerweg	50 km weg, breedte 8 meter	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
61-62	Bennebroekerweg	50 km weg met aan een zijde een fietspad, breedte 12 meter	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
	Fietspad	Fietspad	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
62-63	Fietspad	Fietspad	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
63-64	Fanny Blankers-Koenlaan	50 km weg met aan beide zijde fietspad en een voetpad, breedte 20 meter	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
64-64A	Fietspad	Fietspad	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage

Risicoklasse voor overdraaien geleiders over wegen:

Risico-klasse	Kans – effect	Maatregel	Restrisico	Voorbeeld
1	Lage kans op geringe beschadiging, verwonding bij laaghangende geleider	Stremmen weg Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	B-weg, rustig fietspad, rustige vaarweg
2	Geringe kans op kleine beschadigingen en verwondingen bij laaghangende geleider	Houten jukken aan beide zijden van de weg	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Rustige weg, fietspaden, smalle vaarweg met pleziervaart
3	Reële kans op aanzienlijke beschadigingen en verwondingen bij laaghangende geleider	Houten jukken aan beide zijden van de weg met toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Drukkere weg, wegen binnen bebouwde kom, drukke fietspaden, vaarweg met pleziervaart
4	Grote kans op aanzienlijke beschadigingen en verwondingen bij laaghangende geleider	Toepassen veiligheidskabel (rollengordijn) Toepassen beschermjukken met vangnet	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Drukke dubbelbaans autowegen, brede wegen binnen bebouwde kom, autosnelwegen, spoorwegen, drukke vaarwegen
5	Zeer grote kans op grote beschadiging en verwondingen bij laaghangende geleider	Toepassen veiligheidskabel (rollengordijn) Toepassen beschermjukken met vangnet Stremmen van wegen	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Autosnelwegen, spoorwegen, drukke vaarwegen

BIJLAGE 3 BESCHERMINGSMAATREGELEN HAARLEMMERMEER-VIJFHUIZEN

Onder bijlage 3 is de inventarisatie van de wegkruisingen opgenomen van de 150 kV-lijn – Haarlemmermeer-Vijfhuizen en de hiervoor te nemen beheersmaatregelen (inclusief te nemen verkeersmaatregelen)

Inventarisatie wegkruisingen 150 kV Haarlemmermeer-Vijfhuizen - rev 0

Veld	Kruising	Type weg / omschrijving	Verkeers-intensiteit	Risico-klasse	Beheersmaatregel
65-66	Fietspad	Fietspad	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
66-67	Fietspad	Fietspad	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
67-68	Waddenweg	50 km weg met aan beide zijde fietspad en een voetpad, breedte 24 meter	Middel	3	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
68-69	Fietspad onder hs-lijn	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
69-70	Kruisweg (N201) Kruising Zuidtangent Kruising fietspaden	80 km weg, nabij drukke kruising N201-N205	Middel	4	Rollengordijn toepassen tijdens de geleiderdemontage. Stremming N205, bustangent en fietspaden voor het verwijderen van de voordraden, Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden
70-71	Fietspad Voetpad	Fietspaden en voetpad onder de lijn	Laag	1	Fietspad en voetpad stremmen tijdens geleiderdemontage
71-72	Fietspad	Fietspaden onder de lijn, toegangsweg naar recreatiegebied.	Laag	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
	Voetpad	Voetpad onder de lijn, voetpad wordt gebruikt voor de toegangsweg naar mast 71 en 72	Laag	1	Voetpad stremmen tijdens geleiderdemontage
72-73	Paviljoenlaan	Toegangsweg naar recreatiegebied	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
	Voetpad	Voetpad onder de lijn, voetpad wordt gebruikt voor de toegangsweg naar mast 73	Laag	1	Voetpad stremmen tijdens geleiderdemontage
73-74	???	Toegangsweg vanuit Floriadeterrein naar het recreatiegebied.	Middel	2	Houten jukken beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
	Voetpad	Voetpad onder de lijn, voetpad wordt gebruikt voor de toegangsweg naar mast 74	Laag	1	Voetpad stremmen tijdens geleiderdemontage
74-75	Liniepad	Fietspad op dijk	Laag	1	Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden

Veld	Kruising	Type weg / omschrijving	Verkeers-intensiteit	Risico-klasse	Beheersmaatregel
78-79	Vijfhuizerweg	80 km weg, breedte 6 meter	Laag	2	Houten jukken aan beide zijden Toezicht tijdens geleiderdemontage
80-81	Drie Merenweg (N205)	Provinciale Weg met aan één zijde fietspad, breedte 24 meter	Middel	4	Rollengordijn toepassen tijdens de geleiderdemontage. Stremming N205 en beide fietspaden voor het verwijderen van de voordraden, Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden
85-86	Kromme Spieringweg	Fietspad aanwezig dat het tracé van de hoogspanningslijn volgt	Laag	1	Fietspad stremmen tijdens geleiderdemontage
88-88A	Schipholweg (N232)	N232, Provinciale Weg, 2 keer dubbelbaans	Hoog	4	Rollengordijn toepassen tijdens de geleiderdemontage. Stremming N205 en N232 voor het verwijderen van de voordraden, Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden
	N205	N205, Provinciale Weg 1 keer enkelbaans, 1 keer 3-baans	Hoog	4	
88A-89	N205 (2x)	2x N205, Provinciale Weg 1 keer enkelbaans, 1 keer 2-baans	Hoog	4	Rollengordijn toepassen tijdens de geleiderdemontage. Stremming N205 en Spaarnwouderweg voor het verwijderen van de voordraden, Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden
	Spaarnwouderweg	B-weg, doodlopend	Laag	1	

Risicoklasse voor overdraaien geleiders over wegen:

Risico-klasse	Kans – effect	Maatregel	Restrisico	Voorbeeld
1	Lage kans op geringe beschadiging, verwonding bij laaghangende geleider	Stremmen weg Toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	B-weg, rustig fietspad, rustige vaarweg
2	Geringe kans op kleine beschadigingen en verwondingen bij laaghangende geleider	Houten jukken aan beide zijden van de weg	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Rustige weg, fietspaden, smalle vaarweg met pleziervaart
3	Reële kans op aanzienlijke beschadigingen en verwondingen bij laaghangende geleider	Houten jukken aan beide zijden van de weg met toezicht tijdens geleiderwerkzaamheden	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Drukkere weg, wegen binnen bebouwde kom, drukke fietspaden, vaarweg met pleziervaart
4	Grote kans op aanzienlijke beschadigingen en verwondingen bij laaghangende geleider	Toepassen veiligheidskabel (rollengordijn) Toepassen beschermjukken met vangnet	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Drukke dubbelbaans autowegen, brede wegen binnen bebouwde kom, autosnelwegen, spoorwegen, drukke vaarwegen
5	Zeer grote kans op grote beschadiging en verwondingen bij laaghangende geleider	Toepassen veiligheidskabel (rollengordijn) Toepassen beschermjukken met vangnet Stremmen van wegen	Kans op beschadiging, verwonding is nihil	Autosnelwegen, spoorwegen, drukke vaarwegen

BIJLAGE 4 PRODUCTINFORMATIEBLADEN

Bijgevoegd zijn de Productinformatiebladen van diesel en hydraulische olie.

Veiligheidsinformatieblad

VIB:	22639
Chemische naam:	DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR.2
Molecuulgewicht:	niet traceerbaar
Publicatiedatum:	2005-06-27

1 - Identificatie van de stof of het preparaat

Handelsnaam **Leverancier**

2 - Samenstelling en informatie over de bestanddelen

Component	CAS-nummer	EG-nummer	Catalogus-nr	%	EG-etiket
DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2	68476-34-6	270-676-1	649-227-00-2	100.0 %	Xn,N;R: 40,51/53,65,66

3 - Risico's

R-zinnen

- Er zijn aanwijzigingen voor een kankerverwekkend effect.
- Vergiftig voor in het water levende organismen; kan in het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten veroorzaken.
- Schadelijk: kan longschade veroorzaken na verslikken.
- Herhaalde blootstelling kan een droge of een gebarsten huid veroorzaken.

4 - Eerste hulpmaatregelen

Huid:	Verwijder resten materiaal zo snel mogelijk van de huid (b.v. spoelen met veel water).
Inslikken:	Indien het slachtoffer bij bewustzijn is, mond laten spoelen met water. NIET laten drinken. GEEN braken opwekken. Zo snel mogelijk naar ziekenhuis vervoeren.
Inademing:	Het slachtoffer zo snel mogelijk in frisse lucht brengen en rust laten houden en eventueel arts waarschuwen.
Ogen:	Langdurig spoelen met veel water. Bij gezichtsstoornissen arts raadplegen.
Opmerkingen EHBO:	geen

5 - Brandbestrijdingsmaatregelen

Gevaarlijke ontledingsproducten in vuur:	koolmonoxide
Blusmiddelen:	kooldioxide, bluspoeder, schuim, waternevel

6 - Maatregelen bij het accidenteel vrijkomen van de stof of het preparaat

Procedure bij lekkage:	De vloeistof absorberen in geschikt absorptiemateriaal (b.v. Powersorb, droog zand, kiezelgoer, vermiculite e.d.). Hierna mengsel in kunststof zakken scheppen en afvoeren naar verzamelplaats gevaarlijk afval.

7 - Hantering en opslag

Plaatselijke afzuiging:	Afhankelijk van de verwerkingsomstandigheden, maar minimaal goede ruimteventilatie.
Opslagcondities:	beschermd tegen de zon
	beschermd tegen de nabijheid van andere warmtebronnen
	verwijderd van ontstekingsbronnen
Opslagcode (t.b.v. PGS 15):	F1

8 - Maatregelen ter beheersing van blootstelling / persoonlijke bescherming

Blootstellingsgrenzen

van toepassing voor:	Nederland (20°C; 1013 mbar)

MAC:	5 mg/m3		**DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**
van toepassing voor:			België (20°C; 1013 mbar)
MAC:	5 mg/m3		**DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**
STEL:	10 mg/m3		**DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**
van toepassing voor:			Verenigde Staten van Amerika (25°C; 1013 mbar)
MAC:	100 mg/m3	H	**DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**
van toepassing voor:			Duitsland (20°C; 1013 mbar)
MAC:	250 mg/m3		**DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**

C=Ceiling; H=Huid

Opmerkingen Blootstellingsgrenzen:
geen

Reukgrenzen (20°C; 1013 mbar):

Geadviseerde persoonlijke beschermingsmiddelen:

ogen:	veiligheidsbril
inademing:	geen (bij voldoende afzuiging)
huid:	geen (bij normaal gebruik)

9 - Fysische en chemische eigenschappen

Aggregatietoestand:	vloeibaar
Kleur:	afhankelijk van type
Geur:	minerale olie
Kookpunt/ traject:	≥180 ≤370 °C (1013 mbar)
Verdampingssnelheid/ traject:	niet traceerbaar
Smeltpunt/ traject:	<0 °C
Relatieve dichtheid:	≥0.8 ≤0.9 (water=1) (20 °C)
Viscositeit:	≥2.0 ≤4.5 mPa.s (40 °C)
pH:	niet van toepassing
Ontledingstemperatuur:	niet traceerbaar
Vlampunt/ traject:	>55 °C
Zelfontbrandingstemperatuur:	>220 °C
Electrostatische oplading:	nee (=1E4 pS/m)
Explosiegrenzen:	LEL:≥0.6 vol.% -UEL:≤6.5 vol.%
Vaste stof explosies mogelijk in lucht:	niet van toepassing

10 - Stabiliteit en reactiviteit

Reactie met water:	nee
Gevaarlijke reacties met:	oxiderende stoffen
Gevaarlijke ontledingsproducten bij verhitting:	geen
Te vermijden omstandigheden:	geen

11 - Toxicologische informatie
Symptomen

Huid	plaatselijk:	De stof is prikkelend: roodheid.
		Ontvetting: bij langdurig contact een ruwe, droge huid, eczeem.
		Bij intensief huidcontact kans op huidaandoeningen.
	algemeen:	Waarschijnlijk geen opname van betekenis.
Ingeslikt	plaatselijk:	De stof is prikkelend: keelpijn.

		Kans op longaandoeningen bij verslikken.
	algemeen:	De stof kan worden opgenomen door inslikken.
Inademing	plaatselijk:	De stof is bij verneveling prikkelend: keelpijn.
	algemeen:	De stof kan in het lichaam worden opgenomen door inademing.
Ogen	plaatselijk:	De stof is prikkelend: roodheid.
Opmerkingen symptomen		Carcinogene effecten zijn niet uitgesloten.

Toxiciteit

LD-50: >2 g/kg (ORL-RAT), **DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**	Bron/Methode:	Easi View/niet traceerbaar
LD-50: >2 g/kg (SKN-RBT), **DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**	Bron/Methode:	CONCAWE/niet traceerbaar

Ames test:	niet traceerbaar **DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**	Bron:	niet traceerbaar

12 - Ecotoxicologische informatie

Afbreekbaarheid:	niet traceerbaar **DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**
Biochemische factor:	<100 **DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**
Log Po/w:	≥3.9 ≤6 **DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**

Ecotoxiciteit

LC-50: >1 ≤100 mg/l/96H (Fish), **DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**	Bron/Methode:	Easi View/niet traceerbaar
EC-50: >1 ≤100 mg/l/48H (Daphnia), **DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**	Bron/Methode:	CONCAWE/niet traceerbaar
IC-50: >1 ≤100 mg/l/72H (Algae), **DIESEL, BRANDSTOFFEN, NR. 2**	Bron/Methode:	CONCAWE/niet traceerbaar

Opmerkingen ecotoxiciteit: geen

13 - Instructies voor verwijdering

Restanten product of ongereinigde lege verpakking, conform lokale en nationale wettelijke voorschriften, verbranden in een geschikte verbrandingsinstallatie of storten op een goedgekeurde stortplaats, indien dit wordt toegestaan.

14 - Informatie met betrekking tot het vervoer

UN-nummer:	1202
UN-naam:	GASOLIE
Klasse:	3
Verpakkingsgroep:	III
Gevarenkaart:	30S1202
Zeewater vervuilend:	nee

15 - Wettelijk verplichte informatie

Gevaarsymbool

Xn	SCHADELIJK
N	MILIEUGEVAARLIJK

R-zinnen

40	Er zijn aanwijzigingen voor een kankerverwekkend effect.
51/53	Vergiftig voor in het water levende organismen; kan in het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten veroorzaken.
65	Schadelijk: kan longschade veroorzaken na verslikken.
66	Herhaalde blootstelling kan een droge of een gebarsten huid veroorzaken.

S-zinnen

2	Buiten bereik van kinderen bewaren.
23.2	Damp niet inademen.
36/37	Draag geschikte handschoenen en beschermende kleding.

60	Deze stof en de verpakking als gevaarlijk afval afvoeren.
61	Voorkom lozing in het milieu. Vraag om speciale instructies / veiligheidskaart.
62	Bij inslikken niet het braken opwekken; direct een arts raadplegen en de verpakking of het etiket tonen.

Opmerkingen EG-etiket De leverancier kan een afwijkend EG-etiket (Gebruiksetiket) geven.

16 - Overige informatie

Datum laatste wijziging: 2005-08-11

Opmerkingen VIB: In Nederland is dit product niet registratieplichtig als kankerverwekkende stof.

Overzicht relevante R-zinnen van alle componenten in sectie 2:

40	Er zijn aanwijzigingen voor een kankerverwekkend effect.
51/53	Vergiftig voor in het water levende organismen; kan in het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten veroorzaken.
65	Schadelijk: kan longschade veroorzaken na verslikken.
66	Herhaalde blootstelling kan een droge of een gebarsten huid veroorzaken.

© 2006, Sdu Uitgevers bv

VIB: 06444

Chemische naam: MACHINEOLIE

1 - Identificatie van de stof of het preparaat

Handelsnaam **Leverancier**

2 - Samenstelling en informatie over de bestanddelen

Component	CAS-nummer	EG-nummer	Catalogus-nr	%	EG-etiket
GERAFFINEERDE MINERALE OLIE					

3 - Risico's

4 - Eerste hulpmaatregelen

Huid: Verwijder resten materiaal zo snel mogelijk van de huid (b.v. spoelen met veel water).

Inslikken: 1 a 2 glazen water laten drinken. Bij algemene stoornissen arts raadplegen.

Inademing: Het slachtoffer zo snel mogelijk in frisse lucht brengen en rust laten houden en eventueel arts waarschuwen.

Ogen: Langdurig spoelen met veel water. Bij gezichtsstoornissen arts raadplegen.

Opmerkingen EHBO: geen

5 - Brandbestrijdingsmaatregelen

Gevaarlijke ontledingsproducten in vuur: koolmonoxide, zwaveloxiden

Blusmiddelen: kooldioxide, bluspoeder, schuim, waternevel

6 - Maatregelen bij het accidenteel vrijkomen van de stof of het preparaat

Procedure bij lekkage: De vloeistof absorberen in geschikt absorptiemateriaal (b.v. Powersorb, droog zand, kiezelgoer, vermiculite e.d.). Hierna mengsel in kunststof zakken scheppen en afvoeren naar verzamelplaats gevaarlijk afval.

7 - Hantering en opslag

Plaatselijke afzuiging: Onder normale omstandigheden niet van toepassing.

Opslagcondities: koel

droog

in een goed geventileerde ruimte

beschermd tegen de zon

beschermd tegen de nabijheid van andere warmtebronnen

Opslagtemperatuur: ≥0 ≤50 °C

8 - Maatregelen ter beheersing van blootstelling / persoonlijke bescherming

Blootstellingsgrenzen

van toepassing voor:		Nederland (20°C; 1013 mbar)
MAC:	5 mg/m3	GERAFFINEERDE MINERALE OLIE
van toepassing voor:		België (20°C; 1013 mbar)
MAC:	5 mg/m3	GERAFFINEERDE MINERALE OLIE
STEL:	10 mg/m3	GERAFFINEERDE MINERALE OLIE
van toepassing voor:		Verenigde Staten van Amerika (25°C; 1013 mbar)
MAC:	5 mg/m3	GERAFFINEERDE MINERALE OLIE
STEL:	10 mg/m3	GERAFFINEERDE MINERALE OLIE
van toepassing voor:		Duitsland (20°C; 1013 mbar)
MAC:	200 mg/m3	GERAFFINEERDE MINERALE OLIE

C=Ceiling; H=Huid

Opmerkingen Blootstellingsgrenzen:
geen

Reukgrenzen (20°C; 1013 mbar):

Geadviseerde persoonlijke beschermingsmiddelen:

ogen: veiligheidsbril

inademing:	geen (bij voldoende afzuiging)
huid:	geen (bij normaal gebruik)

9 - Fysische en chemische eigenschappen

Aggregatietoestand:	vloeibaar
Kleur:	amber
Geur:	minerale olie
Kookpunt / traject:	≥280 °C (1013 mbar)
Verdampingssnelheid / traject:	niet traceerbaar
Smeltpunt / traject:	≤-6 °C
Relatieve dichtheid:	>0.86000 (water=1) (20 °C)
Dampdruk:	verwaarloosbaar
Viscositeit:	>8 mPa.s (40 °C)
pH:	niet van toepassing
Ontledingstemperatuur:	niet traceerbaar
Vlampunt / traject:	≥160 °C
Zelfontbrandingstemperatuur:	>320 °C
Electrostatische oplading:	niet traceerbaar
Explosiegrenzen:	LEL:≥1 vol.% -UEL:≤10 vol.%
Vaste stof explosies mogelijk in lucht:	niet van toepassing
Oplosbaarheid in water:	geen

10 - Stabiliteit en reactiviteit

Reactie met water:	nee
Gevaarlijke reacties met:	sterk oxiderende stoffen
Gevaarlijke ontledingsproducten bij verhitting:	geen
Te vermijden omstandigheden:	geen

11 - Toxicologische informatie

Symptomen

Huid	plaatselijk:	wordt ingevuld
	algemeen:	wordt ingevuld
Ingeslikt	plaatselijk:	wordt ingevuld
	algemeen:	wordt ingevuld
Inademing	plaatselijk:	wordt ingevuld
	algemeen:	wordt ingevuld
Ogen	plaatselijk:	wordt ingevuld
Opmerkingen symptomen		Geen

Toxiciteit

Ames test:	niet traceerbaar GERAFFINEERDE MINERALE OLIE	Bron:	niet traceerbaar

12 - Ecotoxicologische informatie

Afbreekbaarheid: niet traceerbaar GERAFFINEERDE MINERALE OLIE

Ecotoxiciteit

13 - Instructies voor verwijdering

Restanten product of ongereinigde lege verpakking, conform lokale en nationale wettelijke voorschriften, verbranden in een geschikte verbrandingsinstallatie of storten op een goedgekeurde stortplaats, indien dit wordt toegestaan.

14 - Informatie met betrekking tot het vervoer

UN-nummer:	geen
UN-naam:	geen
Klasse:	
Verpakkingsgroep:	geen
Gevarenkaart:	
Zeewater vervuilend:	nee

15 - Wettelijk verplichte informatie

Opmerkingen EG-etiket	geen

16 - Overige informatie

Datum laatste wijziging:	2001-07-05
Opmerkingen VIB:	geen

BIJLAGE 5 REQUEST FOR ACCEPTANCE

REVIEW-FORMULIER

Naam reviewers	Alex Smallegoor		
RFA/RFC nummer	GS-NA-ENG 13 - XXX		
Datum indiening	26-07-2013		
Product	Uitvoeringsplan Amoveren (inclusief Ontwerpnota Amoveren)		
Kenmerk, Versie	VIR-0.000.082		
Auteur	S.P. Gelderblom		
Filenaam en datum van dit formulier			
Geschiedenis RFA	**Versie**	**Datum**	**Wijziging**
	0		Review commentaar TenneT
	1	1-8-2013	SPIE – Aanpassingen nav commentaar TenneT
Document acceptatie	**<>**		

Nr.	Hoofd stuk	Bladnr.	Commentaar	Ondernomen actie door auteur	Reviewer eens met actie?
1.	1	4	Worden de afspanportalen (inclusief fundatie) ook opgenomen? Zo ja, is dit mogelijk i.v.m. aanwezig aardnet / kabels / leidingen?	Is opgenomen. Portaal 64A op 150 kV-station Haarlemmermeer wordt geamoveerd. Het amoveren van het stationsportaal op station Vijfhuizen behoord niet tot de scope. De aanwezige kabels en leidingen naar portaal 64A zijn voor het amoveren al verwijderd.	
2.	1	4	Eventueel splitsen in geleiderdemontage en het amoveren van constructies en fundaties.	Is aangepast.	
3.	1	4	Vermelden nummers van de portalen.	Is aangepast.	
4.	1.1	4	Vermelden of het een projectleider van Opdrachtgever of Opdrachtnemer betreft.	Is aangepast, betreft projectleider van SPIE..	
5.	2.1	5	Bullit 6: Vermelden wat de diepte onder maaiveld moet zijn conform afspraak met Tennet.	Is aangepast.	
6.	2.1	5	Bullit 3 en 4: Betreft het hier hetzelfde portaal 64A?	Ja	
7.	2.1	5	Bullit 6: Moeten de portalen ook worden opgenomen (zie ook punt 1)?	Ja, het demonteren, knippen en afvoeren van portaal 64A is opgenomen.	
8.		Alg	Is er ook onderzocht of er bij de masten een aardnet aanwezig is. Indien ja, dan zal deze verwijderd moeten worden.	Is aangepast (punt 9.7) Uit de besteksdocumenten is niet op te maken dat er een aardnet aanwezig is. Eventueel aanwezige aardelektrodes worden verwijderd.	

Nr.	Hoofd stuk	Bladnr.	Commentaar	Ondernomen actie door auteur	Reviewer eens met actie?
9.		Alg	Er staat nergens vermeld hoe de constructies gefundeerd zijn (paal / plaat). Graag toevoegen en de wijze van amoveren hiervan.	De fundatietypen zijn toegevoegd onder 9.1. De wijze van amoveren (rupskraan met pneumatische hamer) is onder 9.7 toegevoegd	
10.	2.1	5	Het cultuurtechnisch herstellen van het terrein na het amoveren toevoegen, conform overleg tussen rentmeester en landeigenaar (belangrijk SOM-punt).	Is opgenomen onder bullit 8 van 2.1.	
11.	2.1	5	Het reinigen van het terrein van alle afvalresten en vervuilingen toevoegen (belangrijk SOM-punt).	Is opgenomen onder bullit 7 van 2.1 en toegevoegd onder 9.7	
12.	2.2	5	Betreft de planning alleen de technische uitvoering van het project, of zitten hier ook zaken als overleg van de rentmeester en leggen van bouwwegen bij in?	Betreft alleen de technisch uitvoering. Is toegevoegd onder 2.2.	
13.	2.3.2	6	Toevoegen dat de werkzaamheden alleen bij daglicht worden uitgevoerd (belangrijk SOM-punt).	Is opgenomen.	
14.	2.3.2	6	Laatste zin: o0ok moet zijn ook.	Is gewijzigd.	
15.	3	7	In tabel 'alle aanwezigen' veranderen in 'alle belanghebbenden'.	Is gewijzigd.	
16.	3.2	8	Vermelden wie het afstemmen met de omgeving regelt (Opdrachtnemer / Opdrachtgever)	Is opgenomen. Opdrachtnemer stemt af met de omgeving.	
17.	4	9	Toevoegen 'Het cultuurtechnisch achterlaten van het terrein conform afspraken met rentmeester'.	Is opgenomen onder bullit 4 onder punt 4.	
18.	4.2	10	Is er onderzoek gedaan naar de grondgesteldheid in het gebied en of dit resulteert in het leggen van rijplaten. Het kan een aanzienlijk kostenrisico met zich meebrengen als later blijkt dat rijplaten nodig zijn.	Het gebied is bekeken en de risico's zijn bekend.	
19.	4.5	10	Tevens een KLIC-melding uitvoeren t.b.v. het verwijderen van de fundaties.	Is toegevoegd onder 9.7	
20.	5.2	11	Toevoegen PBM voor het klimmen in de masten.	Is opgenomen onder bullit 6, inclusief valbeveiliging Latchways)	
21.	7.2	14	Bij de inzet van transportwerktuig rekening houden met de afspraken met de landeigenaar.	Is opgenomen onder 7.2 (2^{e} regel)	
22.	7.3	15	Laatste alinea verwijderen, deze heeft betrekking tot geleidermontage in Wintrack-masten.	Is verwijderd.	

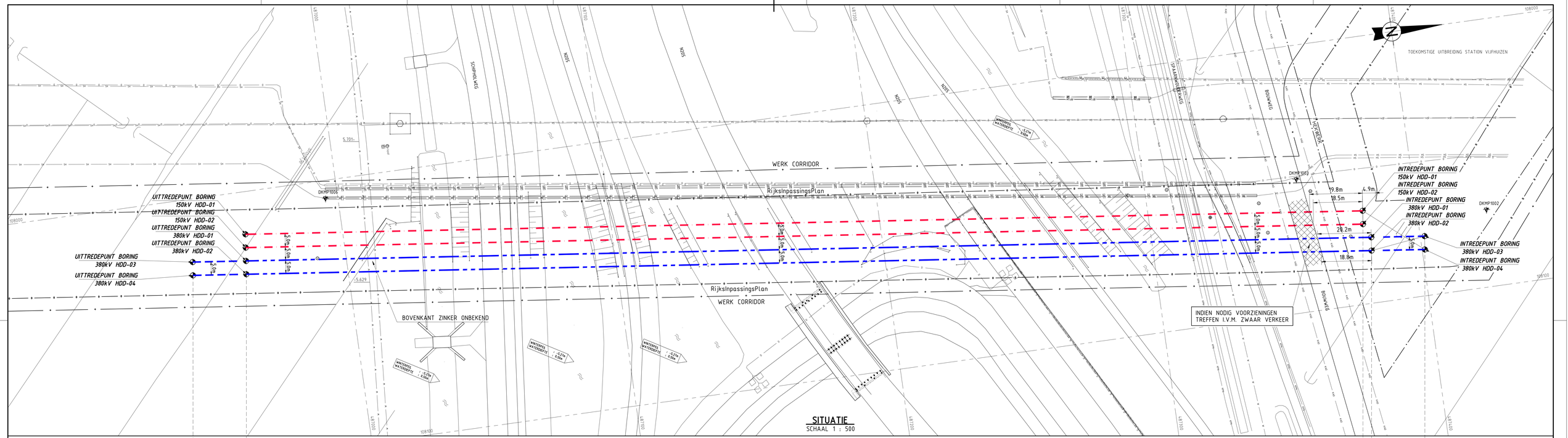
Nr.	Hoofd stuk	Bladnr.	Commentaar	Ondernomen actie door auteur	Reviewer eens met actie?
23.	8.3	16	Is er een VNB-nodig?	Nee, is opgenomen onder 2.2. Voorafgaand aan de werkzaamheden wordt de lijn definitief uit bedrijf genomen en losgekoppeld. De lijn wordt niet meer in bedrijf genomen.	
24.	8.4	16	Bij inzet van bijvoorbeeld een hoogwerker moet ook geborgd worden dat deze niet kan vallen.	Borging hiervan is toegevoegd onder punt 7.3 Hoogwerkers worden bediend door gediplomeerde/gecertificeerde machinisten. Nadat de hoogwerkers is opgesteld/afgestempeld wordt een proefvlucht gemaakt.	
25.	9.1	21	Is er rekening mee gehouden dat de OPGW kan worden geamoveerd (Telecom)?	Ja, zie bestek Reddyn, vraagspecificatie amoveren Hmm-Vhz onder punt 3.1.2, laatste zin.	
26.	9.6	33	'geen restanten' beschrijven. (Bijvoorbeeld alle afvalresten en vervuilingen).	Is aangepast. Zodat er geen metaal- en verfdelen achterblijven.	
27.	9.7	33	Grond dient (conform overeenkomst met landeigenaar) cultuurtechnisch te worden hersteld met de heersende grondtypen en herstellen van bijvoorbeeld drainage, etc.	Is opgenomen onder 9.7	
28.		ALG	Beschrijven hoe de contacten met de veiligheidskundigen en bouwleiders van Tennet worden geregeld en hoe ze worden betrokken bij het project.	Dit is opgenomen in het algemene veiligheidsplan (HSSE-plan met ref VIR-0.000.154)	
29.	Bijlage 3	1-3	Moet de risicoklasse bij spoor- en rijkswegkruisingen niet 5 zijn?	Spoor- en rijkswegkruisingen kunnen in beide Risicoklasse worden ingedeeld. Dit is afhankelijk van de situatie ter plaatse.	

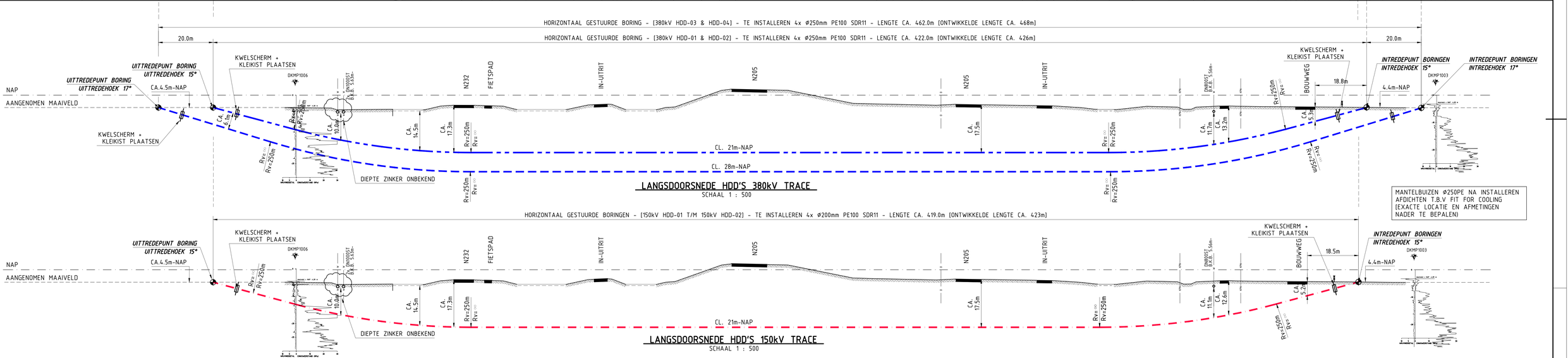
Inhoudsopgave

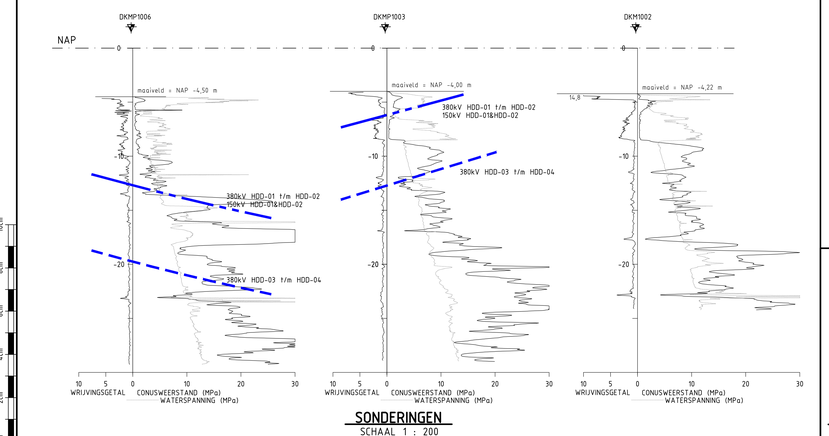
Bijlage 6	Algemeen plan HDD's onder de N205 VI R-0.000.501
Bijlage 7	Berekeningen X-01 HDD kruising provinciale weg N205 t.h.v. Vijfhuizen VIR-0.000.516
Bijlage 8	Werkmethode HDD TP13141-K-X-01 N205 VIR-0.000.527

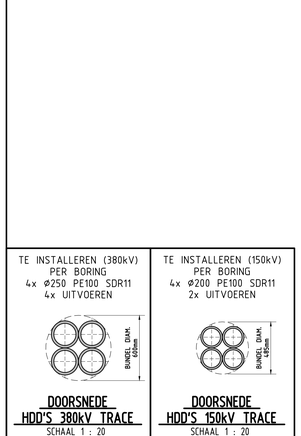
Bijlage 6

Algemeen plan HDD's onder de N205









OPMERKINGEN.
-SITUATIE ONTVANGEN VAN OPDRACHTGEVER
-BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN INGETEKEND A.D.H.V. KLIC GEGEVENS
-LENGTEPROFIEL AFKOMSTIG UIT METING V&SHANAB
-GRONDONDERZOEK AFKOMSTIG VAN FUGRO RAPPORT (OPDR.NR.1010-0117-003)
-DIEPTE LIGGING WRK LEIDINGEN AFKOMSTIG VAN WRK TEKENING – BLAD 502 EN TOEGEVOEGDE RD COORDINATEN
-DIEPTE WATERGANGEN GENOMEN VAN LEGGER HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND.
-FUNDERING VIADUCT N205 AFKOMSTIG UIT PROV. NOORD HOLLAND TEKENING 68065 D.D. 5-7-00

-EXACTE LIGGING BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN VOOR AANVANG WERKZAAMHEDEN NADER TE BEPALEN EN INDIEN NODIG TIJDELIJK OMLEGGEN OF BOORPROFIEL HIEROP AAN TE PASSEN.

COORDINATENLIJST OP BASIS VAN RD		
PUNT OMSCHRIJVING	X	Y
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	108075.42	487381.74
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	108025.86	486962.66
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	108080.39	487381.15
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	108030.83	486962.07
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	108077.77	487401.60
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	108023.52	486942.80
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	108082.73	487401.02
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	108028.48	486942.21
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	108065.14	487379.94
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	108015.93	486963.83
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	108070.10	487379.35
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	108020.90	486963.25

Wijz.	Datum	Omschrijving	Get.	Gez.
2.0	15-11-13	OPMERKINGEN RFA/RFC VERWERKT	SMA	JRH
1.0	02-08-13	DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH
0.1	17-07-13	CONCEPT DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH

VolkerInfra Randstad 380

TenneT Taking power further

Volker Stoel en Funderingen bv
Quarantijnweg 10
3089 KP Rotterdam
Postbus 54548
3008 KA Rotterdam
Telefoon 010-2992288
Telefax 010-2992277
Handelsreg. Rotterdam 24229578

OPDRACHTGEVER : TENNET

PROJECT : RANDSTAD NOORD 380kV & 150kV

BENAMING : ALGEMEEN PLAN 380kV & 150kV TRACE HDD'S ONDER N205

Bijz. :	-
Schaal :	1 : 500
Datum :	17-07-13
Get. :	SMA
Gez. :	JRH
Formaat :	A0

Tekening Nr. : VIR-0.000.501 — Wijz. : 2.0

Referentie Nr. : TP13141-K-X-01

Bijlage 7

Berekeningen X-01 HDD kruising provinciale weg N205 t.h.v. Vijfhuizen

Berekeningen X-01 HDD kruising Provinciale weg N205 t.h.v. Vijfhuizen

Civiele Werkzaamheden R380 Noordring Perceel 1: Vijfhuizen – Zuidelijke Ringvaart

Documentnummer:	:	VIR-0.000.516
Referentienummer:	:	TP13141-doc-01
Documentstatus:	:	Definitief
Datum:	:	15-11-2013
Versie:	:	2.0

Opdrachtgever:

Opdrachtnemer:

	Naam	Functie	Paraaf	Datum
Opsteller	M. Huurman	Civil Engineer		15-11-2013
Gecontroleerd	J. Hermus	Groepsleider Civiel		15-11-2013
Gecontroleerd	M. Molema	Disciplineleider		15-11-2013
Geautoriseerd / Vrijgave	M. Roohé	Projectmanager		

DOCUMENT HISTORIE

Revisie	Omschrijving/Belangrijkste wijzigingen	Datum
0.1	Concept definitief ontwerp	17-07-2013
1.0	Definitief Ontwerp	02-08-2013
2.0	Opmerkingen RFA/ RFC	15-11-2013

Inhoud

1. Inleiding 4

2. Uitgangspunten 5

2.1 Algemeen 5
2.2 Berekening muddrukken tijdens het boren 5
2.3 Berekening trekkracht tijdens het installeren van de buis 5
2.4 Berekening sterkte van de mantelbuizen in de gebruiksfase 5
2.5 Kwelproblematiek 6
2.5.1 Kwel tijdens de uitvoering van de boring 6
2.5.2 Kwel tijdens het maken dan de aansluiting 6
2.5.3 Kwel op lange termijn 6

3. Conclusies 7

3.1 Muddrukken tijdens boren 7
3.2 Sterkte tijdens installeren 8
3.2.1 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 380kV tijdens installeren 8
3.2.2 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 150kV tijdens installeren 8
3.3 Sterkte mantelbuizen tijdens gebruik 9
3.3.1 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 380kV tijdens gebruik 9
3.3.2 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 150kV tijdens gebruik 9

4. Bijlagen 10

4.1 Tekening VIR-0.000501, Referentienr. TP13141-K-X-01 10
4.2 Muddrukberekening 11
4.3 Trekkrachten berekening 12
4.4 Sterkteberekening mantelbuizen in de gebruiksfase 13
4.5 Grondonderzoek 14

1. Inleiding

In de Randstad wordt de komende jaren een sterke toename verwacht in de vraag naar electriciteit. Om de elektriciteitsvoorziening in de toekomst veilig te stellen wordt er door TenneT een nieuwe 380kV hoogspanningsverbinding tussen Beverwijk – Vijfhuizen – Bleiswijk – Wateringen gerealiseerd. Dit project wordt Randstad380kV genoemd.

Project Randstad380 Noordring is de tweede fase van het project en bestaat uit een hoogspanningsverbinding van Beverwijk via Vijfhuizen naar Bleiswijk.

Naast de aanleg van een 380kV hoogspanningsverbinding wordt er ook een 150kV hoogspanningsverbinding gerealiseerd. In verband met de aanleg van beide hoogspanningsverbindingen moet de N205 ter hoogte van Vijfhuizen gekruist worden. Deze kruising wordt uitgevoerd door middel van een aantal horizontaal gestuurde boringen. In de boringen worden de volgende mantelbuizen geïnstalleerd:

380kV :
- HDD 01 4x Ø250 PE100 SDR11
- HDD 02 4x Ø250 PE100 SDR11
- HDD 03 4x Ø250 PE100 SDR11
- HDD 04 4x Ø250 PE100 SDR11

150kV :
- HDD 01 4x Ø200 PE100 SDR11
- HDD 02 4x Ø200 PE100 SDR11

In dit rapport worden de voor de boringen benodigde berekeningen uitgevoerd.

Hiertoe worden de volgende aspecten bekeken:

- De bij het boren te verwachten muddrukken en de maximaal toelaatbare muddrukken.
- De benodigde trekkracht voor het intrekken van de mantelbuizen en de hierbij optredende spanningen in de buizen.
- De sterkte van de mantelbuizen in de gebruiksfase.
- Mogelijke kwelproblematiek.

Bovenstaande berekeningen worden uitgevoerd met spreadsheet-programma's.

Uitgangspunten van deze berekeningen zijn de normen:

- NEN 3650-1:2012, Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1 algemeen
- NEN 3650-3:2012 ontwerp, Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 3 Kunststoffen
- NEN 3651:2012, Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken.

Grondonderzoek:

- Gegevens grondonderzoek afkomstig van Fugro, opdrachtnr. 1010-0117-003 Bijlage 4.5

Bijbehorende tekeningen:

- Algemeen plantekening op A4 formaat Bijlage 4.1

2. Uitgangspunten

2.1 Algemeen

De belangrijkste ontwerpgegevens van de mantelbuizen, die gelden voor de boringen:

Kenmerk	**380kV** HDD 1 t/m 4	**150kV** HDD 1 en 2
Materiaal	PE	PE
Kwaliteit	PE100	PE100
Treksterkte	10 N/mm^2	10 N/mm^2
Aantal buizen	4	4
Diameter	250 mm	200 mm
Wanddikte	22.7 mm (SDR 11)	18.2 mm (SDR 11)

2.2 Berekening muddrukken tijdens het boren

Voor het afvoeren van de afgeboorde grond is in het boorgat een minimale muddruk nodig. Tevens mag de druk in het boorgat niet groter worden dan de maximaal toelaatbare muddruk. Bij overschrijding van deze druk bestaat het gevaar voor bezwijken van de grond en uitstromen van boorvloeistof aan het maaiveld. Voor de muddrukberekening worden de minst diepe boringen (380kV HDD 1 en 2) als maatgevend beschouwd.
De maximaal toelaatbare muddruk en de minimaal benodigde muddrukken zijn berekend in Bijlage 4.2. De resultaten worden in hoofdstuk 3 gepresenteerd.

2.3 Berekening trekkracht tijdens het installeren van de buis

Voor de berekening van de trekkracht die benodigd is om de mantelbuis in het boorgat in te trekken worden de wrijvingcoëfficiënten volgens de NEN gehanteerd. Tevens worden de hierdoor in de buis optredende spanningen zowel in het boorgat als op de rollenbaan berekend. Voor de boringen ten behoeve van 380kV worden de langste en diepste boringen (380kV HDD 3 en 4) als maatgevend beschouwd. De trekkrachten van de boringen ten behoeve van 150kV (150kV HDD 1 en 2) worden apart berekend.
De volledige uitvoer van deze berekening is bijgevoegd in Bijlage 4.3. In hoofdstuk 3 worden de berekende waarden gepresenteerd.

2.4 Berekening sterkte van de mantelbuizen in de gebruiksfase

Voor de sterkte van de mantelbuizen worden voor een aantal locaties doorsnedeberekeningen gemaakt. De volgende doorsneden worden beschouwd:

380kV:
- Punt met de grootste dekking (ca. 30m-maaiveld), hierbij wordt met gereduceerde gronddruk gerekend.
- Diepte van 8xD_{gat}, hierbij wordt met neutrale gronddruk gerekend.

150kV:
- Punt met de grootste dekking (ca. 23m-maaiveld), hierbij wordt met gereduceerde gronddruk gerekend.
- Diepte van 8xD_{gat}, hierbij wordt met neutrale gronddruk gerekend.

De volledige uitvoer van deze berekening is bijgevoegd in Bijlage 4.4. In hoofdstuk 3 worden de berekende waarden gepresenteerd.

2.5 Kwelproblematiek

In het kader van de kwelproblematiek worden de hieronder vermelde situaties bekeken.

- Tijdens de uitvoering van de boring
- Tijdens het maken van de aansluiting
- Op lange termijn

2.5.1 Kwel tijdens de uitvoering van de boring

De intredepunten van de boringen hebben een maaiveldhoogte van 4.4m-N.A.P. De uittredepunten van de boringen hebben een maaiveldhoogte van 4.5m-N.A.P. Het hart van de maatgevende boringen (380kV HDD 3 en 4) ligt op het diepste punt op 28m-N.A.P.

Het eerste watervoerende zandpakket ligt op een diepte van ca. 9m-N.A.P. en wordt aangeboord.

Volgens de door de opdrachtgever verstrekte informatie bedraagt de gemiddelde stijghoogte van het spanningswater in het eerste watervoerende pakket ca. 4.1m-N.A.P.

De stijghoogte van het spanningswater is hoger dan het maaiveld niveau.
Op het grensvlak werkt een opwaartse waterdruk van (4.1 - 9) x 10 kN/m^3 = 49 kN/m^2
De bentonietkolom oefent bij een bentoniet gewicht van 12 kN/m^3 een neerwaartse kracht uit van
(4.5 - 9) x 12 kN/m^3 = 54 kN/m^2
De neerwaartse druk van de bentonietkolom is groter dan de opwaartse waterdruk, er is hiermee geen gevaar voor kwel tijdens de uitvoering van de boringen.

Muduitbraken ter plaatse van de watergangen zijn volgens de berekeningen niet te verwachten (zie hoofdstuk 3 of bijlage 4.2). Kwel vanuit het watervoerende zandpakket naar de watergangen is hierdoor niet te verwachten.

2.5.2 Kwel tijdens het maken dan de aansluiting

Ten tijde van het maken van de aansluitingen moet tijdelijk een ontgraving van ca. 3m-maaiveld worden gemaakt, waarbij een kwelscherm met kleikist dient te worden aangebracht.

Op het grensvlak werkt een opwaartse waterdruk van (4.1 - 9) x 10 kN/m^3 = 49 kN/m^2
De bentonietkolom oefent bij een bentoniet gewicht van 12 kN/m^3 een neerwaartse kracht uit van
(7.5 - 9) x 12 kN/m^3 = 18 kN/m^2
Hoewel het gebruik van zwaardere bentoniet een oplossing zou kunnen zijn, kan hier ook met verzwaarde bentoniet geen evenwicht worden bereikt.

Tijdens het maken van de aansluitingen dient daarom kortdurend spanningsbemaling te worden toegepast.

2.5.3 Kwel op lange termijn

Zowel aan de intrede- als aan de uittredezijde dienen kwelschermen in kleikisten geplaatst te worden om de kwel op lange termijn te voorkomen.

3. Conclusies

3.1 Muddrukken tijdens boren

Overzicht minimum en maximum muddrukken tijdens boren:

Locatie		Afstand tot intredepunt	Minimaal benodigde muddruk (Bijlage 4.2)	Maximaal toelaatbare muddruk (Bijlage 4.2)
IN	Intredepunt	0 m		
A		58 m	180 kN/m²	389 kN/m²
B		95 m	222 kN/m²	478 kN/m²
C		123 m	229 kN/m²	570 kN/m²
D		146 m	235 kN/m²	580 kN/m²
E		180 m	243 kN/m²	560 kN/m²
F		213 m	251 kN/m²	676 kN/m²
G		234 m	257 kN/m²	680 kN/m²
H		254 m	262 kN/m²	529 kN/m²
I		280 m	268 kN/m²	555 kN/m²
J		302 m	274 kN/m²	497 kN/m²
K		330 m	281 kN/m²	547 kN/m²
L		352 m	272 kN/m²	414 kN/m²
M		387 m	209 kN/m²	229 kN/m²
UIT	Uittredepunt	422 m		

De maximaal toelaatbare muddruk wordt nergens overschreden. Tijdens het boren van de eindfase van de pilot kunnen (na doorsnede M) muduitbraken voorkomen. Tijdens de uitvoering dient hier rekening mee gehouden te worden door in de eindfase van de pilotboring zo weinig mogelijk bentoniet te verpompen met een zo laag mogelijke druk.

3.2 Sterkte tijdens installeren

3.2.1 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 380kV tijdens installeren

Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuis tijdens installatie:

380kV HDD 3 en 4	Smax (Bijlage 4.3)	max % <100%	
Spanning in boorgat	7,2 N/mm²	72 %	
Spanning tijdens intrekken	5,9 N/mm²	59 %	
Trekkracht			454 kN

De mantelbuizen worden leeg in het boorgat getrokken. Hiervoor wordt een trekkracht van maximaal 45 ton verwacht.

Vanwege implosiegevaar alle mantelbuizen van de boringen (380kV HDD 1 t/m 4) direct na intrekken vullen met water.

3.2.2 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 150kV tijdens installeren

Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuis tijdens installatie:

150kV HDD 1 en 2	Smax (Bijlage 4.3)	max % <100%	
Spanning in boorgat	6,8 N/mm²	68 %	
Spanning tijdens intrekken	5,5 N/mm²	55 %	
Trekkracht			275 kN

De mantelbuizen worden leeg in het boorgat getrokken. Hiervoor wordt een trekkracht van maximaal 27 ton verwacht.

Vanwege implosiegevaar alle mantelbuizen van de boringen (150kV HDD 1 en 2) direct na intrekken vullen met water.

3.3 Sterkte mantelbuizen tijdens gebruik

3.3.1 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 380kV tijdens gebruik

Overzicht van de berekende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met de grootste dekking:

Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	0,8 N/mm²	10 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		0,9 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,72 m	waterkolom

Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met een diepte van 8xD_{gat}:

Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	2,3 N/mm²	29 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		2,4 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,72 m	waterkolom

Uit de bovenstaande resultaten volgt dat de voorgestelde buis tijdens de gebruiksfase voldoet aan de in de normen gestelde eisen.

3.3.2 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 150kV tijdens gebruik

Overzicht van de berekende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met de grootste dekking:

Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	0,7 N/mm²	9 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		0,8 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,89 m	waterkolom

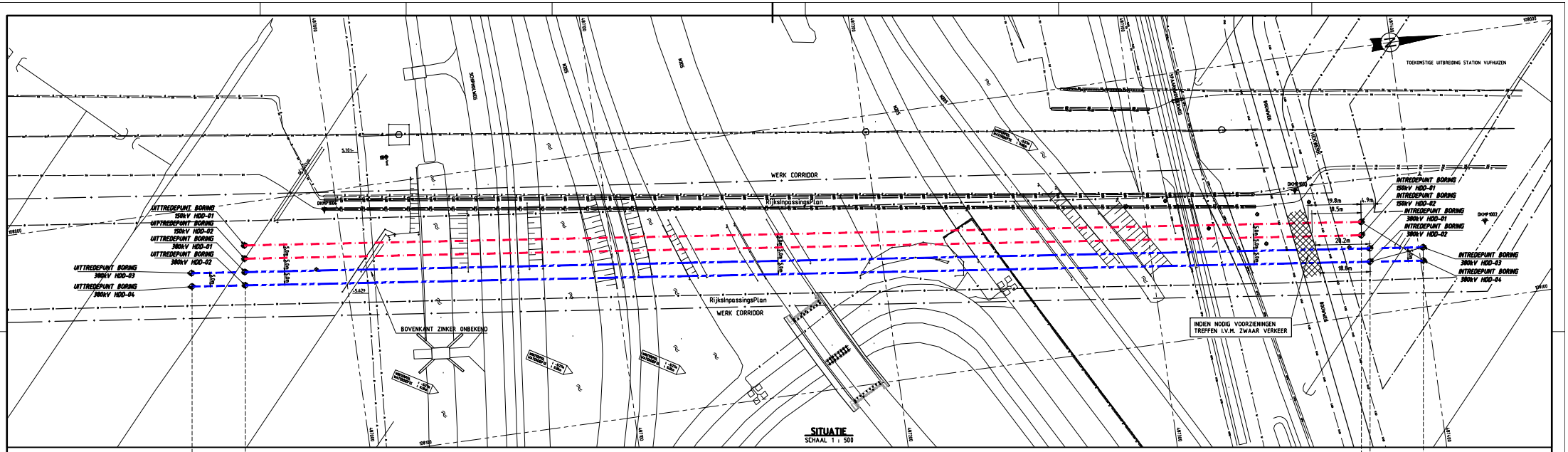
Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met een diepte van 8xD_{gat}:

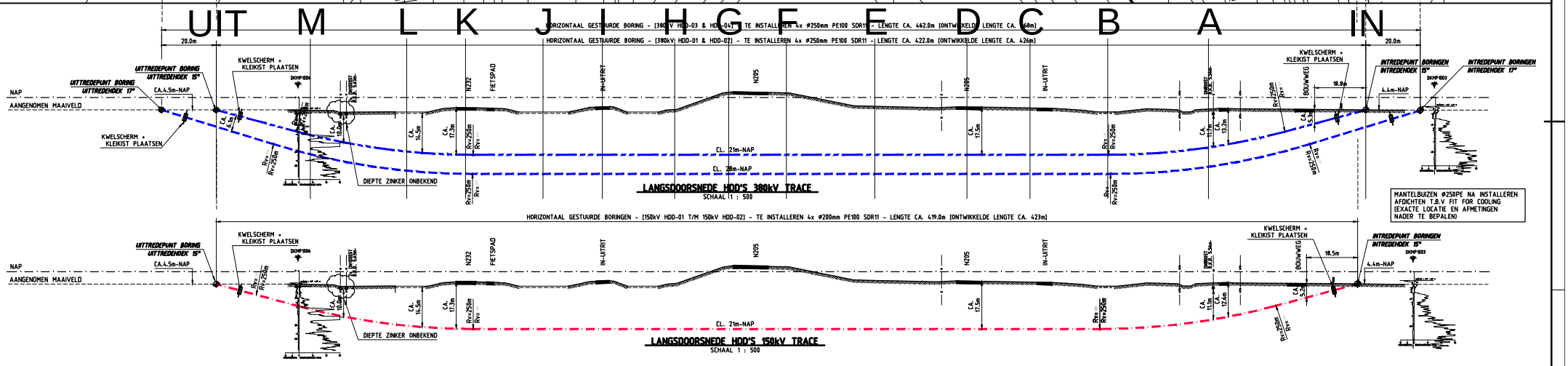
Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	2,0 N/mm²	25 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		2,1 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,89 m	waterkolom

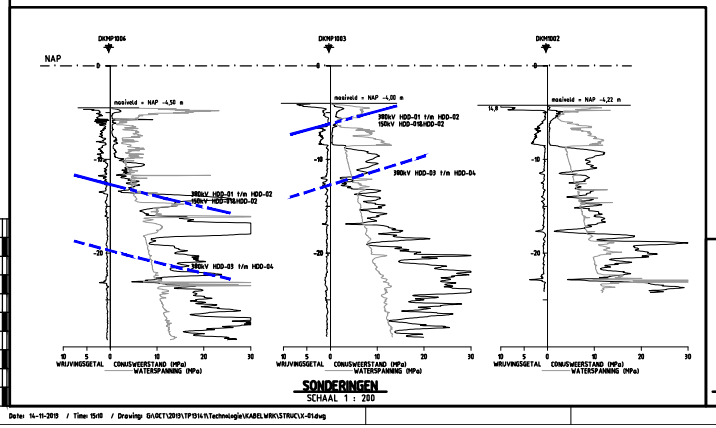
Uit de bovenstaande resultaten volgt dat de voorgestelde buis tijdens de gebruiksfase voldoet aan de in de normen gestelde eisen.

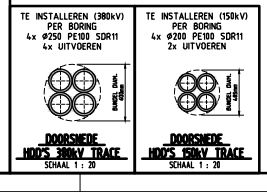
4. Bijlagen

4.1 Tekening VIR-0.000501, Referentienr. TP13141-K-X-01









OPMERKINGEN
-SITUATIE ONTVANGEN VAN OPDRACHTGEVER.
-BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN INGETEKEND A.D.H.V. KLIC GEGEVENS
-LENGTEPROFIEL AFKOMSTIG UIT METING VBSHANAS
-GRONDONDERZOEK AFKOMSTIG VAN FUGRO RAPPORT (OPDR.NR.9310-0117-003)
-DIEPTE LIGGING MRK LEIDINGEN AFKOMSTIG VAN MRK TEKENING - BLAD 502 EN TOEGEVOEGDE RD COORDINATEN
-DIEPTE WATERGANGEN GENOMEN VAN LEGGER HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND.
-FUNDERING VIADUCT N205 AFKOMSTIG UIT PROV. NOORD HOLLAND TEKENING 48065 D.D. 5-7-80

-EXACTE LIGGING BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN VOOR AANVANG WERKZAAMHEDEN NADER TE BEPALEN EN INDIEN NODIG TUDELIJK OMLEGGEN OF BOORPROFIEL HIEROP AAN TE PASSEN.

COORDINATENLIJST OP BASIS VAN RD		
PUNT OMSCHRIJVING	X	Y
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	108075.42	487381.74
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	108025.86	486962.66
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	108080.39	487381.15
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	108030.83	486962.07
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	108077.77	487401.60
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	108023.52	486942.80
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	108082.73	487401.02
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	108028.48	486942.21
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	108065.14	487379.94
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	108015.93	486963.83
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	108070.10	487379.35
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	108020.90	486963.25

2.0	15-11-13	OPMERKINGEN RFA/RFC VERWERKT	SMA JRH
1.0	02-08-13	DEFINITIEF ONTWERP	SMA JRH
0.1	17-07-13	CONCEPT DEFINITIEF ONTWERP	SMA JRH
Wijz.	Datum	Omschrijving	Get. Goz.

VolkerInfra Randstad 380 | TenneT Taking power further

Volker Staal en Funderingen bv
Dijkmanweg 10
2031 KP Haarlem
Postbus 4049
3006 XA Rotterdam
Telefoon 010-2992288
Telefax 010-2992277
Handelsreg. Rotterdam 24023670

OPDRACHTGEVER : TENNET

PROJECT : RANDSTAD NOORD 380kV & 150kV

TEKENING : ALGEMEEN PLAN 380kV & 150kV TRACE HDD'S ONDER N205

Wijz. : -
Schaal : 1 : 500
Datum : 17-07-13
Get. : SMA
Ger. : JRH
Formaat : A0

Tekening Nr. : VIR-0.000.501
Referentie Nr. : TP13141-K-X-01
WIJZ. : 2.0

Datei: 14-11-2013 / Time: 15:18 / Drawing: BAOCT\2013\TP3114\Technisch\KABELWRK\STRUC\X-01.dwg

4.2 Muddrukberekening

Muddrukken bij horizontaal gestuurde boring volgens NEN3650-1:2012 E.2

rev. 33, 25-10-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad 380kV Noordring**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-01 380kV HDD1 en 2 kruising N205 t.h.v. Vijfhuizen**
Berekend door	**EHO**

Te installeren buis of bundel			
Uitwendige diameter buis/bundel	d	**600**	mm

Boorstelling			
Type boorstelling		**100**	ton
Uitwendige diameter pilotbuis	d-uitw.	127	mm
Inwendige diameter pilotbuis	d-inw.	109	mm

Boorvloeistof			
Volumegewicht boorvloeistof	v_{bo}	**10,50**	kN/m^3
Volumegewicht grond / boorvloeistof mengsel	v_b	**12,00**	kN/m^3
Schijnbare viscositeit	visc	**100**	MarshFunnelseconden
Yieldpoint boorvloeistof	y_b	**0,01**	kN/m^2
Viscositeit	eta	0,11	Pas
Boorbuizen			
Lengte boorbuis	L	6	m
Lengte koppeling	L-kopp	0,5	m
Inwendige diameter koppeling	d-kop	89	mm
Nik. Ruwheid	k	1	mm

SAMENVATTING INVOER/RESULTATEN

Lokatie	Omschrijving	Afstand tot intredepunt	Diepte cl t.o.v ref. lijn [m]	Pmin* in pilot gat	Pmax* toelaatbaar in gat tijdens ruimen
IN	Intredepunt	**0,0**	**0,0** m	-	0 kN/m2
A		**57,7**	**-13,8** m	180	389 kN/m2
B		**94,7**	**-16,5** m	222	478 kN/m2
C		**123,2**	**-16,5** m	229	570 kN/m2
D		**146,4**	**-16,5** m	235	580 kN/m2
E		**180,2**	**-16,5** m	243	560 kN/m2
F		**212,7**	**-16,5** m	251	676 kN/m2
G		**233,9**	**-16,5** m	257	680 kN/m2
H		**253,7**	**-16,5** m	262	529 kN/m2
I		**280,3**	**-16,5** m	268	555 kN/m2
J		**302,0**	**-16,5** m	274	497 kN/m2
K		**330,4**	**-16,5** m	281	547 kN/m2
L		**352,1**	**-15,3** m	272	414 kN/m2
M		**387,4**	**-9,3** m	209	229 kN/m2
UIT	Uittredepunt	**422,0**	**-0,1** m	-	0 kN/m2
				Pmin benodigd bij max. mud debiet	

noot *: Pmin in pilot gat vergelijken met Pmax tijdens ruimen is de meest ongunstige benadering

Berekening van de maximaal toelaatbare boorvloeistofdrukken P'max volgens NEN 3650-1:2003 bijlage E.2

INVOER/UITVOER

Lokatie	IN	A	B	C	D	
Grondsoort (zand / klei)	-	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	
Gronddekking	-	**14,1**	**14,7**	**17,2**	**17,6**	m
Diepte water onder mv (+)	-	**1,6**	**-0,5**	**2**	**2,3**	m
Hoek inwendige wrijving	-	**27,5**	**30**	**32,5**	**32,5**	gr
Volumegewicht nat	-	**18**	**19**	**20**	**20**	kN/m3
Volumegewicht droog	-	**16**	**17**	**18**	**18**	kN/m3
Cohesie	-	**0**	**0**	**0**	**0**	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	-	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	
CPT Conusweerstand: qc	-	**5**	**8**	**8**	**8**	MPa
Rpmax	-	0,45	0,53	0,44	0,43	m
Elasticiteitsmodulus	-	9500	15200	15200	15200	kN/m2
P'max in gat		389	478	570	580	kN/m2

Location	E	F	G	H	I	
Grondsoort (zand / klei)	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	
Gronddekking	**17,8**	**22,8**	**23**	**16,6**	**17,6**	m
Diepte water onder mv (+)	**2,5**	**7,5**	**7,7**	**1,4**	**2,4**	m
Hoek inwendige wrijving	**32,5**	**32,5**	**32,5**	**32,5**	**32,5**	gr
Volumegewicht nat	**19**	**19**	**19**	**19**	**19**	kN/m3
Volumegewicht droog	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	kN/m3
Cohesie	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	
CPT Conusweerstand: qc	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	MPa
Rpmax	0,45	0,37	0,37	0,47	0,45	m
Elasticiteitsmodulus	15200	15200	15200	15200	15200	kN/m2
P'max in gat	560	676	680	529	555	kN/m2

Location	J	K	L	M	UIT	
Grondsoort (zand / klei)	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	-	
Gronddekking	**15,2**	**17,3**	**14**	**9,2**	-	m
Diepte water onder mv (+)	**-0,5**	**2,1**	**-0,5**	**1,1**	-	m
Hoek inwendige wrijving	**32,5**	**32,5**	**30**	**27,5**	-	gr
Volumegewicht nat	**19**	**19**	**19**	**18**	-	kN/m3
Volumegewicht droog	**17**	**17**	**17**	**16**	-	kN/m3
Cohesie	**0**	**0**	**0**	**0**	-	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	-	
CPT Conusweerstand: qc	**8**	**8**	**5**	**2**	-	MPa
Rpmax	0,51	0,46	0,43	0,35	-	m
Elasticiteitsmodulus	15200	15200	9500	3800	-	kN/m2
P'max in gat	497	547	414	229		kN/m2

4.3 Trekkrachten berekening

Voor de berekening van de trekkracht die benodigd is om de leiding in het boorgat in te trekken worden de wrijvingcoëfficiënten volgens de NEN 3650-1:2012 gehanteerd. Tevens worden de hierdoor in de leiding optredende spanningen zowel in het boorgat als op de rollenbaan berekend.

Trekkrachtenberekening van een HD boring volgens de NEN 3650-1:2012

rev 31, 22-08-2011

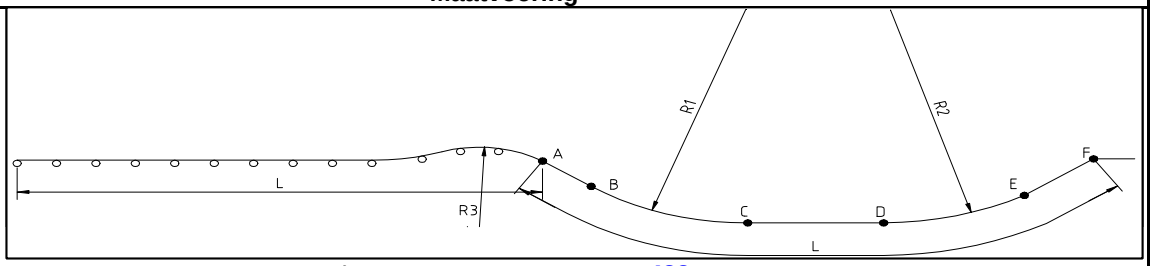
INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad 380kV Noordring**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-01 150kV HDD 1 en 2 kruising N205 t.h.v. Vijfhuizen**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens			
Uitwendige diameter	D_o	**200**	mm
Wanddikte	d	**18,2**	mm
Dikte externe coating	c-e	**0**	mm
Soortelijk gewicht externe coating	sg-e	**0**	kg/m^3
Dikte interne coating	c-i	**0**	mm
Soortelijk gewicht interne coating	sg-i	**0**	kg/m^3
API/DIN17172/EN10208/PE materiaal/ GY		**pe100**	
buizen met flexibele verbindingen		**nee**	
Elasticiteitsmodulus	E	1200	N/mm2
Soortelijk gewicht buis	sg	955	kg/m3

Maatvoering

Schets



Lengte boring	L	**423**	m		
Afstand	A-B	**31**	m		
Afstand	A-C	**96**	m	A-H1	**96** m
Afstand	A-D	**326**	m	A-H2	**326** m
Afstand	A-E	**391**	m		
Afstand	A-F	**423**	m		
Straal boor profiel	R_1	**250**	m	excl. 10% marge	
Horizontale straal boor profiel	R_{hor}	**0**			
Straal boor profiel	R_2	**250**	m	excl. 10% marge	
Straal rollenbaan	R_3	**50**	m		
Uittredehoek [pijp zijde]	α_u	**15**	graden	(bij punt A)	
Hellingshoek middenstuk	α_m	**0**	graden	(+ naar beneden ri. rig zijde)	
Horizontale hoek middenstuk	a_{hor}	**0**	graden		
Intredehoek [rig zijde]	α_i	**15**	graden	(bij punt F)	
Aantal buizen	aantal, n	**4**	buis/buizen	--	

Bundel gekoppeld		**nee**			
Buisvulling in boorgat	**leeg**			Buisvulling (water) ook op rolstellen	**nee**
Extra buisvulling in boorgat	**0,00** kN/m^1	per buis		Extra buisvulling ook op rolstellen	**nee**
Streng wordt uitgelegd op	**rollen > NEN3650**			Afstand tussen rolstellen	**10** m
Wrijvingscoefficienten volgens		**NEN3650:2012**			
Pipe Pusher capaciteit	**0**	kN		**nee**	
Invloed helling op wrijvingskrachten meenemen				**nee**	

SAMENVATTING RESULTATEN

Benodigde trekkracht vlgs de NEN	F trek buis	**275**	kN	27 ton
Sl max in boorgat	Sl	**6,8**	N/mm2	
Sl max tijdens intrekken	Sl	**5,5**	N/mm2	
		67,9	% S-toel	**Voldoet! <100 %**

BEREKENING

Uitgangspunten			
Belastingsfactor	f	1,1	
Onzekerheidsfactor op f1, f2 ,f3	j	1,8	
Wrijvingscoef. rollenbaan/maaiveld	f_1	0,1	
Schuifspanning leiding-boorvloeistof	f_2	0,00005	N/mm^2
Wrijvingscoef. leiding-boorwand	f_3	0,2	

Diverse gegevens							
Toelaatbare korteduur treksterkte	S-toel		10	N/mm^2			
Soortelijk gewicht bentoniet	sg		**1200**	kg/m^3			
Doorsnedeoppervlak	Abuis		10395	mm^2		per buis	
Weerstandsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^3			
Traagheidsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^4			
Weerstandmoment	W		433754	mm^3		per buis	
Traagheidsmoment	I		43375426	mm^4		per buis	
Weerstandmoment reken	W_{reken}		1735017	mm^3	voor:	4	buis/buiz
Traagheidsmoment reken	I_{reken}		173501703	mm^4	voor:	4	buis/buiz
gewicht buis x aantal (incl coat.)	g	omlaag	0,3971	kN/m1streng		"	
gewicht vull x aantal buizen	g vull	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
gewicht extra vull x aantal buizen	g extra	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
opdrijving x aantal buizen	g opw	omhoog	-1,5080	kN/m1streng		"	
g eff in gat = g-gopw	g eff	omhoog	-1,1109	kN/m1streng		"	
g eff op rolstellen	g eff	omlaag	0,3971	kN/m1streng		"	
λ = sqrt(sqrt(k_vxB/4/E/I))	λ		0,002244	mm^{-1}			
Beddingsconstante	k_v		**0,04**	N/mm^3		"	
Oplegbreedte van de bundel	B		528	mm			
Q_{r1} = 0.322xlamda2xExI/B/R_1	Q_{r1}		0,0028	N/mm^2		"	
Q_{rh} = 0.322xlamda2xExI/B/R_h	Q_{rh}		0,0000	N/mm^2		"	
Q_{r2} = 0.322xlamda2xExI/B/R_2	Q_{r2}		0,0028	N/mm^2		"	
Reductiefactor voor bundel = n x 1/n^0.3	b'		2,639	x Omtrek van een buis			

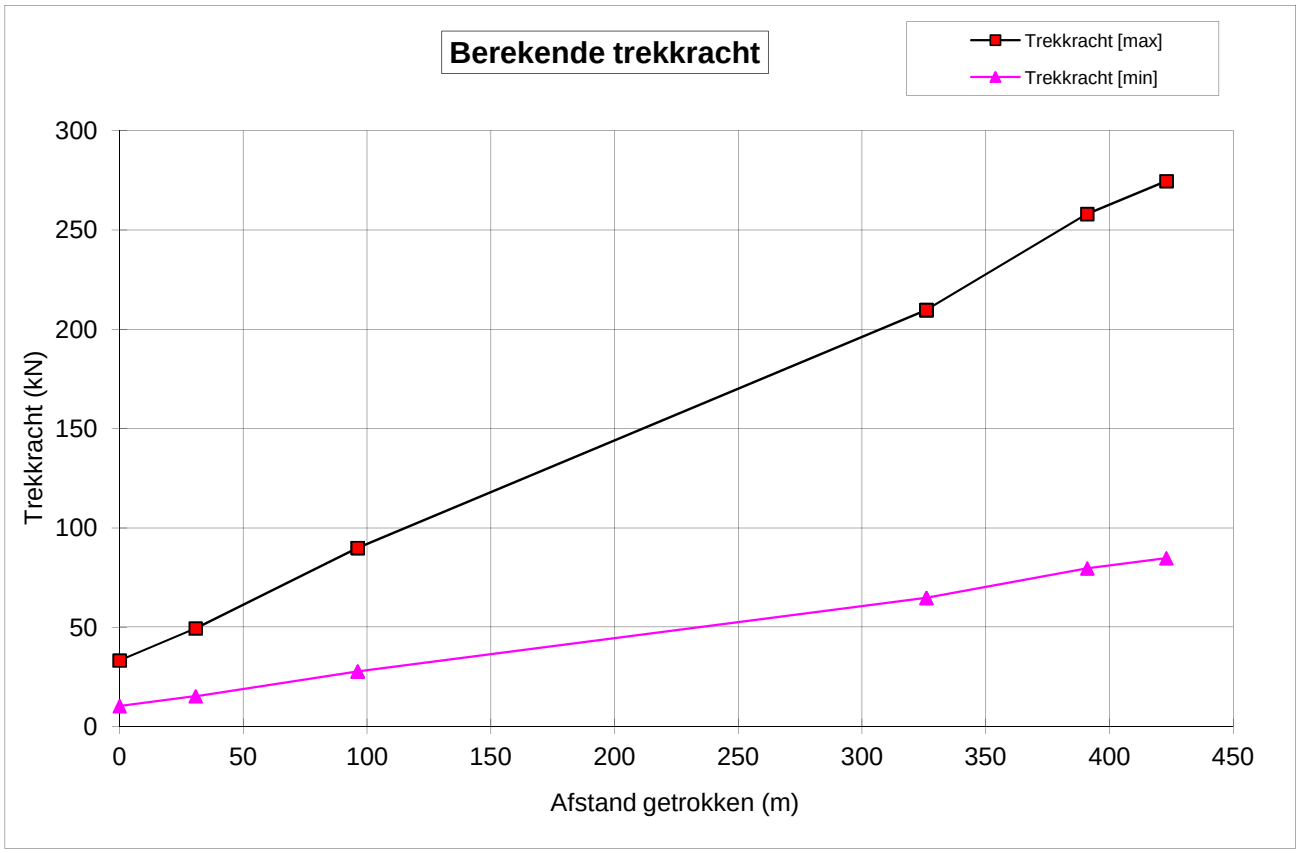
Trekkracht								
Punt	A	B	C	H1	H2	D	E	F
	Start/ rollen	Recht	Bocht		Midden		Bocht	Rig
L (m)	423	392	327	327	97	97	32	0
T_1 (kN)	18,48	17,14	14,27	14,27	4,24	4,24	1,40	0
L_2 (m)	0	31	66	0	230	0	65	32
T_2 (kN)	0	10,30	21,98	0,00	77,12	0,00	21,81	10,74
T_{3a} (kN)	0	0	0,92	0,00	0,00	0,00	0,92	0
T_{3b} (kN)	0	0	2,45	2,45	1,93	1,93	8,87	9
F x f (totale kracht, kN)	18	27	50	50	116	116	143	153
F_d = F x f x j (kN)	33	49	90	90	210	210	258	275

De te verwachten trekkracht ligt tussen 85 kN en 275 kN
De NEN adviseert de trekcapaciteit van de rig hoger te kiezen, namelijk 305 kN
De rigcapaciteit kan anders gekozen worden afhankelijk van lokale ervaring en grondgesteldheid

Spanningen in boorgat								
Totale spanning in boorgat								
Sl = Ftrek/A/aantal	0,8	1,2	2,2	2,2	5,0	5,0	6,2	6,6
Sl = f x (I / W) / R	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Sl tot	0,8	1,2	2,7	2,2	5,0	5,0	6,8	6,6

Spanningen op rollenbaan					
Totale spanning op rollenbaan, lege leiding, zonder extra vulling					
Sr kromming = f x E x (I / W) / R		Sr	2,6	N/mm2	
M buig = f x 1/12 x g/aantal x L^2		M	3,6	kNm	total
Sl = M buig /W + Sr +Ftrek/A/aantal		Sl	5,5	N/mm2	

GRAFIEK


Berekende trekkracht
Trekkracht [max]
Trekkracht [min]
Trekkracht (kN)
300
250
200
150
100
50
0
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
Afstand getrokken (m)

Trekkrachtenberekening van een HD boring volgens de NEN 3650-1:2012

rev 31, 22-08-2011

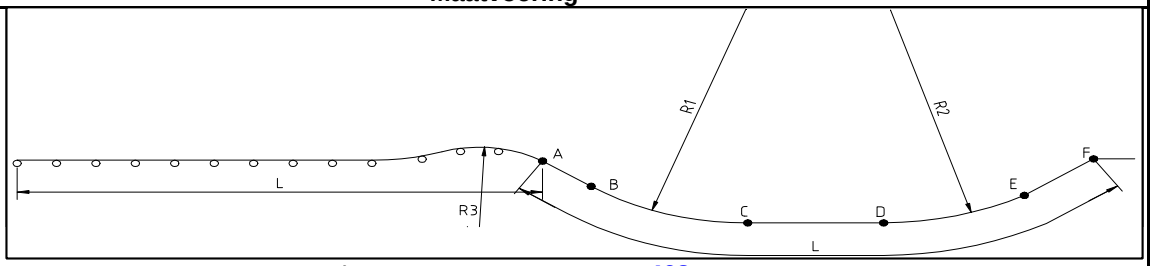
INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad 380kV Noordring**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-01 380kV HDD 3 en 4 kruising N205 t.h.v. Vijfhuizen**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens			
Uitwendige diameter	D_o	**250**	mm
Wanddikte	d	**22,7**	mm
Dikte externe coating	c-e	**0**	mm
Soortelijk gewicht externe coating	sg-e	**0**	kg/m^3
Dikte interne coating	c-i	**0**	mm
Soortelijk gewicht interne coating	sg-i	**0**	kg/m^3
API/DIN17172/EN10208/PE materiaal/ GY		**pe100**	
buizen met flexibele verbindingen		**nee**	
Elasticiteitsmodulus	E	1200	N/mm2
Soortelijk gewicht buis	sg	955	kg/m3

Maatvoering

Schets



Lengte boring	L	**468**	m		
Afstand	A-B	**43**	m		
Afstand	A-C	**117**	m	A-H1	**117** m
Afstand	A-D	**351**	m	A-H2	**351** m
Afstand	A-E	**425**	m		
Afstand	A-F	**468**	m		
Straal boor profiel	R_1	**250**	m	excl. 10% marge	
Horizontale straal boor profiel	R_{hor}	**0**			
Straal boor profiel	R_2	**250**	m	excl. 10% marge	
Straal rollenbaan	R_3	**50**	m		
Uittredehoek [pijp zijde]	α_u	**17**	graden	(bij punt A)	
Hellingshoek middenstuk	α_m	**0**	graden	(+ naar beneden ri. rig zijde)	
Horizontale hoek middenstuk	a_{hor}	**0**	graden		
Intredehoek [rig zijde]	α_i	**17**	graden	(bij punt F)	
Aantal buizen	aantal, n	**4**	buis/buizen	--	
Bundel gekoppeld		**nee**			
Buisvulling in boorgat	**leeg**			Buisvulling (water) ook op rolstellen	**nee**
Extra buisvulling in boorgat	**0,00** kN/m^1	per buis		Extra buisvulling ook op rolstellen	**nee**
Streng wordt uitgelegd op	**rollen > NEN3650**			Afstand tussen rolstellen	**10** m
Wrijvingscoefficienten volgens		**NEN3650:2012**			
Pipe Pusher capaciteit	**0**	kN		**nee**	
Invloed helling op wrijvingskrachten meenemen				**nee**	

SAMENVATTING RESULTATEN

Benodigde trekkracht vlgs de NEN	F trek buis	**454**	kN	45 ton
Sl max in boorgat	Sl	**7,2**	N/mm2	
Sl max tijdens intrekken	Sl	**5,9**	N/mm2	
		72,4	% S-toel	**Voldoet! <100 %**

BEREKENING

Uitgangspunten			
Belastingsfactor	f	1,1	
Onzekerheidsfactor op f1, f2 ,f3	j	1,8	
Wrijvingscoef. rollenbaan/maaiveld	f_1	0,1	
Schuifspanning leiding-boorvloeistof	f_2	0,00005	N/mm^2
Wrijvingscoef. leiding-boorwand	f_3	0,2	

Diverse gegevens							
Toelaatbare korteduur treksterkte	S-toel		10	N/mm^2			
Soortelijk gewicht bentoniet	sg		**1200**	kg/m^3			
Doorsnedeoppervlak	Abuis		16210	mm^2		per buis	
Weerstandsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^3			
Traagheidsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^4			
Weerstandmoment	W		845832	mm^3		per buis	
Traagheidsmoment	I		105728989	mm^4		per buis	
Weerstandmoment reken	W_{reken}		3383328	mm^3	voor:	4	buis/buiz
Traagheidsmoment reken	I_{reken}		422915957	mm^4	voor:	4	buis/buiz
gewicht buis x aantal (incl coat.)	g	omlaag	0,6192	kN/m1streng		"	
gewicht vull x aantal buizen	g vull	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
gewicht extra vull x aantal buizen	g extra	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
opdrijving x aantal buizen	g opw	omhoog	-2,3562	kN/m1streng		"	
g eff in gat = g-gopw	g eff	omhoog	-1,7370	kN/m1streng		"	
g eff op rolstellen	g eff	omlaag	0,6192	kN/m1streng		"	
λ = sqrt(sqrt(k_vxB/4/E/I))	λ		0,001899	mm^{-1}			
Beddingsconstante	k_v		**0,04**	N/mm^3		"	
Oplegbreedte van de bundel	B		660	mm			
Q_{r1} = 0.322xlamda2xExI/B/R_1	Q_{r1}		0,0040	N/mm^2		"	
Q_{rh} = 0.322xlamda2xExI/B/R_h	Q_{rh}		0,0000	N/mm^2		"	
Q_{r2} = 0.322xlamda2xExI/B/R_2	Q_{r2}		0,0040	N/mm^2		"	
Reductiefactor voor bundel = n x 1/n^0.3	b'		2,639	x Omtrek van een buis			

Trekkracht								
Punt	A	B	C	H1	H2	D	E	F
	Start/ rollen	Recht	Bocht		Midden		Bocht	Rig
L (m)	468	425	351	351	117	117	43	0
T_1 (kN)	31,88	28,95	23,90	23,90	7,97	7,97	2,93	0
L_2 (m)	0	43	74	0	234	0	74	43
T_2 (kN)	0	21,28	36,81	0,00	116,05	0,00	36,71	21,33
T_{3a} (kN)	0	0	1,91	0,00	0,00	0,00	1,91	0
T_{3b} (kN)	0	0	4,90	4,90	3,96	3,96	16,69	16
F x f (totale kracht, kN)	32	50	89	89	188	188	234	252
F_d = F x f x j (kN)	57	90	160	160	338	338	422	454

De te verwachten trekkracht ligt tussen 140 kN en 454 kN

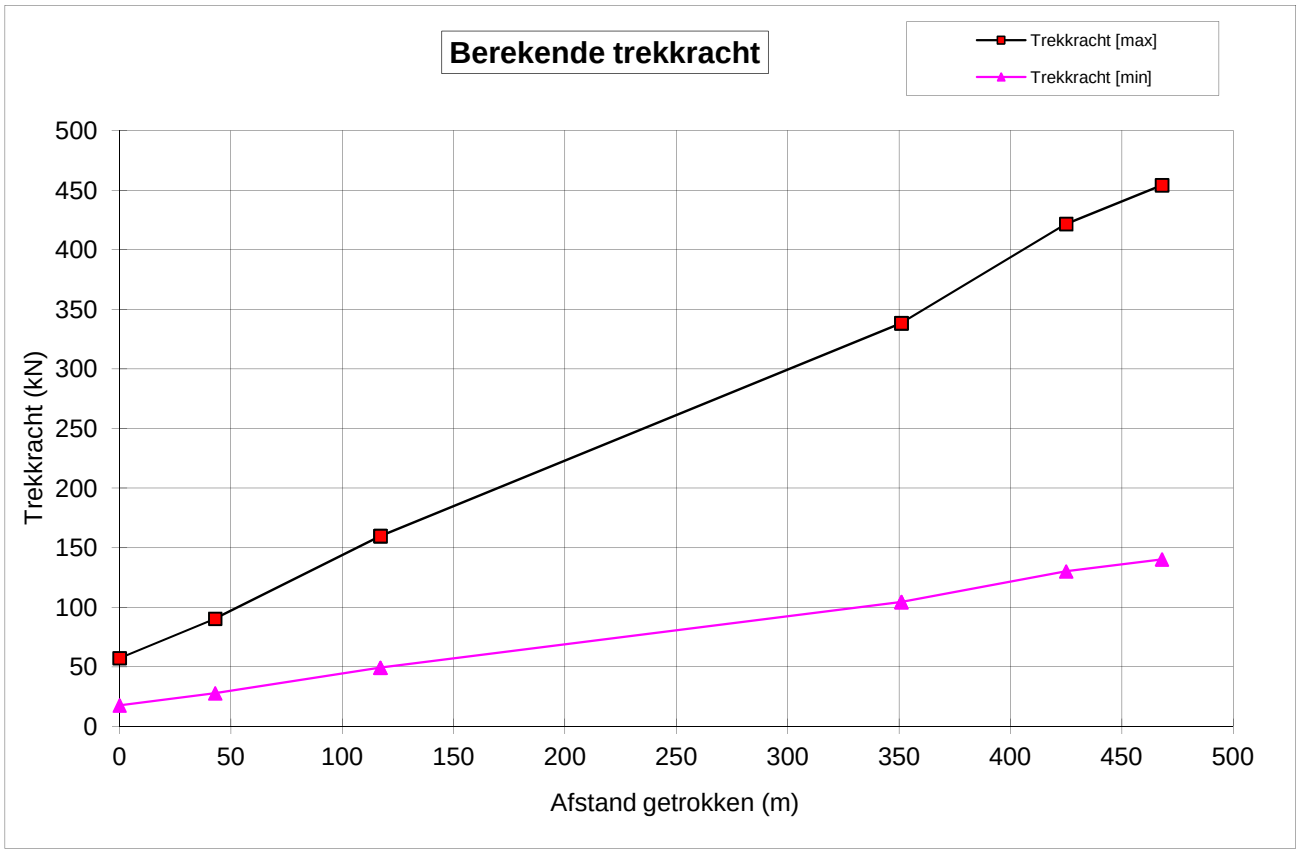
De NEN adviseert de trekcapaciteit van de rig hoger te kiezen, namelijk 505 kN

De rigcapaciteit kan anders gekozen worden afhankelijk van lokale ervaring en grondgesteldheid

Spanningen in boorgat								
Totale spanning in boorgat								
Sl = Ftrek/A/aantal	0,9	1,4	2,5	2,5	5,2	5,2	6,5	7,0
Sl = f x (I / W) / R	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
Sl tot	0,9	1,4	3,2	2,5	5,2	5,2	7,2	7,0

Spanningen op rollenbaan					
Totale spanning op rollenbaan, lege leiding, zonder extra vulling					
Sr kromming = f x E x (I / W) / R		Sr	3,3	N/mm2	
M buig = f x 1/12 x g/aantal x L^2		M	5,7	kNm	total
Sl = M buig /W + Sr +Ftrek/A/aantal		Sl	5,9	N/mm2	

GRAFIEK


Berekende trekkracht
Trekkracht [max]
Trekkracht [min]
Trekkracht (kN)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
Afstand getrokken (m)

4.4 Sterkteberekening mantelbuizen in de gebruiksfase

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-01 150kV HDD1 en 2, punt met diepte van 8x de gatdiameter**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**200**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**200**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**18,20**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**NVN-ENV 0,5x load model 2**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**0**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**nvt**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**5,1**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**17**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**neutraal**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**1,1**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,058**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0406**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**27,5**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**		ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000**	kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955	kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300	N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200	N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**veld**		

Langsspanningen indien van toepassing				
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening				
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)				
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00**	N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00**	N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00**	N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening				
Inclusief totaalfactoren op		**0**		
grondparameters		**0**		
		0		
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00**	N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**rechte leiding onder-bocht**		
Spanningsverhogende factor	ix	**1**		>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**		>=0

Overige gegevens				
Wandtraagheidsmoment	I_w	502,38	mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	55,21	mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	90,9	mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	181,8	mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	18,2	mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,21	kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,10	kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,31	kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	18,2	mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,43	$*10^6$ mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	43,38	$*10^6$ mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00		
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70		
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,1160	N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0690	N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**2,0**	N/mm^2	
	% R_m, allow	25	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	2,1	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,89	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens				
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0522	N/mm^2	
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0365	N/mm^2	
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm	
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50		
Totaal factor Qn	f	1,10		
Totaal factor Qp	f	1,50		
Totaal factor kv omlaag	f	2,00		
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00		

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	9,34	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	9,34	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / (E^{1,5} x sqrt (H/D_o))		10	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / (E^{0,5} x sqrt (H/D_o))		8	mm	
zmax reken		10	mm	
q_n		0,0467	N/mm^2	
q_p (fm=0,10)		0,1658	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		0,1191	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,012027	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,058	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2003 C.4.2.3
u x D_o		20	mm	
u x D_o <= zmax reken		10	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,137	N/mm^2	
Q_k		27,46	kN/m^1 buis	excl. f

LET OP Qk is hoger dan Qp

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	**17,5**	graden
Cohesie	c_h	**1**	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	**14**	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	**0**	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	**0**	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,18	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**35,0**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**18,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	5,1	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,25	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942		
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	14,0	kN/m^3	
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h)\ *(1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$				
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m	
$F_{max} = (h\ .\ \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o)\ .\ 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m	
α = ln (h)	α	0,00		
Samendrukkingconstante	C	19	-	
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3	
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m	
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking				
$F_r=(0.9\ F_{max}) / (1 +(\ (\ B_1\ .\ (3H-2h)\ .\ \alpha) / (2\ C\ .\ H\ (\delta_d + F_{max}/2B_1\ .\ k_v))))$				
	F_r	0,00	kN/m^1 buis	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket				
$Q_{n,r2} = (\ h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis	excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,20	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,43		
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	10,16	kN/m^3	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket				
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma') / (K*\tan\phi)\ *(1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e^{(- K * h * \tan(\phi) / B_1)}$				
	$Q_{n,r}$	1,39	kN/m^1 buis	excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk				
Type grondbelasting	neutraal			
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	10,27	kN/m^1 buis	incl. f

Berekening horizontale steundrukken

Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	9,48	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	1,50	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	0,30	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,54		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,}$neutraal	4,56	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x $2k_h/3$ x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x $2k_h/3$ x $d_y/2$ x sin 60		12,68	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	Q_h,iowa,reken	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	6,01	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	3,83	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	3,83	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	0,64		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	0,64		
	$d_{y1}/2$	3,01	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		4,56	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		4,56	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		4,56	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		4,56	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	4,56	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	4,56	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken

Qhr pleistoceen		0,33	kN/m^1 buis	
Qhr holoceen		-0,25	kN/m^1 buis	
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45-0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45-0.5\phi) \} \times \sin 60$				
	$Q_{h,n,r}$	0,00	kN/m^1 buis	

In rekening te brengen horizontale steundrukken

drukloos	4,10	kN/m^1 buis	incl. f
druk	4,10	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens			
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	R_m, toel	8	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk			
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk			
Spl	S_{pl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)			
	Qgrond	10,27	kN/m^1 buis
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww			
	S_q bodem	3,97	N/mm^2
	S_q top	2,50	N/mm^2
	S_q zijden	-2,57	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	3,97	N/mm^2
	S_q top	2,50	N/mm^2
	S_q zijden	-2,57	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)			
	Qh,grond	4,10	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-0,97	N/mm^2
	S_q top	-0,97	N/mm^2
	S_q zijden	0,97	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)			
	Qh,grond	4,10	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-0,97	N/mm^2
	S_q top	-0,97	N/mm^2
	S_q zijden	-0,97	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)			
Stootcoëfficiënt	S	1	
Verkeersbelasting	P_v	1,50	kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	0,30	kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,12	N/mm^2
	S_q top	0,07	N/mm^2
	S_q zijden	-0,08	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)			
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,12	N/mm^2
	S_q top	0,12	N/mm^2
	S_q zijden	0,12	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil			
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$			
	S_t	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal			
λ^2		2,11121E-05	
$M= 0.322*K*(E'I/R)*\lambda^2*r_g$			
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,00	N/mm^2
	S_r top	0,00	N/mm^2
	S_r zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal			
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	nvt		
	S_{rl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting			
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)			
	S_l bodem	0,00	N/mm^2
	S_l top	0,00	N/mm^2
	S_l zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)			
Indirect over te dragen bovenbelasting			
	Q	0,00	N/mm^1
$S= K*Q*r_g/W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	
$S_q = S_q \times f_{rr}$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De	16,0	mm	
	8,0	% van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor	1		IOWA toegepast
kh reken	0		
d =	4,3	mm	
	2,1	% van De	

Minimale ringstijfheid			
SN = E x Iw / Dg^3	25,08	kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,91	N/mm^2
		19,11	bar
		191,11	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,39	bar
		23,89	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	3,97	2,50	2,57	N/mm^2
S_q Steundruk	-0,97	-0,97	-0,97	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,12	0,07	0,08	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_y max$	3,12	1,61	1,68	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,00**	**0,00**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	0	0	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**2,03**	**1,05**	**1,09**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	25	13	14	% < 100%

Deflectie	
Deflectie	2,1 % van uitwendige diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens		
Opdrachtgever	**TenneT**	
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**	
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**	
Calculatienummer	**TP13141**	
Berekening	**X-01 150kV HDD1 en 2, punt met grootste dekking**	
Berekend door	**EHO**	

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**200**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**200**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**18,20**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**NVN-ENV load model 3**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**0**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**nvt**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**23,2**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**18**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**gered. pleistoceen**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**7,2**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,058**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0406**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**35**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**		ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000**	kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955	kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300	N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200	N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**veld**		

Langsspanningen indien van toepassing				
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening				
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)				
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00**	N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00**	N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00**	N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening				
Inclusief totaalfactoren op		**0**		
grondparameters		**0**		
		0		
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00**	N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**rechte leiding onder-bocht**		
Spanningsverhogende factor	ix	**1**		>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**		>=0

Overige gegevens				
Wandtraagheidsmoment	I_w	502,38	mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	55,21	mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	90,9	mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	181,8	mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	18,2	mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,21	kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,10	kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,31	kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	18,2	mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,43	$*10^6$ mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	43,38	$*10^6$ mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00		
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70		
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,1160	N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0690	N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**0,7**	N/mm^2	
	% R_m, allow	9	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	0,8	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,89	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens				
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0522	N/mm^2	
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0365	N/mm^2	
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm	
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50		
Totaal factor Qn	f	1,10		
Totaal factor Qp	f	1,50		
Totaal factor kv omlaag	f	2,00		
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00		

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	51,52	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	51,52	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / (E^{1,5} x sqrt (H/D_o))		5	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / (E^{0,5} x sqrt (H/D_o))		4	mm	
zmax reken		5	mm	
q_n		0,2576	N/mm^2	
q_p (fm=0,10)		3,2458	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		2,9882	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,643669	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,058	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2012 C.4.2.3
u x D_o		20	mm	
u x D_o <= zmax reken		5	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,268	N/mm^2	
Q_k		53,66	kN/m^1 buis	excl. f

LET OP Qk is hoger dan Qp

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	**17,5**	graden
Cohesie	c_h	**1**	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	**14**	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	**0**	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	**0**	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,18	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**35,0**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**18,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	23,2	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,25	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942		
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	14,0	kN/m^3	
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h)\ *(1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$				
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m	
$F_{max} = (h\ .\ \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o)\ .\ 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m	
α = ln (h)	α	0,00		
Samendrukkingconstante	C	19	-	
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3	
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m	
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking				
$F_r=(0.9\ F_{max}) / (1 +(\ (\ B_1\ .\ (3H-2h)\ .\ \alpha) / (2\ C\ .\ H\ (\delta_d + F_{max}/2B_1\ .\ k_v))))$				
	F_r	0,00	kN/m^1 buis	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket				
$Q_{n,r2} = (\ h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis	excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,20	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,43		
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	11,10	kN/m^3	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket				
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma')\ /\ (K*\tan\phi)\ *(1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e^{(- K * h * \tan(\phi) / B_1)}$				
	$Q_{n,r}$	1,52	kN/m^1 buis	excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk				
Type grondbelasting	gered. pleistoceen			
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	1,67	kN/m^1 buis	incl. f

Berekening horizontale steundrukken				
Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	51,68	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	7,50	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	1,50	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,43		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,}$neutraal	19,64	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x $2k_h/3$ x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x $2k_h/3$ x $d_y/2$ x sin 60		4,38	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	Q_h,iowa,reken	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	2,08	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	-7,32	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	-7,32	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	-3,52		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	-3,52		
	$d_{y1}/2$	1,04	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		19,64	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		19,64	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		19,64	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		19,64	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	19,64	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	19,64	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken				
Qhr pleistoceen		0,36	kN/m^1 buis	
Qhr holoceen		-0,25	kN/m^1 buis	
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45\text{-}0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45\text{-}0.5\phi) \} \times \sin 60$				
	$Q_{h,n,r}$	0,36	kN/m^1 buis	

In rekening te brengen horizontale steundrukken			
drukloos	0,32	kN/m^1 buis	incl. f
druk	0,00	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens			
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	R_m, toel	8	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk			
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk			
Spl	S_{pl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)			
	Qgrond	1,67	kN/m^1 buis
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww			
	S_q bodem	0,64	N/mm^2
	S_q top	0,41	N/mm^2
	S_q zijden	-0,42	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	0,64	N/mm^2
	S_q top	0,41	N/mm^2
	S_q zijden	-0,42	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)			
	Qh,grond	0,32	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-0,08	N/mm^2
	S_q top	-0,08	N/mm^2
	S_q zijden	0,08	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)			
	Qh,grond	0,00	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)			
Stootcoëfficiënt	S	1	
Verkeersbelasting	P_v	7,50	kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	1,50	kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,58	N/mm^2
	S_q top	0,37	N/mm^2
	S_q zijden	-0,38	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)			
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,58	N/mm^2
	S_q top	0,58	N/mm^2
	S_q zijden	0,58	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil			
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$			
	S_t	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal			
λ^2		2,11121E-05	
$M= 0.322*K*(E'I/R)*\lambda^2*r_g$			
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,00	N/mm^2
	S_r top	0,00	N/mm^2
	S_r zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal			
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	nvt		
	S_{rl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting			
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)			
	S_l bodem	0,00	N/mm^2
	S_l top	0,00	N/mm^2
	S_l zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)			
Indirect over te dragen bovenbelasting			
	Q	0,00	N/mm^1
$S= K*Q*r_g/W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	
$S_q = S_q \times f_{rr}$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De	16,0	mm	
	8,0	% van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor	1		IOWA toegepast
kh reken	0		
d =	1,6	mm	
	0,8	% van De	

Minimale ringstijfheid			
SN = E x Iw / Dg^3	25,08	kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,91	N/mm^2
		19,11	bar
		191,11	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,39	bar
		23,89	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	0,64	0,41	0,42	N/mm^2
S_q Steundruk	-0,08	-0,08	-0,08	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,58	0,37	0,38	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_y max$	1,15	0,70	0,72	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,00**	**0,00**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	0	0	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**0,75**	**0,45**	**0,47**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	9	6	6	% < 100%

Deflectie	
Deflectie	0,8 % van uitwendige diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-01 380kV HDD3 en 4, punt met diepte van 8x de gatdiameter**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**250**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**250**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**22,70**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**NVN-ENV 0,5x load model 2**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**0**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**nvt**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**6**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**17**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**neutraal**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**1,1**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,049**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0343**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**27,5**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**		ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000**	kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955	kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300	N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200	N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**veld**		

Langsspanningen indien van toepassing				
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening				
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)				
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00**	N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00**	N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00**	N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening				
Inclusief totaalfactoren op		**0**		
grondparameters		**0**		
		0		
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00**	N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**rechte leiding onder-bocht**		
Spanningsverhogende factor	ix	**1**		>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**		>=0

Overige gegevens				
Wandtraagheidsmoment	I_w	974,76	mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	85,88	mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	113,7	mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	227,3	mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	22,7	mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,33	kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,15	kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,49	kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	22,7	mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,85	$*10^6$ mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	105,73	$*10^6$ mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00		
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70		
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,0980	N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0583	N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**2,3**	N/mm^2	
	% R_m, allow	29	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	2,4	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,72	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens				
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0441	N/mm^2	
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0309	N/mm^2	
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm	
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50		
Totaal factor Qn	f	1,10		
Totaal factor Qp	f	1,50		
Totaal factor kv omlaag	f	2,00		
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00		

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	13,25	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	13,25	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / (E^{1,5} x sqrt (H/D_o))		13	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / (E^{0,5} x sqrt (H/D_o))		10	mm	
zmax reken		13	mm	
q_n		0,0530	N/mm^2	
q_p (fm=0,10)		0,1802	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		0,1272	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,009970	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,049	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2012 C.4.2.3
u x D_o		25	mm	
u x D_o <= zmax reken		13	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,150	N/mm^2	
Q_k		37,43	kN/m^1 buis	excl. f

LET OP Qk is hoger dan Qp

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	**17,5**	graden
Cohesie	c_h	**1**	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	**14**	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	**0**	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	**0**	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,20	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**35,0**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**18,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	6,0	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,31	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942		
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	14,0	kN/m^3	
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h) * (1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$				
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m	
$F_{max} = (h \cdot \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o) \cdot 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m	
α = ln (h)	α	0,00		
Samendrukkingconstante	C	19	-	
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3	
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m	
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking				
$F_r=(0.9\ F_{max}) / (1 +((B_1 \cdot (3H-2h) \cdot \alpha) / (2\ C \cdot H\ (\delta_d + F_{max}/2B_1 \cdot k_v))))$				
	F_r	0,00	kN/m^1 buis	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket				
$Q_{n,r2} = (h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis	excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,26	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,43		
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	9,83	kN/m^3	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket				
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma') / (K*\tan\phi) * (1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e^{(- K * h * \tan(\phi) / B_1)}$				
	$Q_{n,r}$	2,10	kN/m^1 buis	excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk				
Type grondbelasting	neutraal			
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	14,58	kN/m^1 buis	incl. f

Berekening horizontale steundrukken

Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	13,47	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	1,25	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	0,31	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,54		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,}$neutraal	6,42	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x $2k_h/3$ x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x $2k_h/3$ x $d_y/2$ x sin 60		18,94	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	Q_h,iowa,reken	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	8,50	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	5,41	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	5,41	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	0,64		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	0,64		
	$d_{y1}/2$	4,25	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		6,42	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		6,42	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		6,42	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		6,42	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	6,42	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	6,42	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken

Qhr pleistoceen		0,49	kN/m^1 buis
Qhr holoceen		-0,32	kN/m^1 buis
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45-0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45-0.5\phi) \} \times \sin 60$			
	$Q_{h,n,r}$	0,00	kN/m^1 buis

In rekening te brengen horizontale steundrukken

drukloos	5,78	kN/m^1 buis	incl. f
druk	5,78	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens			
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	R_m, toel	8	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk			
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk			
Spl	S_{pl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)			
	Qgrond	14,58	kN/m^1 buis
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww			
	S_q bodem	4,53	N/mm^2
	S_q top	2,85	N/mm^2
	S_q zijden	-2,93	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	4,53	N/mm^2
	S_q top	2,85	N/mm^2
	S_q zijden	-2,93	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)			
	Qh,grond	5,78	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-1,09	N/mm^2
	S_q top	-1,09	N/mm^2
	S_q zijden	1,09	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)			
	Qh,grond	5,78	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-1,09	N/mm^2
	S_q top	-1,09	N/mm^2
	S_q zijden	-1,09	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)			
Stootcoëfficiënt	S	1	
Verkeersbelasting	P_v	1,25	kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	0,31	kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,10	N/mm^2
	S_q top	0,06	N/mm^2
	S_q zijden	-0,06	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)			
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,10	N/mm^2
	S_q top	0,10	N/mm^2
	S_q zijden	0,10	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil			
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$			
	S_t	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal			
λ^2		1,38962E-05	
$M= 0.322*K*(E'I/R)*\lambda^2*r_g$			
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,00	N/mm^2
	S_r top	0,00	N/mm^2
	S_r zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal			
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	nvt		
	S_{rl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting			
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)			
	S_l bodem	0,00	N/mm^2
	S_l top	0,00	N/mm^2
	S_l zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)			
Indirect over te dragen bovenbelasting			
	Q	0,00	N/mm^1
$S= K*Q*r_g/W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	
$S_q = S_q \times f_{rr}$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De	20,0	mm	
	8,0	% van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor	1		IOWA toegepast
kh reken	0		
d =	6,0	mm	
	2,4	% van De	

Minimale ringstijfheid			
SN = E x Iw / Dg^3	24,90	kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,90	N/mm^2
		18,97	bar
		189,72	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,37	bar
		23,72	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	4,53	2,85	2,93	N/mm^2
S_q Steundruk	-1,09	-1,09	-1,09	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,10	0,06	0,06	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_y max$	3,53	1,82	1,90	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,00**	**0,00**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	0	0	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**2,30**	**1,18**	**1,23**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	29	15	15	% < 100%

Deflectie	
Deflectie	2,4 % van uitwendige diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens		
Opdrachtgever	**TenneT**	
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**	
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**	
Calculatienummer	**TP13141**	
Berekening	**X-01 380kV HDD3 en 4, punt met grootste dekking**	
Berekend door	**EHO**	

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**250**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**250**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**22,70**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**NVN-ENV load model 3**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**0**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**nvt**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**30**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**18**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**gered. pleistoceen**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**7,2**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,049**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0343**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**35**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**		ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000**	kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955	kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300	N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200	N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**veld**		

Langsspanningen indien van toepassing				
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening				
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)				
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00**	N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00**	N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00**	N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening				
Inclusief totaalfactoren op		**0**		
grondparameters		**0**		
		0		
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00**	N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**rechte leiding onder-bocht**		
Spanningsverhogende factor	ix	**1**		>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**		>=0

Overige gegevens				
Wandtraagheidsmoment	I_w	974,76	mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	85,88	mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	113,7	mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	227,3	mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	22,7	mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,33	kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,15	kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,49	kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	22,7	mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,85	$*10^6$ mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	105,73	$*10^6$ mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00		
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70		
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,0980	N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0583	N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**0,8**	N/mm^2	
	% R_m, allow	10	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	0,9	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,72	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens				
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0441	N/mm^2	
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0309	N/mm^2	
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm	
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50		
Totaal factor Qn	f	1,10		
Totaal factor Qp	f	1,50		
Totaal factor kv omlaag	f	2,00		
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00		

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	78,00	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	78,00	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / ($E^{1,5}$ x sqrt (H/D_o))		6	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / ($E^{0,5}$ x sqrt (H/D_o))		5	mm	
zmax reken		6	mm	
q_n		0,3120	N/mm^2	
q_p (fm=0,10)		4,0560	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		3,7440	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,656215	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,049	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2012 C.4.2.3
u x D_o		25	mm	
u x D_o <= zmax reken		6	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,282	N/mm^2	
Q_k		70,46	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	**17,5**	graden
Cohesie	c_h	**1**	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	**14**	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	**0**	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	**0**	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,20	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**35,0**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**18,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	30,0	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,31	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942		
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	14,0	kN/m^3	
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h) * (1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$				
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m	
$F_{max} = (h . \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o) . 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m	
α = ln (h)	α	0,00		
Samendrukkingconstante	C	19	-	
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3	
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m	
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking				
$F_r=(0.9\ F_{max}) / (1 +((B_1 . (3H-2h) . \alpha) / (2\ C . H\ (\delta_d + F_{max}/2B_1 . k_v))))$				
	F_r	0,00	kN/m^1 buis	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket				
$Q_{n,r2} = (h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis	excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,26	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,43		
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	10,40	kN/m^3	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket				
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma') / (K*\tan\phi) * (1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e^{(- K * h * \tan(\phi) / B_1)}$				
	$Q_{n,r}$	2,22	kN/m^1 buis	excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk				
Type grondbelasting	gered. pleistoceen			
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	2,44	kN/m^1 buis	incl. f

Berekening horizontale steundrukken

Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	78,25	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	7,50	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	1,88	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,43		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,}$neutraal	29,59	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x $2k_h/3$ x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x $2k_h/3$ x $d_y/2$ x sin 60		6,28	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	Q_h,iowa,reken	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	2,82	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	-11,44	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	-11,44	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	-4,06		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	-4,06		
	$d_{y1}/2$	1,41	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		29,59	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		29,59	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		29,59	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		29,59	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	29,59	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	29,59	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken

Qhr pleistoceen		0,52	kN/m^1 buis	
Qhr holoceen		-0,32	kN/m^1 buis	
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45-0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45-0.5\phi) \} \times \sin 60$				
	$Q_{h,n,r}$	0,52	kN/m^1 buis	

In rekening te brengen horizontale steundrukken

drukloos	0,47	kN/m^1 buis	incl. f
druk	0,00	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens			
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	R_m, toel	8	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk			
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk			
Spl	S_{pl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)			
	Qgrond	2,44	kN/m^1 buis
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww			
	S_q bodem	0,76	N/mm^2
	S_q top	0,48	N/mm^2
	S_q zijden	-0,49	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	0,76	N/mm^2
	S_q top	0,48	N/mm^2
	S_q zijden	-0,49	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)			
	Qh,grond	0,47	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-0,09	N/mm^2
	S_q top	-0,09	N/mm^2
	S_q zijden	0,09	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)			
	Qh,grond	0,00	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)			
Stootcoëfficiënt	S	1	
Verkeersbelasting	P_v	7,50	kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	1,88	kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,58	N/mm^2
	S_q top	0,37	N/mm^2
	S_q zijden	-0,38	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)			
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,58	N/mm^2
	S_q top	0,58	N/mm^2
	S_q zijden	0,58	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil			
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$			
	S_t	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal			
λ^2		1,38962E-05	
$M= 0.322*K*(E'I/R)*\lambda^2*r_g$			
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,00	N/mm^2
	S_r top	0,00	N/mm^2
	S_r zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal			
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	nvt		
	S_{rl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting			
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)			
	S_l bodem	0,00	N/mm^2
	S_l top	0,00	N/mm^2
	S_l zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)			
Indirect over te dragen bovenbelasting			
	Q	0,00	N/mm^1
$S= K*Q*r_g/W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	
$S_q = S_q \times f_{rr}$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De	20,0	mm	
	8,0	% van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor	1		IOWA toegepast
kh reken	0		
d =	2,2	mm	
	0,9	% van De	

Minimale ringstijfheid			
SN = E x Iw / Dg^3	24,90	kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,90	N/mm^2
		18,97	bar
		189,72	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,37	bar
		23,72	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	0,76	0,48	0,49	N/mm^2
S_q Steundruk	-0,09	-0,09	-0,09	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,58	0,37	0,38	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_y max$	1,25	0,76	0,78	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

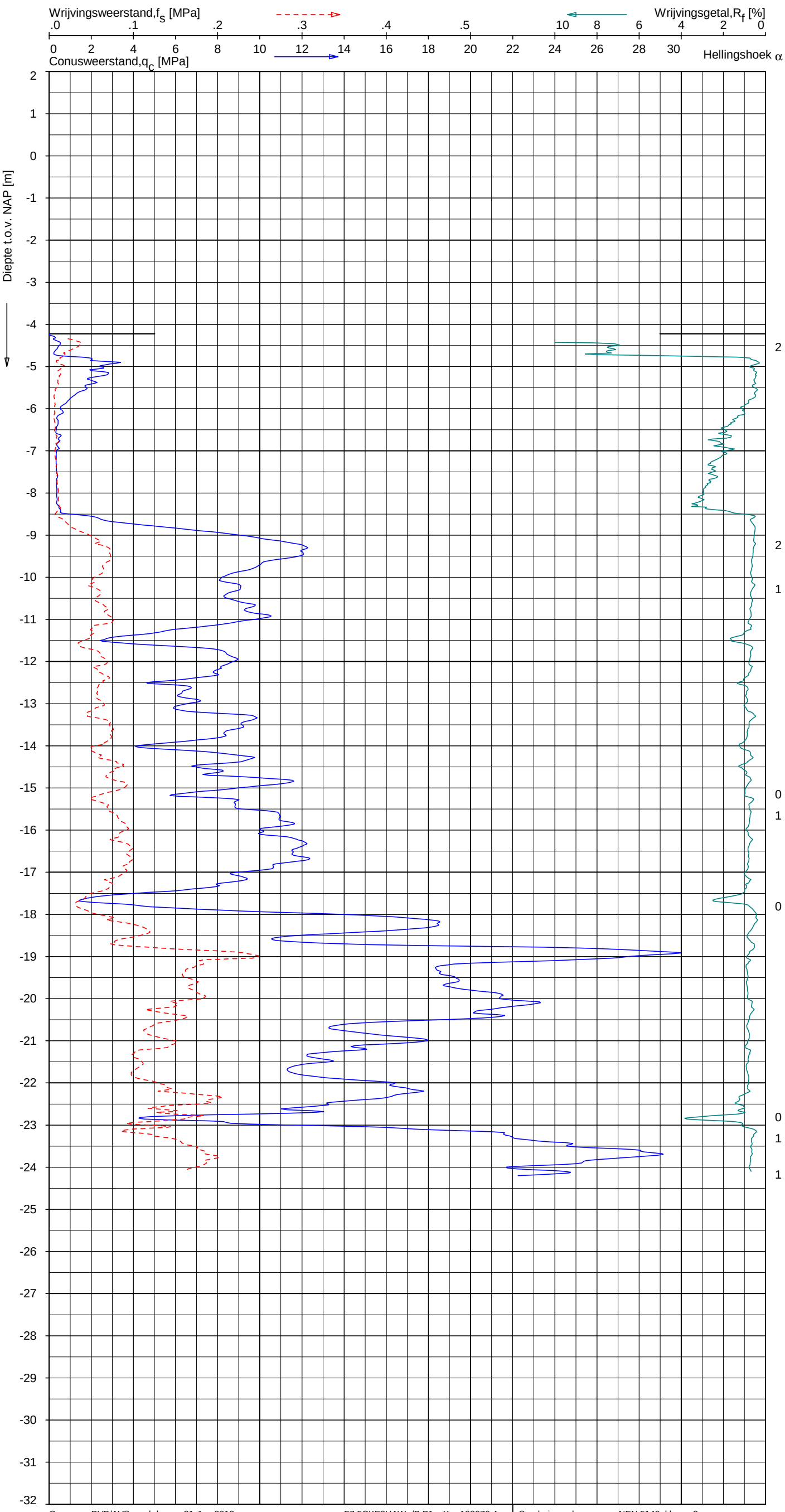
Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,00**	**0,00**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	0	0	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**0,81**	**0,49**	**0,51**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	10	6	6	% < 100%

Deflectie	
Deflectie	0,9 % van uitwendige diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

4.5 Grondonderzoek



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- (2) VEEN, organisch materiaal
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (7) ZAND tot ZAND, grindig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. :	DVB/AVS	d.d.	21-Jan-2013	conus :	F7.5CKE2HAW$_1$/B P1	X = 108070.4
Get. :	VALKF	d.d.	2013-02-21	MV = NAP	-4.22 m	Y = 487421.1

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

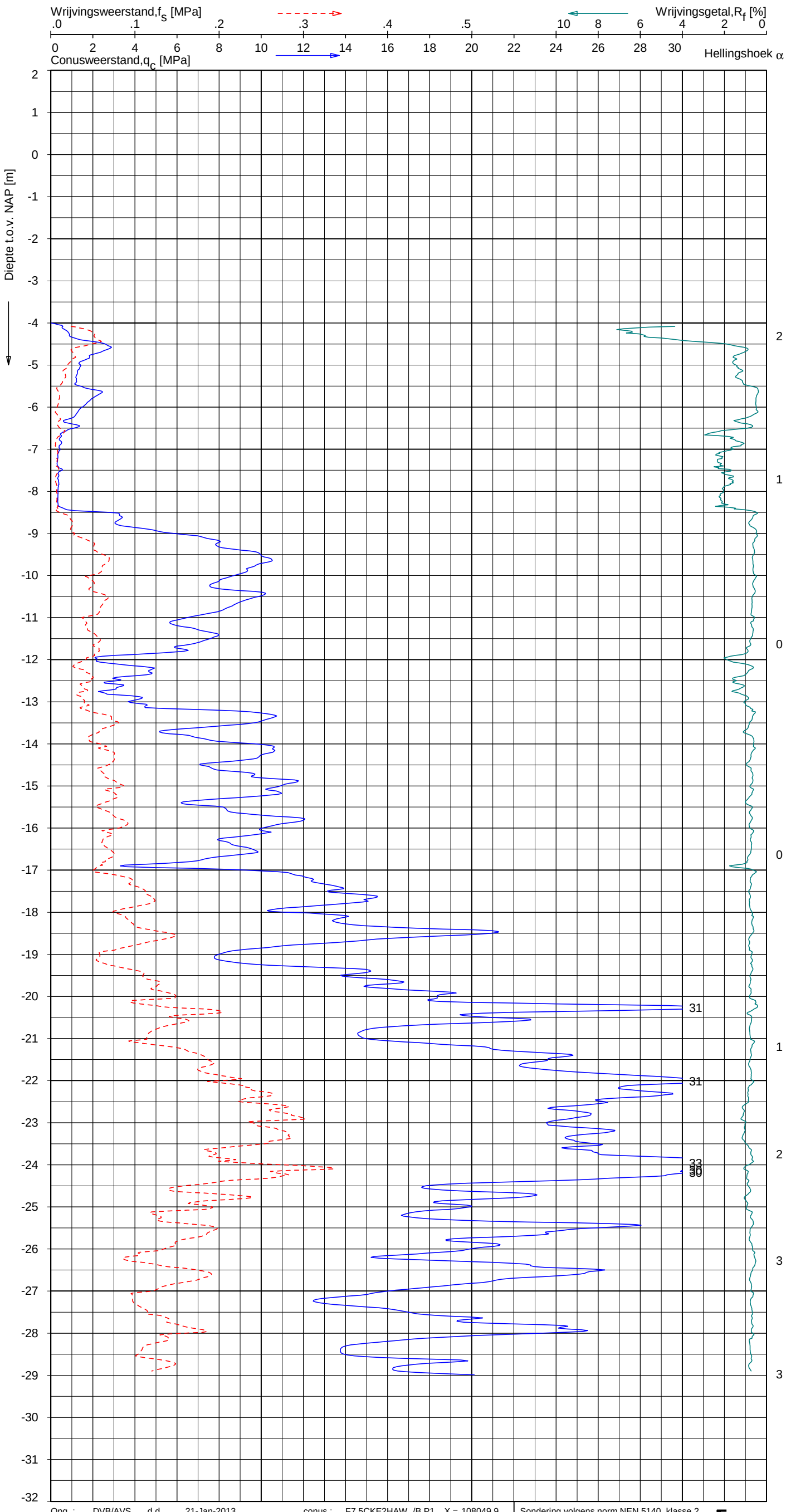
FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

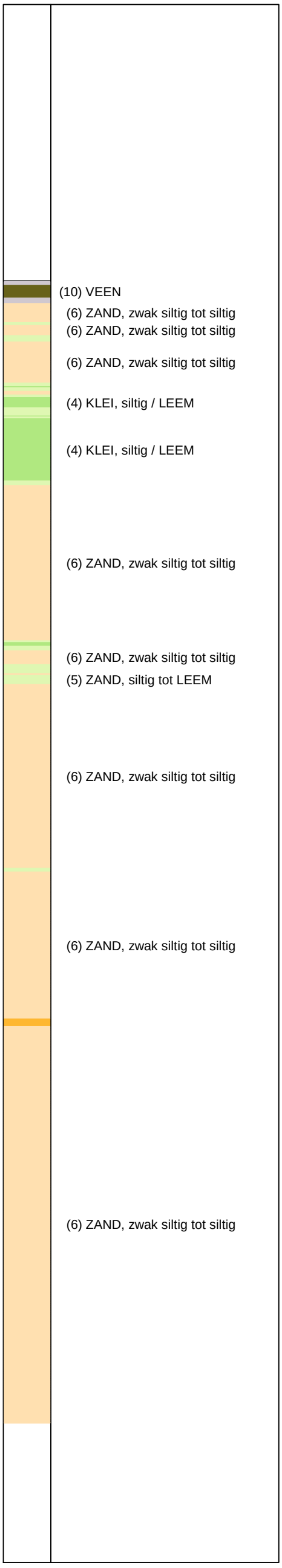
Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1002

UNIPLOT 05.21.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2013-02-05 08:53:03



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. :	DVB/AVS	d.d.	21-Jan-2013	conus :	F7.5CKE2HAW$_1$/B P1	X = 108049.9	Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Get. :	UNISTART	d.d.	2013-01-29	MV = NAP	-4.00 m	Y = 487356.9	Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm². Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1003

1010-0117-003

DKMP1003 - 1

UNIPLOT 05.21.nl / QcU1Class-N3.cmd / 2013-02-05 08:53:38

Waterspanning, u_1 [MPa]

.0 .2 .4 .6 .8 1.0 1.2

Wateroverspanningsindex, B_q [-]

1.0 .5 .0 -.5

Conusweerstand, q_c [MPa]

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

Hellingshoek α

Diepte t.o.v. NAP [m]

2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32

2 1 0 0 1 31 1 31 2 33 35 36 3 3

Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- (10) VEEN
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : DVB/AVS d.d. 21-Jan-2013
Get. : UNISTART d.d. 2013-01-29

conus : F7.5CKE2HAW$_1$/B P1 X = 108049.9
MV = NAP -4.00 m Y = 487356.9

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

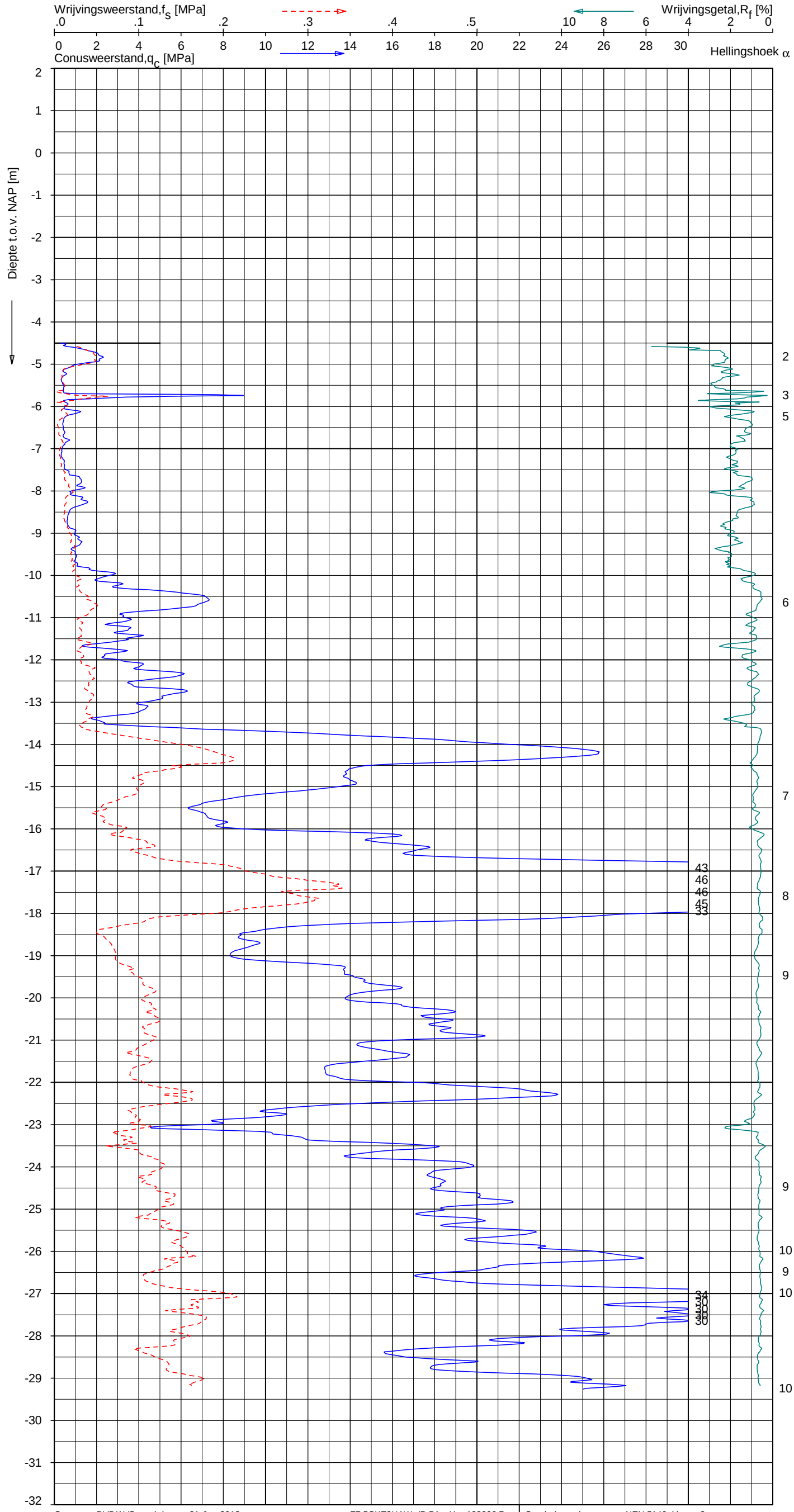
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1003

1010-0117-003

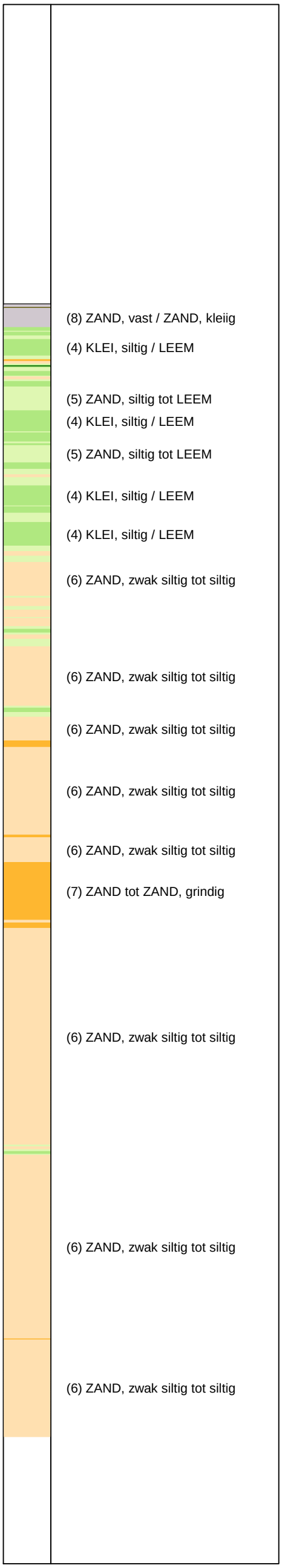
DKMP1003 - 1

UNIPLOT 05.21.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2013-02-05 08:53:06



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. :	DVB/AVS	d.d.	21-Jan-2013	conus :	F7.5CKE2HAW$_1$/B P1	X =	108006.7
Get. :	VALKF	d.d.	2013-02-05	MV = NAP	-4.50 m	Y =	486995.4

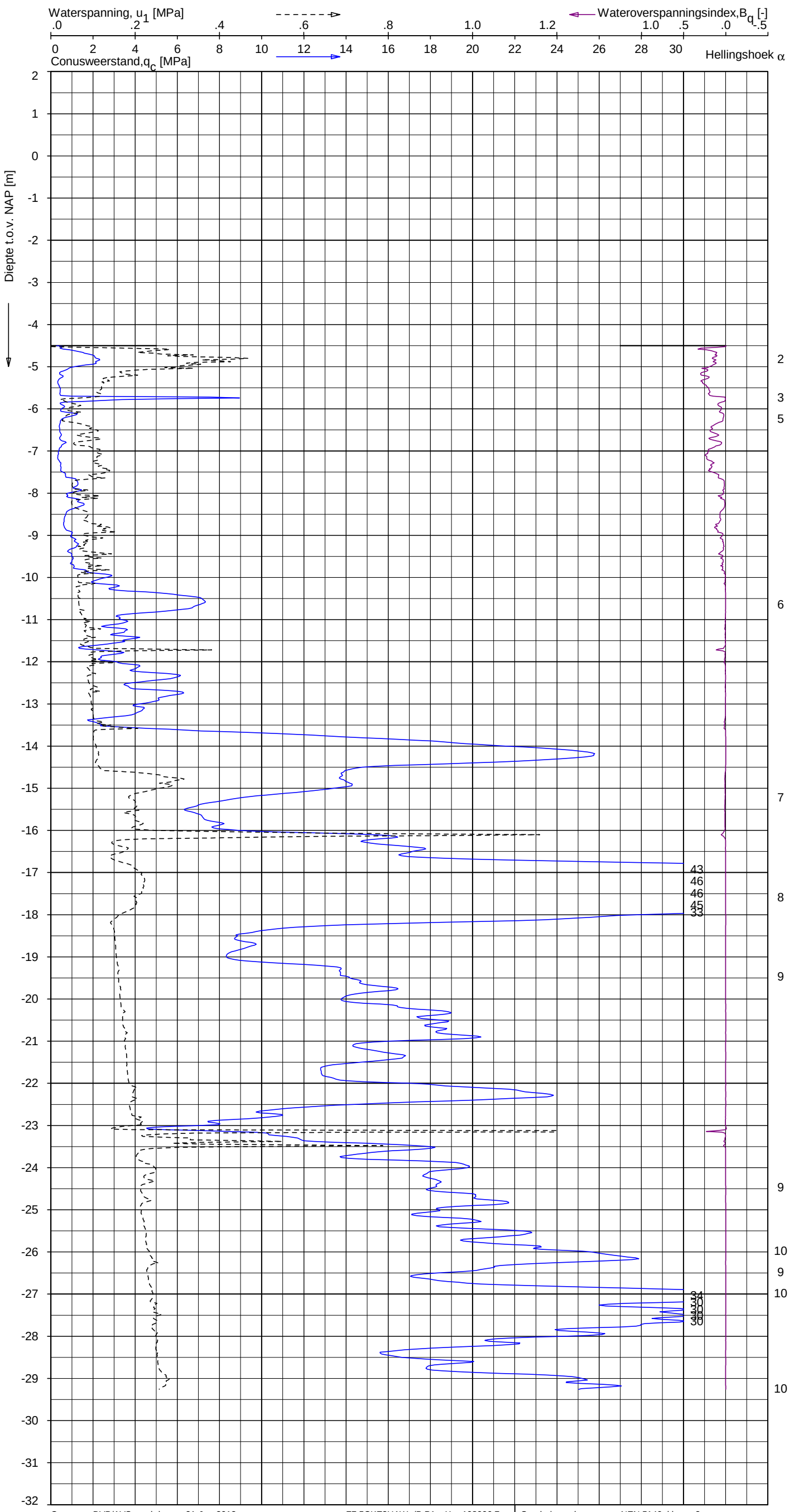
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1006



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- (8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (7) ZAND tot ZAND, grindig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1006

Bijlage 8

Werkmethode HDD TP13141-K-X-01

N205

Werkmethode Gestuurde Boring
TP13141-K-X-01
N205

Civiele Werkzaamheden R380 Noordring
Perceel 1: Vijfhuizen – Zuidelijke Ringvaart

Documentnummer:	:	VIR-0.000.527
Referentienummer:	:	TP13141-K-X-01
Documentstatus:	:	Definitief
Datum:	:	15-11-2013
Versie:	:	3.0

Opdrachtgever:

Opdrachtnemer:

	Naam	Functie	Paraaf	Datum
Opgesteld	A. ten Katen	HDD engineer		15-11-2013
Gecontroleerd	J. Stoelinga	HDD engineer		15-11-2013
Gecontroleerd	M. Molema	Disciplineleider		15-11-2013
Geautoriseerd / Vrijgave	M. Roohé	Projectmanager		15-11-2013

DOCUMENT HISTORIE

Revisie	Omschrijving/Belangrijkste wijzigingen	Datum
0.1	Eerste uitgave, DO concept	05-07-2013
1.0	DO	02-08-2013
2.0	Opmerkingen RFA verwerkt	01-10-2013
3.0	Opmerkingen RFA/ RFC verwerkt	15-11-2013

INHOUD

1 Inleiding 5

2 Uitgangspunten 5

3 Leidingspecificaties boorparameters en ondergrond 6

3.1 Leiding specificaties en boorparameters 6
3.2 Bodem gesteldheid 7
3.2.1 Beschikbaar grondonderzoek 7
3.2.2 Grondslag 7
3.2.3 Grondwater 7

4 Uitvoerings beschrijving 8

4.1 Algemeen 8
4.2 Inrichting werkterreinen en opstellen rig 8
4.3 De pilot boring 9
4.4 Sturing 9
4.5 Ruimen 10
4.6 Intrekken leiding 11

5 Boorvloeistof 14

5.1 productbeschrijving boorvloeistof en toevoegstoffen 14
5.2 Opslag en transport van boorslurry 15
5.3 Mud retour 15

6 Specifieke issues en maatregelen 16

6.1 Kwel en maatregelen 16

7 Personeel, organisatie en communicatie 17

7.1 Personeel, organisatie en bevoegdheden 17
7.2 Project rapportage 17
7.3 Beoordeling boorlijn 18

8 Tijdschema / planning 18

9 Het in te zetten materieel 19

9.1 Onderhouds filosofie 19
9.2 In te zetten ondergronds materieel 19

Bijlagen

Bijlage 1 Profiel tekening X01 Model 20

Bijlage 2 Planning booractiviteiten 21

Bijlage 3 Trekkracht en muddruk berekeningen 22

Lijst met gebruikte afkortingen.

HDD	Horizontaal Directional Drilling; horizontale gestuurde boring
kV	kilo Volt
KWS	Koninklijke Wegenbouw Stevin (Onderdeel Volker-Wessel)
DO	Definitief ontwerp
UO	Uitvoeringsontwerp

1 INLEIDING

Deze werkmethode beschrijft de werkzaamheden met betrekking tot zes parallelle HDD kruisingen van de N205 ter hoogte van Vijfhuizen, onderdeel van het traject R380 Noordring, perceel 1. Dit document hangt samen met de Definitieve Ontwerp Nota HDD VIR-0.000.018, welke dient als overkoepelend en inleidend document.

Google earth dump, boorlocatie bij benadering

Deze werkmethode is gebaseerd op het definitief ontwerp (DO) bestaande uit tekening TP13141-K-X-01 (VIR-0.000.501) en berekeningsdocument TP13141-doc-01 (VIR-0.000.516), en dient ter ondersteuning en inpassing van de werkzaamheden en de vergunningverlening.

Note: Deze werkmethode beschrijving betreft een DO. In geval deze naar uitvoerend ontwerp (UO) gaat is het mogelijk dat aan bepaalde punten een nadere invulling wordt gegeven.

2 UITGANGSPUNTEN

Tijdens het ontwerpproces worden algemene beginselen zoals duurzaamheid, veiligheid en kwaliteit van de levensloop van het object meegewogen. Daarnaast zijn de uitgangspunten toegepast zoals aangegeven in het verificatieplan

3 LEIDINGSPECIFICATIES BOORPARAMETERS EN ONDERGROND

3.1 Leiding specificaties en boorparameters

Onderstaand een samenvatting van de leiding specificaties. Zie ook tekening VIR-0.000.501.

Boring 380 kV: 4x

Lengte	422 / 462
Diameter enkele duct	250mm[1]
Wanddikte	22,7mm
Materiaal	PE100
Klasse	SDR-11
Aantal ducts per bundel	4
Diameter bundel	600mm[1]
Minimale buigradius buis	ca. 19m
Maximale trekkracht buis	16,2t
Minimale buigradius kabel	nader te bepalen
Kromtestraal intrede ($R_{v,in}$)	250m[1]
Kromtestraal uittrede ($R_{v,uit}$)	250m[1]
Intrede hoek	15 / 17º
Uittrede hoek	15 / 17º
Niveau intrede	-4,5m NAP
Niveau uittrede	-4,5 m NAP
Niveau vloerbuis	-21 / -28 m NAP
Minimale buigradius boorstangen	ca. 250m

Boring 150 kV: 2x

Lengte	419
Diameter duct	200mm[1]
Wanddikte	18,2mm
Materiaal	PE100
Klasse	SDR-11
Aantal ducts per bundel	4
Diameter bundel	485mm[1]
Minimale buigradius buis	ca. 15m
Maximale trekkracht buis	10,4t
Minimale buigradius kabel	nader te bepalen
Kromtestraal intrede ($R_{v,in}$)	250m[1]
Kromtestraal uittrede ($R_{v,uit}$)	250m[1]
Intrede hoek	15º
Uittrede hoek	15º
Niveau intrede	-4,5m NAP
Niveau uittrede	-4,5 m NAP
Niveau vloerbuis	-21 m NAP
Minimale buigradius boorstangen	ca. 250m

3.2 Bodem gesteldheid

3.2.1 Beschikbaar grondonderzoek

Sonderingen:

DKMP1003 / 1006; DKM1001 / 1002 / 1005, S25C00224 / 01351 / 00206 / 00221.

Boringen:

HB101, B25C0235 / 0236 / 1029 / 1031

Peilbuizen:

B25A0857/B25A1629/B25C0376

Overzicht locatie ondergrondgegevens

Evaluatie rapport Fugro: Rapportage 1010-0117-003_33_v3.R01_bemaling traject A-E_2013-05-27

3.2.2 Grondslag

Zand (Naaldwijk), met een enkele kleilaag (Naaldwijk Wormer) tussen -5 en -10m NAP, overgaand op grof Zand (Kreftenheye) vanaf ca.-15m NAP tot ca. -25m NAP, hieronder Eem formatie (Klei).

Tot -6 m NAP CPT waarden laag (tot 3 MPa)
-6 tot -18m NAP: middel, CPT waarden tot 20 MPa
-18m NAP tot -25m NAP: afwisselende CPT waarden 5 tot 35 MPa

3.2.3 Grondwater

Peilputten B25A0857 / B25A1629 bevinden zich ca. 250m ten noorden van de locatie. Peilput B25C0376 op locatie. Er is een verschil in stijghoogte tussen diepe en ondiepe filter, de niveaus liggen op resp. -3,8 en -4,2 m NAP.

4 UITVOERINGS BESCHRIJVING

4.1 Algemeen

Momenteel is voorzien de boringen op dit project uit te voeren met een 100t machine. Ons machinepark wordt echter regelmatig vernieuwd waarbij machines worden vervangen. Het is mogelijk dat tijdens de uitvoering in 2015 deze door een andere machine is vervangen. In dat geval zal een machine met vergelijkbare specificatie worden ingezet. Het principe van een HDD boring is ongeacht de toegepaste machine gelijk.

Een boring bestaat uit 3 fasen: de pilot boring, het ruimen (vergroten) van het boorgat en het intrekken van de bundel.

100t rig in actie

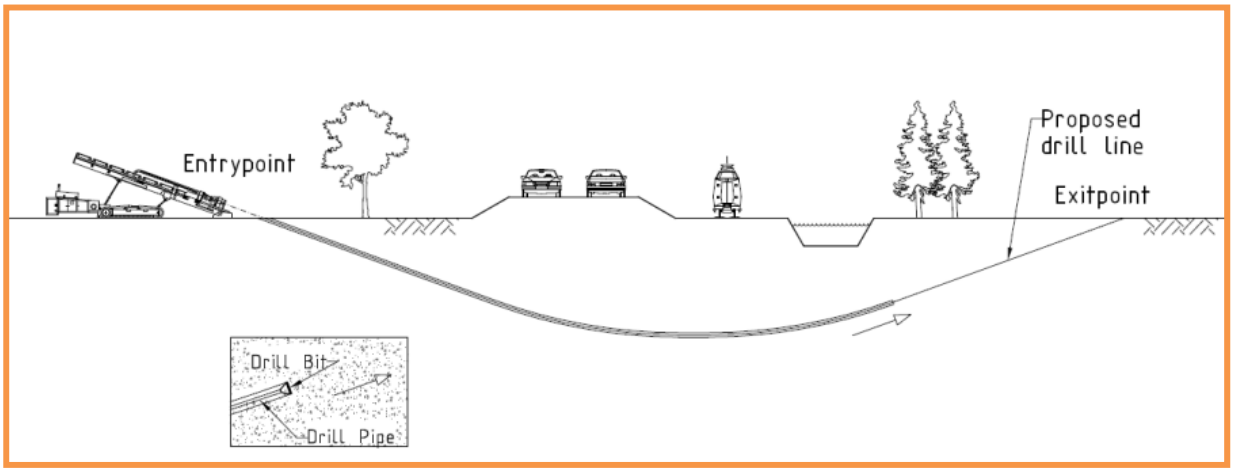
4.2 Inrichting werkterreinen en opstellen rig

De werklocaties en toegangen worden klaargemaakt voor gebruik door KWS (VIR 0.000.200 / 201). Aanvoer van rig en materieel vindt plaats met vrachtwagens, containers en flat bed trailers. De toegankelijkheid vereist toegang met vrachtwagens met een maximale as-druk van 10t. De rig locatie bij de intredepunt meet 900m^2. Bij het uittredepunt is een kleine werkruimte nodig om de boorbuizen af te koppelen. Aan deze zijde bevindt zich ook de uitlegstrook van de in te trekken bundels.
De rig wordt opgesteld met behulp van een tele-kraan en een graafmachine. Het werkterrein wordt ingericht volgens de werktekening, waarbij kleine afwijkingen mogelijk zijn. De benodigde elektrische en hydraulische koppelingen worden gemaakt. Het terrein zal voorzien

zijn van hekken. Voor aanvang van de boring zal een dodebed worden aangebracht. Hiertoe wordt een damwand profiel ingetrild, dan wel een palen rij ingeheid. Bij de rig wordt een intrede put gegraven. De boorstelling zal onder de gewenste intredehoek met de horizontaal worden opgesteld.

4.3 De pilot boring

Na de mobilisatie en installatie kan met het boren van het eerste pilotgat worden begonnen. De boorbuizen worden één voor één de grond ingeboord m.b.v. de boorstelling (rig), terwijl ze met een schroefkoppeling aan elkaar worden gekoppeld tot een boorstreng.



Pilotboring

Het boren wordt gedaan m.b.v. jet-bit dan wel een roller cone welk zich aan het uiteinde van de boorstreng bevindt. Door de boorbuizen wordt spoeling gepompt welke met kracht door de nozzles in de boorkop tegen de grond spuit en deze losmaakt. De spoeling stroomt samen met de losgekomen grond langs de boorstangen door het boorgat terug naar de intrede, in de gemaakte mud pit.

Vlak achter de boorkop is een zgn. “bent sub” geplaatst die bestaat uit een bochtstuk van 1° tot 3° (afhankelijk van de grondsoort en machine). Het pad dat wordt geboord, wordt gemonitored en geregistreerd m.b.v. de meetapparatuur die zich achter de boorkop in een boorbuis bevindt. Door de streng van boorbuizen te roteren kan men de oriëntatie van de “bent sub” bepalen. Door nu duwend verder te boren zal de boring de buiging van de bent sub volgen en kunnen stuurcorrecties worden gemaakt. Als de kop van de boorstreng uiteindelijk bij het uittredepunt boven is gekomen, wordt de drilling assembly van de boorstreng ontkoppeld.

4.4 Sturing

Door de opdrachtgever wordt een nauwkeurig gestuurde boring vereist. Dit kan alleen worden bereikt door de inzet van een optische gyroscoop. Deze tool wordt tijdens de pilot boring juist achter de bent sub in een behuizing in de boorstreng opgenomen. Minimaal na het boren van elke boorstang wordt een meting gedaan waarmee de positie van de kop wordt bepaald. De gemeten waarden worden vergeleken met het ontwerp van de boring, en indien nodig wordt een stuurcorrectie uitgevoerd.

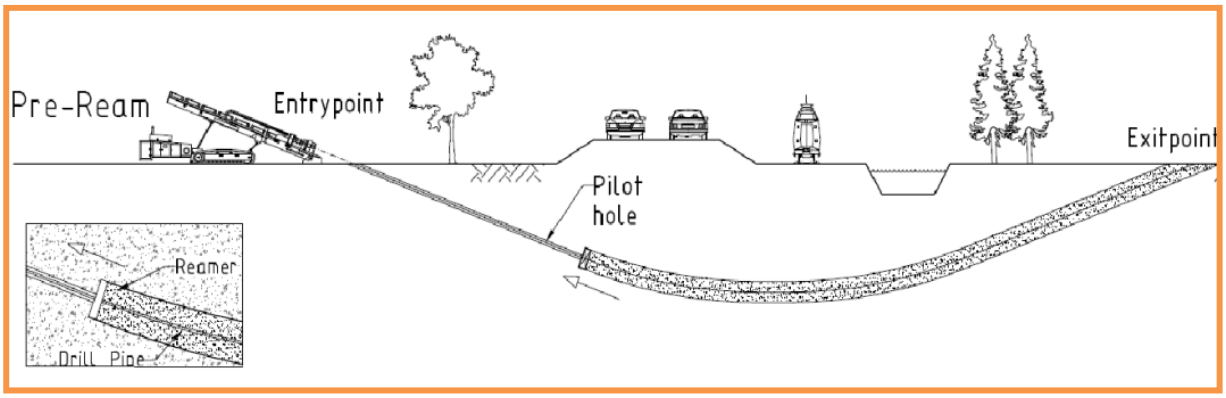
Meetwaarden van de stuurinstrumenten in de drilling assembly worden doorgegeven middels een kabel die door de boorstangen loopt. Bij het opvoegen van elke boorpijp wordt deze draad verlengd. Een andere functie van deze draad is de tool van energie te voorzien.

4.5 Ruimen

Het tijdens de pilot boring gemaakte gat is niet groot genoeg voor de bundels. Bij de Horizontaal Gestuurde Boring (HDD) wordt uiteindelijk een gat gemaakt van minimaal 30” (762mm) voor iedere 380 kV bundel, en 26”(660 mm) voor de 150 kV bundels. Het pilot gat wordt vergroot in 1 of meer zogenaamde ruimslagen. Het aantal ruimgangen is afhankelijk van de doorsnede van de omhullende cirkel van de bundel en de grondslag, maar ook de ervaring opgedaan tijdens de pilot heeft in deze besluitvorming een belangrijke plaats. Ruimen gebeurt met speciaal ontworpen ruimers. Op dit project is worden zogenaamde fly cutters gebruikt. Dit zijn op een as gemonteerde ringen, voorzien van tanden die de grond vermalen.

Ruim assembly klaar om aan te vangen

De ruimer wordt bij het uittredepunt aan de boorstreng gemonteerd en roterend naar intredekant getrokken. Gedurende het voorruimen, worden tijdens het ruimen bij het uittredepunt telkens weer boorbuizen achter de ruimer gekoppeld.
Vanaf de boorstelling wordt weer boorvloeistof door de boorstreng via de ruimer in het boorgat gespoten. De boorvloeistof vermengt zich met de losgefreesde gronddelen en dit mengsel stroomt door het boorgat naar het in/ of uittrede punt.



Rruimen

Nadat de ruimer bij het intredepunt van de boring is gearriveerd, is er een geruimd gat ontstaan met daarin een boorstreng.

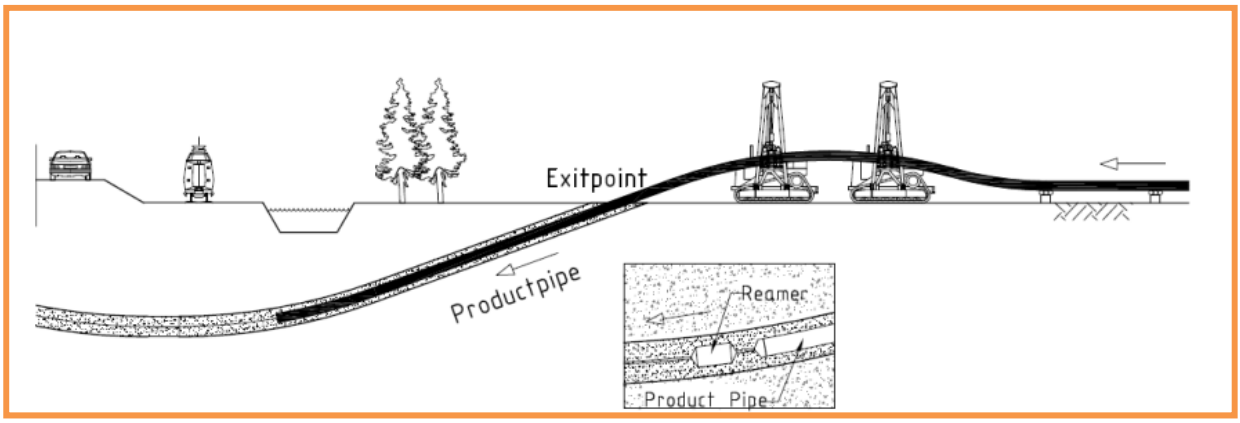
4.6 Intrekken leiding

Nadat het boorgat de gewenste diameter heeft bereikt kan met het intrekken van de bundel worden begonnen. De bundel moet van te voren worden klaargelegd, in de hele lengte van de boring. De buizen worden los in het gat getrokken.

De (samengestelde) bundel wordt in het verlengde van de boring, achter het uittredepunt, klaargelegd. Daar wordt de boorstreng aan de bundel gekoppeld, met een barrelruimer ertussen om evt lokale problemen in het boorgat weg te halen tijdens het intrekken en verse bentoniet in te brengen.

Trekkop, bundel PE pijpen

Door een swivel te gebruiken achter de ruimer, wordt voorkomen dat de roterende beweging van de boorstreng zich doorzet naar de bundel PE leidingen.



Intrekken

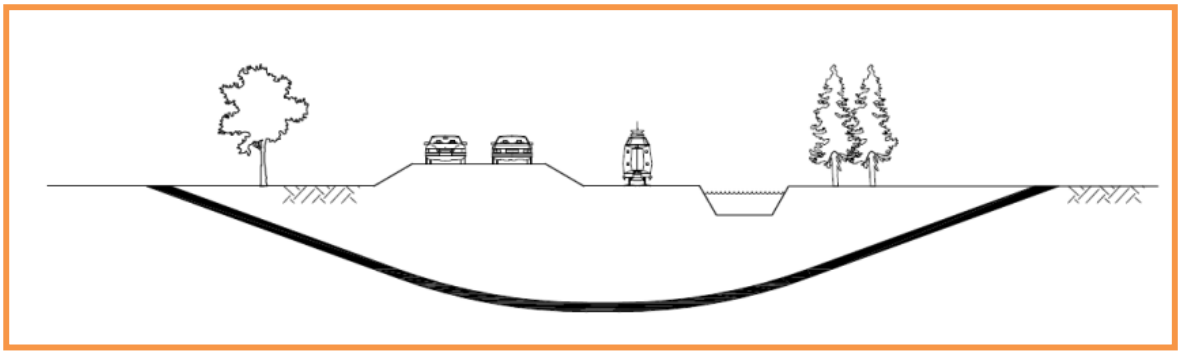
De berekende trekkrachten bedragen 454 kN voor de 380 kV bundel, en 275 kN voor de 150 kV bundel (verwachtingswaarde). De bundels zullen leeg worden ingetrokken. Na het intrekken worden de buizen dan gespoeld met schoon water.
Om te zorgen dat de bundel soepel het boorgat in gaat (de boring komt immers onder een hoek met het maaiveld uit de grond) wordt de leiding iets opgetild om een zogenaamde kattenrug te vormen. De benodigde intrekboog wordt aangegeven op de uitvoeringstekening.

Na het intrekken zal een messenger wire worden aangebracht, en de ducts worden voorzien van een afsluitende cap.

Figuur 8: leiding klaar voor intrekken

Nadat een bundel is geïnstalleerd, wordt de rig omgezet voor de volgende boring, en vangt de procedure zoals beschreven vanaf pilot boring weer aan. Na afloop van de laatste boring

wordt de totale installatie ontmanteld en afgevoerd. De overige kabel- en grondwerken kunnen dan worden verricht.



Eindresultaat

5 BOORVLOEISTOF

5.1 productbeschrijving boorvloeistof en toevoegstoffen

De toe te passen boorvloeistof is een met zoetwater en bentoniet aangemaakte mud systeem. De boorvloeistof vormt een cruciaal onderdeel in het boorproces. Bentoniet is een sterk water bindende, in de natuur voorkomende, ongevaarlijke kleisoort. Voor informatie over bentoniet en de milieubelasting ervan zie bijlage nota VIR-0.000.018.

De spoeling heeft een aantal functies tijdens de boring waarvan de belangrijkste zijn:

- Losspuiten van de grond voor de boorkop (foto)
- Transporteren van de los gespoten grond tot buiten het boorgat
- In suspensie houden van de cuttings als er niet gecirculeerd wordt
- Smeren van de boorstreng en de in te trekken leiding
- Stabiliseren van het boorgat
- Het vormen van een filtercake in de boorgatwand.

De eigenschappen van de boorspoeling, met name de viscositeit, kunnen tijdens de verschillende fasen van het proces worden aangepast aan de gewenste eisen, door veranderingen in de verhouding tussen water en bentoniet.

De boorvloeistof zal in daartoe aangelegde mud bassins dan wel containers worden opgeslagen. De maximaal benodigde capaciteit van de bassins is grofweg anderhalf maal de inhoud van de in te trekken bundel. Transport van de mud zal middels vacuüm trucks door een gespecialiseerd bedrijf worden verzorgt.

Bentoniet flushing out of the nozzles of the fly cutter

5.2 Opslag en transport van boorslurry

Aan pilot zijde zal de mud worden opgeslagen in containers of een daartoe vervaardigt bassin. De boorspoeling welke vrijkomt aan uittrede (tijdens ruimen en intrekken eerste bundel) zal, met vacuümwagens naar de recycling terug getransporteerd worden. Tijdens de laatste intrek operatie zal de mud worden afgevoerd met vacuüm wagens. Er van uitgaande dat de boorspoeling niet verontreinigd is, wordt deze na afloop van de boringen door een daarin gespecialiseerd bedrijf afgevoerd voor hergebruik.

5.3 Mud retour

Tijdens een zeker gedeelte van de ruimfase van de boring komt aan uittrede zijde boorspoeling naar boven; bij de eerste boring wordt deze met vrachtwagens weer terug naar de recycling aan intrede zijde gereden om weer in het proces te worden ingevoerd. Eén van de ingetrokken buizen zal tijdelijk als mud retour worden gebruikt; na intrek van de laatste bundel zal deze worden doorgespoeld met water. Tijdens de laatste intrek operatie zal de mud worden afgevoerd met vacuüm wagens naar een volgende boring, een centrale opslag voor hergebruik of verwerkingsbedrijf. In de overige fasen kan de mud retour worden gepompt door een van de aangelegde leidingen.

6 SPECIFIEKE ISSUES EN MAATREGELEN

6.1 Kwel en maatregelen

Kwel kan tijdens uitvoering van de HDD problematisch zijn daar waar de stijghoogte van een watervoerend pakket of watergang boven het maaiveld uitkomt. Dit is niet het geval, de gemiddelde stijghoogte ligt onder maaiveld.

Na uitvoering van het werk kan kwel echter alsnog optreden, met name een probleem wanneer de ontgraving wordt gemaakt ten behoeve van het maken van de verbinding met de gelegde leiding. Hiertoe worden kleikisten en kwelschermen aangebracht. Dit wordt voorlopig als afdoende beschouwd.

Zie voor de kwelwegberekeningen berekeningsdocument TP13141-doc-01 (VIR-0.000.516).

7 PERSONEEL, ORGANISATIE EN COMMUNICATIE

7.1 Personeel, organisatie en bevoegdheden

De personeelsbezetting is als onderstaand, de daadwerkelijke toewijzing van personen aan het werk zal pas bij uitvoering plaatsvinden.

Personeel 100t Rig

Pilot boring	**Ruimen**	**Intrekken leiding**
1 uitvoerder*	1 uitvoerder*	1 uitvoerder*
1 boormeester	1 boormeester	1 boormeester
1 surveyor	-	-
1 mud man	1 mudman	1 mudman
2 righands	2 righands	2 righands
1 graafmachinist	2 machinisten	2 machinisten
1 voorman, meewerkend	Pipe side operator	

*Part time

De bevoegdheden en verantwoordelijkheden van de uitvoerder en boormeester zijn gegeven als bijlage, onder “Functie omschrijvingen”. Voor de andere functieprofielen wordt volstaan met onderstaande tabel.

Taak	**Bevoegdheden en verantwoordelijkheden**
Project coördinator	Besluit deelname tenderen projecten. Toewijzing en indeling personeel. Coördinatie boringen
Surveyor	Locatie en sturing van boring. Rapportage aan boormeester en uitvoerder
Mud man	Aanmaak en beheer boorspoeling. Rapportage aan uitvoerder
Rig hand	Maken en breken boorstangen, diverse werkzaamheden
Boorhulp	Diverse taken waar nodig, hulp bij hijswerkzaamheden. Bediening overige apparatuur zoals pompen en generatoren
Kraanmachinist	Bediening hijskraan, uitvoeren hijswerkzaamheden.

7.2 Project rapportage

Tijdens de boring rapporteert de surveyor schriftelijk de coördinaten aan de uitvoerder. Indien gewenst kunnen deze tussentijds beschikbaar worden gesteld aan de Opdrachtgever. Na afloop van het project kunnen deze gegevens samengevat worden geleverd met een “as built” tekening.

De boormeester rapporteert tijdens het boren de boorparameters aan de uitvoerder. Dit gaat volgens document als in bijlage. Hierin worden onder meer pompdrukken, daadwerkelijk geboorde tijden, en gebruikte tools vastgelegd. Indien gewenst kunnen deze tussentijds beschikbaar worden gesteld aan Opdrachtgever.

Een samenvatting van deze documenten wordt als dagelijks als rapport door de uitvoerder aan de opdrachtgever verstrekt.

Te allen tijde geldt dat calamiteiten direct aan Opdrachtgever en de projectcoördinator worden gerapporteerd. Dit betreft niet alleen extreme calamiteiten maar ook mogelijk niet kan worden voldaan aan vooraf vastgestelde parameters van het boorproces. Bijvoorbeeld het dreigen te overschrijden van de vooraf berekende maximale trekkracht.

Na afloop van het project worden de afzonderlijke rapportages gebundeld en opgenomen in de boorreportage welke naar het bedrijfsbureau gaat.

7.3 Beoordeling boorlijn

Voorafgaand aan de boring worden de coördinaten ter goedkeuring aan de opdrachtgever verstrekt. Tijdens de pilot boring wordt met een optische gyro minimaal elke boorstang de locatie van de boorkop bepaald. Aan de hand van deze metingen wordt doorlopend bepalen of maatregelen nodig zijn om het vastgelegde traject te vervolgen. De metingen worden gerapporteerd aan de boormeester. De gegevens kunnen indien gewenst dagelijks ter goedkeuring aan de Opdrachtgever worden verstrekt, maar worden in ieder geval na afloop van de pilot aan de Opdrachtgever geleverd.

Na afloop van het project kan indien gewenst een “as built” nameting van de boorlijn gedaan worden. Hiertoe wordt een speciaal daarvoor ontwikkelde optische gyro door eén der aangebrachte leidingen per bundel getrokken, gelijktijdig worden de coördinaten van de leiding opgenomen. De gegevens worden verwerkt in een werktekening, en aan de Klant verstrekt.

8 TIJDSCHEMA / PLANNING

De voorlopige planning van HDD werkzaamheden (booractiviteiten) is gegeven in de bijlage. Voor de overige werkzaamheden wordt verwezen naar VIR-0.000.009 Overallplanning - fase 2 Realisatie.

9 HET IN TE ZETTEN MATERIEEL

9.1 Onderhoudsfilosofie

V&SH heeft vele jaren ervaring met de werking en het onderhoud van de HDD machines. In de loop der jaren is er een database bijgehouden voor de registratie van gebeurtenissen. Te denken valt aan: afbraak, slijtage, onderhoud en andere zaken. Dit stelt ons in staat om de slijtage in te schatten en hierop vooraf te anticiperen. Aan de hand van deze database is er een onderhoudsplan opgesteld. Tevens zijn de relevante reserveonderdelen op locatie aanwezig.
Indien er tijden de werkzaamheden toch een probleem voorkomt zal dit door een monteur (die snel aanwezig kan zijn) worden opgelost. Mocht dit niet mogelijk zijn dan wordt de machine door een andere geschikte machine vervangen.

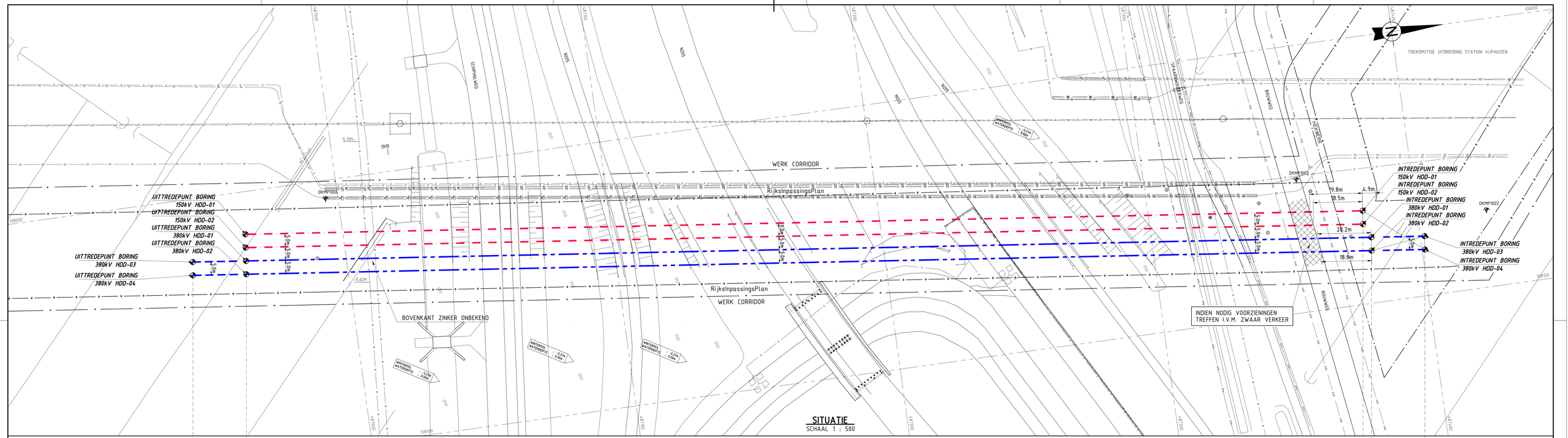
9.2 In te zetten ondergronds materieel

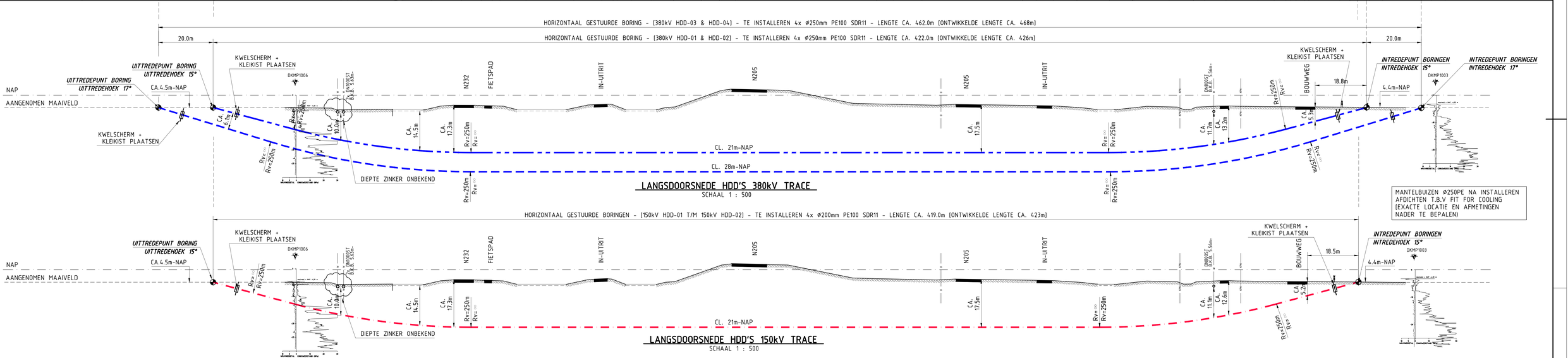
Fase	**Materieel**
Pilot	Milled tooth roller cone Bent sub Optische gyro Boorstangen
Ruimen	Fly cutter / barrel reamer 26” cq. 30”, mogelijk stapsgewijs oplopend tot deze grootte Boorstangen
Intrekken	Swivel Barrel Trekkop D-sluiting Boorstangen

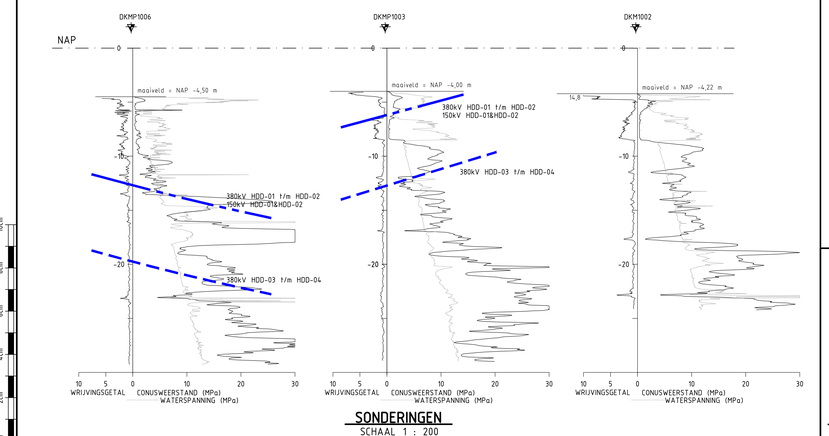
BIJLAGEN

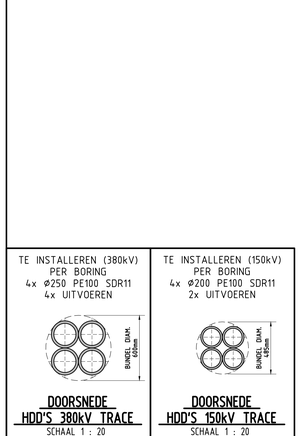
BIJLAGE 1 PROFIEL TEKENING X01 MODEL

#









OPMERKINGEN.
-SITUATIE ONTVANGEN VAN OPDRACHTGEVER
-BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN INGETEKEND A.D.H.V. KLIC GEGEVENS
-LENGTEPROFIEL AFKOMSTIG UIT METING V&SHANAB
-GRONDONDERZOEK AFKOMSTIG VAN FUGRO RAPPORT (OPDR.NR.1010-0117-003)
-DIEPTE LIGGING WRK LEIDINGEN AFKOMSTIG VAN WRK TEKENING – BLAD 502 EN TOEGEVOEGDE RD COORDINATEN
-DIEPTE WATERGANGEN GENOMEN VAN LEGGER HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND.
-FUNDERING VIADUCT N205 AFKOMSTIG UIT PROV. NOORD HOLLAND TEKENING 68065 D.D. 5-7-00

-EXACTE LIGGING BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN VOOR AANVANG WERKZAAMHEDEN NADER TE BEPALEN EN INDIEN NODIG TIJDELIJK OMLEGGEN OF BOORPROFIEL HIEROP AAN TE PASSEN.

COORDINATENLIJST OP BASIS VAN RD		
PUNT OMSCHRIJVING	X	Y
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	108075.42	487381.74
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	108025.86	486962.66
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	108080.39	487381.15
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	108030.83	486962.07
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	108077.77	487401.60
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	108023.52	486942.80
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	108082.73	487401.02
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	108028.48	486942.21
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	108065.14	487379.94
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	108015.93	486963.83
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	108070.10	487379.35
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	108020.90	486963.25

Wijz.	Datum	Omschrijving	Get.	Gez.
2.0	15-11-13	OPMERKINGEN RFA/RFC VERWERKT	SMA	JRH
1.0	02-08-13	DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH
0.1	17-07-13	CONCEPT DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH

VolkerInfra Randstad 380

TenneT Taking power further

Volker Stoel en Funderingen bv
Quarantijnweg 10
3089 KP Rotterdam
Postbus 54548
3008 KA Rotterdam
Telefoon 010-2992288
Telefax 010-2992277
Handelsreg. Rotterdam 24229578

OPDRACHTGEVER : TENNET

PROJECT : RANDSTAD NOORD 380kV & 150kV

BENAMING : ALGEMEEN PLAN 380kV & 150kV TRACE HDD'S ONDER N205

Bijz. :	-
Schaal :	1 : 500
Datum :	17-07-13
Get. :	SMA
Gez. :	JRH
Formaat :	A0

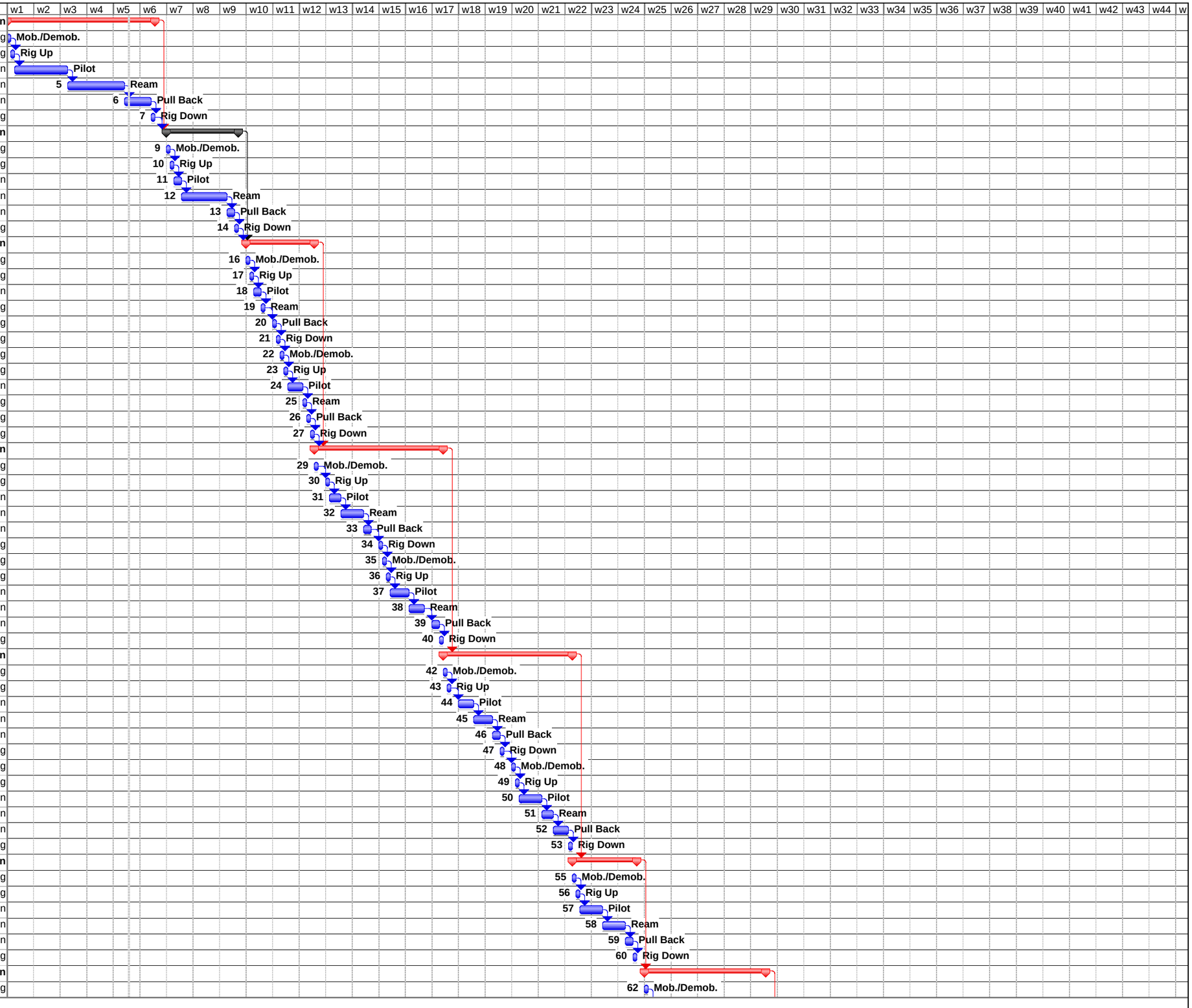
Tekening Nr. : VIR-0.000.501 — Wijz. : 2.0

Referentie Nr. : TP13141-K-X-01

BIJLAGE 2 PLANNING BOORACTIVITEITEN

#

Id	Taaknaam	Duur
1	**TP13141-K-X-01 N205 (100T)**	**29 dagen**
2	Mob./Demob.	1 dag
3	Rig Up	1 dag
4	Pilot	10 dagen
5	Ream	11 dagen
6	Pull Back	5 dagen
7	Rig Down	1 dag
8	**TP13141-K-X-02 Kromme Spieringweg (27T)**	**15 dagen**
9	Mob./Demob.	1 dag
10	Rig Up	1 dag
11	Pilot	2 dagen
12	Ream	8 dagen
13	Pull Back	2 dagen
14	Rig Down	1 dag
15	**TP13141-K-X-03 N201 / Kruisweg (100T)**	**14 dagen**
16	Mob./Demob.	1 dag
17	Rig Up	1 dag
18	Pilot	2 dagen
19	Ream	1 dag
20	Pull Back	1 dag
21	Rig Down	1 dag
22	Mob./Demob.	1 dag
23	Rig Up	1 dag
24	Pilot	2 dagen
25	Ream	1 dag
26	Pull Back	1 dag
27	Rig Down	1 dag
28	**TP13141-K-X-05 Larense Laan (100T)**	**24 dagen**
29	Mob./Demob.	1 dag
30	Rig Up	1 dag
31	Pilot	3 dagen
32	Ream	4 dagen
33	Pull Back	2 dagen
34	Rig Down	1 dag
35	Mob./Demob.	1 dag
36	Rig Up	1 dag
37	Pilot	3 dagen
38	Ream	4 dagen
39	Pull Back	2 dagen
40	Rig Down	1 dag
41	**TP13141-K-X-08 Bennebroekerweg (100T)**	**24 dagen**
42	Mob./Demob.	1 dag
43	Rig Up	1 dag
44	Pilot	4 dagen
45	Ream	3 dagen
46	Pull Back	2 dagen
47	Rig Down	1 dag
48	Mob./Demob.	1 dag
49	Rig Up	1 dag
50	Pilot	4 dagen
51	Ream	3 dagen
52	Pull Back	2 dagen
53	Rig Down	1 dag
54	**TP13141-K-X-04 Rietsingel (100T)**	**13 dagen**
55	Mob./Demob.	1 dag
56	Rig Up	1 dag
57	Pilot	4 dagen
58	Ream	4 dagen
59	Pull Back	2 dagen
60	Rig Down	1 dag
61	**TP13141-K-X-06 Deltaweg (100T)**	**24 dagen**
62	Mob./Demob.	1 dag



Visser & Smit Hanab

Id	Taaknaam	Duur
63	Rig Up	1 dag
64	Pilot	2 dagen
65	Ream	5 dagen
66	Pull Back	2 dagen
67	Rig Down	1 dag
68	Mob./Demob.	1 dag
69	Rig Up	1 dag
70	Pilot	2 dagen
71	Ream	5 dagen
72	Pull Back	2 dagen
73	Rig Down	1 dag
74	**TP13141-K-X-07 Altenapad (27T)**	**36 dagen**
75	Mob./Demob.	1 dag
76	Rig Up	1 dag
77	Pilot	4 dagen
78	Ream	7 dagen
79	Pull Back	4 dagen
80	Rig Down	1 dag
81	Mob./Demob.	1 dag
82	Rig Up	1 dag
83	Pilot	4 dagen
84	Ream	7 dagen
85	Pull Back	4 dagen
86	Rig Down	1 dag
87	**TP13141-K-X-09 Leimuiderweg (27T)**	**6 dagen**
88	Mob./Demob.	1 dag
89	Rig Up	1 dag
90	Pilot	1 dag
91	Ream	1 dag
92	Pull Back	1 dag
93	Rig Down	1 dag
94	**TP13141-K-X-10 Lisserweg (27T)**	**6 dagen**
95	Mob./Demob.	1 dag
96	Rig Up	1 dag
97	Pilot	1 dag
98	Ream	1 dag
99	Pull Back	1 dag
100	Rig Down	1 dag
101	**TP13141-K-X-11 Nieuwerkerkertocht (27T)**	**6 dagen**
102	Mob./Demob.	1 dag
103	Rig Up	1 dag
104	Pilot	1 dag
105	Ream	1 dag
106	Pull Back	1 dag
107	Rig Down	1 dag

Visser & Smit Hanab

BIJLAGE 3 TREKKRACHT EN MUDDRUK BEREKENINGEN

Trekkrachtenberekening van een HD boring volgens de NEN 3650-1:2012

rev 31, 22-08-2011

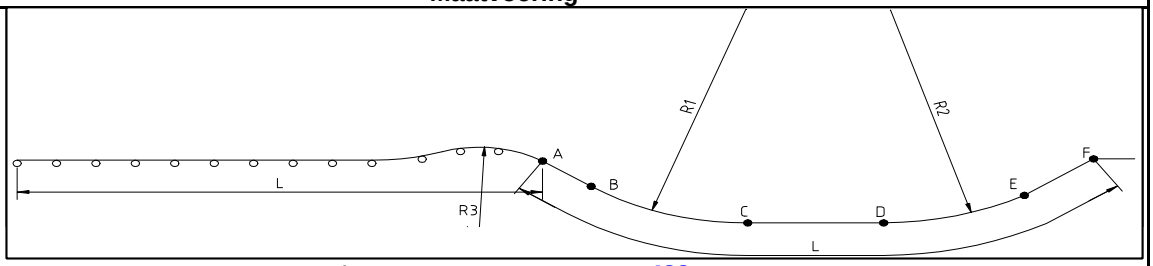
INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad 380kV Noordring**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-01 150kV HDD 1 en 2 kruising N205 t.h.v. Vijfhuizen**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens			
Uitwendige diameter	D_o	**200**	mm
Wanddikte	d	**18,2**	mm
Dikte externe coating	c-e	**0**	mm
Soortelijk gewicht externe coating	sg-e	**0**	kg/m^3
Dikte interne coating	c-i	**0**	mm
Soortelijk gewicht interne coating	sg-i	**0**	kg/m^3
API/DIN17172/EN10208/PE materiaal/ GY		**pe100**	
buizen met flexibele verbindingen		**nee**	
Elasticiteitsmodulus	E	1200	N/mm2
Soortelijk gewicht buis	sg	955	kg/m3

Maatvoering

Schets



Lengte boring	L	**423**	m		
Afstand	A-B	**31**	m		
Afstand	A-C	**96**	m	A-H1	**96** m
Afstand	A-D	**326**	m	A-H2	**326** m
Afstand	A-E	**391**	m		
Afstand	A-F	**423**	m		
Straal boor profiel	R_1	**250**	m	excl. 10% marge	
Horizontale straal boor profiel	R_{hor}	**0**			
Straal boor profiel	R_2	**250**	m	excl. 10% marge	
Straal rollenbaan	R_3	**50**	m		
Uittredehoek [pijp zijde]	α_u	**15**	graden	(bij punt A)	
Hellingshoek middenstuk	α_m	**0**	graden	(+ naar beneden ri. rig zijde)	
Horizontale hoek middenstuk	a_{hor}	**0**	graden		
Intredehoek [rig zijde]	α_i	**15**	graden	(bij punt F)	
Aantal buizen	aantal, n	**4**	buis/buizen	--	

Bundel gekoppeld		**nee**			
Buisvulling in boorgat	**leeg**			Buisvulling (water) ook op rolstellen	**nee**
Extra buisvulling in boorgat	**0,00** kN/m^1	per buis		Extra buisvulling ook op rolstellen	**nee**
Streng wordt uitgelegd op	**rollen > NEN3650**			Afstand tussen rolstellen	**10** m
Wrijvingscoefficienten volgens		**NEN3650:2012**			
Pipe Pusher capaciteit	**0**	kN		**nee**	
Invloed helling op wrijvingskrachten meenemen				**nee**	

SAMENVATTING RESULTATEN

Benodigde trekkracht vlgs de NEN	F trek buis	**275**	kN	27 ton
Sl max in boorgat	Sl	**6,8**	N/mm2	
Sl max tijdens intrekken	Sl	**5,5**	N/mm2	
		67,9	% S-toel	**Voldoet! <100 %**

BEREKENING

Uitgangspunten			
Belastingsfactor	f	1,1	
Onzekerheidsfactor op f1, f2 ,f3	j	1,8	
Wrijvingscoef. rollenbaan/maaiveld	f_1	0,1	
Schuifspanning leiding-boorvloeistof	f_2	0,00005	N/mm^2
Wrijvingscoef. leiding-boorwand	f_3	0,2	

Diverse gegevens							
Toelaatbare korteduur treksterkte	S-toel		10	N/mm^2			
Soortelijk gewicht bentoniet	sg		**1200**	kg/m^3			
Doorsnedeoppervlak	Abuis		10395	mm^2		per buis	
Weerstandsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^3			
Traagheidsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^4			
Weerstandmoment	W		433754	mm^3		per buis	
Traagheidsmoment	I		43375426	mm^4		per buis	
Weerstandmoment reken	W_{reken}		1735017	mm^3	voor:	4	buis/buiz
Traagheidsmoment reken	I_{reken}		173501703	mm^4	voor:	4	buis/buiz
gewicht buis x aantal (incl coat.)	g	omlaag	0,3971	kN/m1streng		"	
gewicht vull x aantal buizen	g vull	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
gewicht extra vull x aantal buizen	g extra	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
opdrijving x aantal buizen	g opw	omhoog	-1,5080	kN/m1streng		"	
g eff in gat = g-gopw	g eff	omhoog	-1,1109	kN/m1streng		"	
g eff op rolstellen	g eff	omlaag	0,3971	kN/m1streng		"	
λ = sqrt(sqrt(k_vxB/4/E/I))	λ		0,002244	mm^{-1}			
Beddingsconstante	k_v		**0,04**	N/mm^3		"	
Oplegbreedte van de bundel	B		528	mm			
Q_{r1} = 0.322xlamda2xExI/B/R_1	Q_{r1}		0,0028	N/mm^2		"	
Q_{rh} = 0.322xlamda2xExI/B/R_h	Q_{rh}		0,0000	N/mm^2		"	
Q_{r2} = 0.322xlamda2xExI/B/R_2	Q_{r2}		0,0028	N/mm^2		"	
Reductiefactor voor bundel = n x 1/n^0.3	b'		2,639	x Omtrek van een buis			

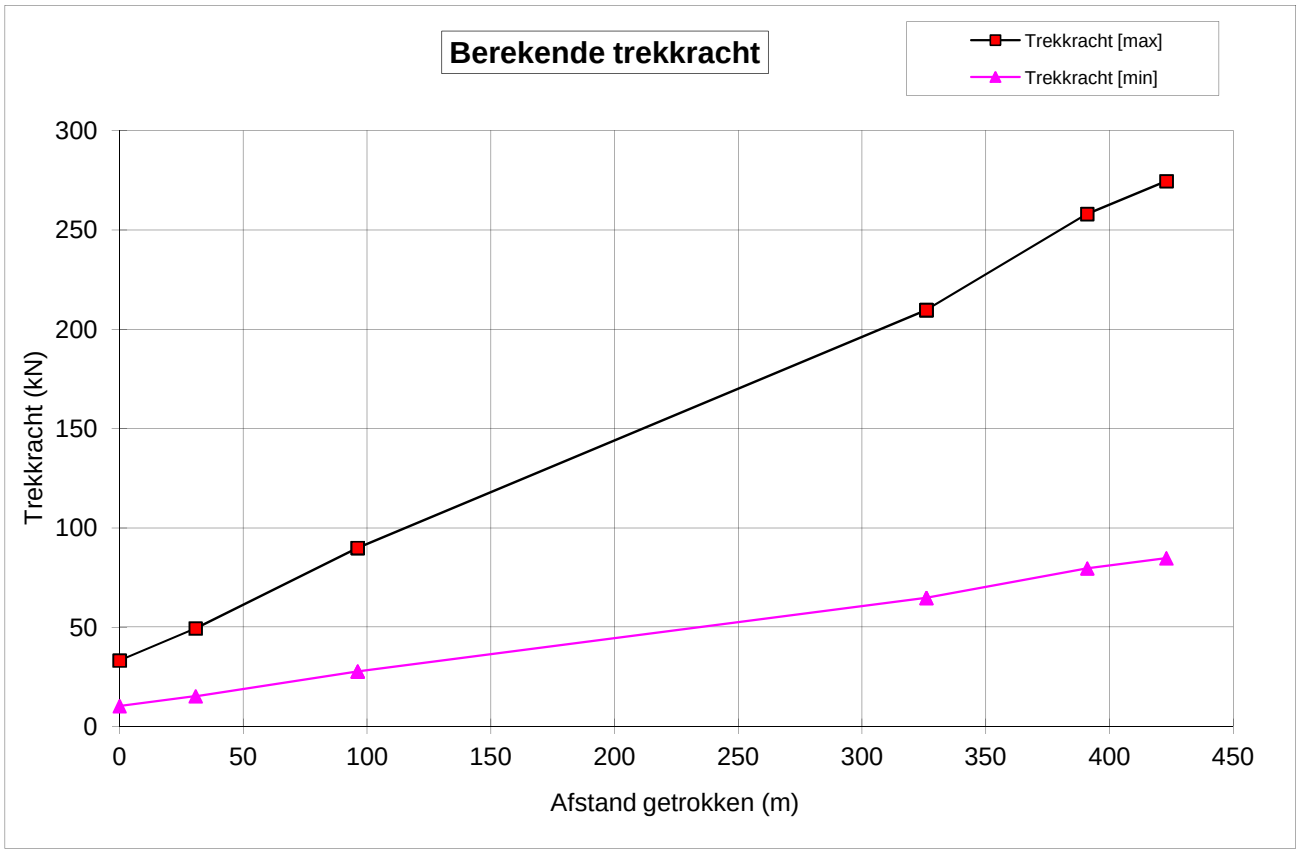
Trekkracht								
Punt	A	B	C	H1	H2	D	E	F
	Start/ rollen	Recht	Bocht		Midden		Bocht	Rig
L (m)	423	392	327	327	97	97	32	0
T_1 (kN)	18,48	17,14	14,27	14,27	4,24	4,24	1,40	0
L_2 (m)	0	31	66	0	230	0	65	32
T_2 (kN)	0	10,30	21,98	0,00	77,12	0,00	21,81	10,74
T_{3a} (kN)	0	0	0,92	0,00	0,00	0,00	0,92	0
T_{3b} (kN)	0	0	2,45	2,45	1,93	1,93	8,87	9
F x f (totale kracht, kN)	18	27	50	50	116	116	143	153
F_d = F x f x j (kN)	33	49	90	90	210	210	258	275

De te verwachten trekkracht ligt tussen 85 kN en 275 kN
De NEN adviseert de trekcapaciteit van de rig hoger te kiezen, namelijk 305 kN
De rigcapaciteit kan anders gekozen worden afhankelijk van lokale ervaring en grondgesteldheid

Spanningen in boorgat								
Totale spanning in boorgat								
Sl = Ftrek/A/aantal	0,8	1,2	2,2	2,2	5,0	5,0	6,2	6,6
Sl = f x (I / W) / R	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Sl tot	0,8	1,2	2,7	2,2	5,0	5,0	6,8	6,6

Spanningen op rollenbaan					
Totale spanning op rollenbaan, lege leiding, zonder extra vulling					
Sr kromming = f x E x (I / W) / R		Sr	2,6	N/mm2	
M buig = f x 1/12 x g/aantal x L^2		M	3,6	kNm	total
Sl = M buig /W + Sr +Ftrek/A/aantal		Sl	5,5	N/mm2	

GRAFIEK


Berekende trekkracht
Trekkracht [max]
Trekkracht [min]
Trekkracht (kN)
300
250
200
150
100
50
0
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
Afstand getrokken (m)

Trekkrachtenberekening van een HD boring volgens de NEN 3650-1:2012

rev 31, 22-08-2011

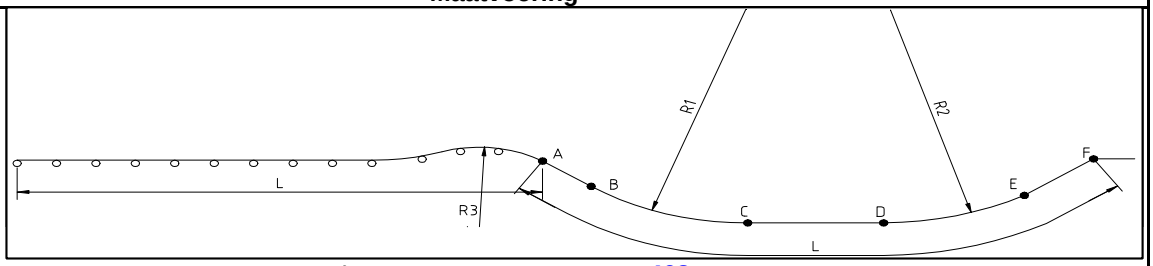
INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad 380kV Noordring**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-01 380kV HDD 3 en 4 kruising N205 t.h.v. Vijfhuizen**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens			
Uitwendige diameter	D_o	**250**	mm
Wanddikte	d	**22,7**	mm
Dikte externe coating	c-e	**0**	mm
Soortelijk gewicht externe coating	sg-e	**0**	kg/m^3
Dikte interne coating	c-i	**0**	mm
Soortelijk gewicht interne coating	sg-i	**0**	kg/m^3
API/DIN17172/EN10208/PE materiaal/ GY		**pe100**	
buizen met flexibele verbindingen		**nee**	
Elasticiteitsmodulus	E	1200	N/mm2
Soortelijk gewicht buis	sg	955	kg/m3

Maatvoering

Schets



Lengte boring	L	**468**	m		
Afstand	A-B	**43**	m		
Afstand	A-C	**117**	m	A-H1	**117** m
Afstand	A-D	**351**	m	A-H2	**351** m
Afstand	A-E	**425**	m		
Afstand	A-F	**468**	m		
Straal boor profiel	R_1	**250**	m	excl. 10% marge	
Horizontale straal boor profiel	R_{hor}	**0**			
Straal boor profiel	R_2	**250**	m	excl. 10% marge	
Straal rollenbaan	R_3	**50**	m		
Uittredehoek [pijp zijde]	α_u	**17**	graden	(bij punt A)	
Hellingshoek middenstuk	α_m	**0**	graden	(+ naar beneden ri. rig zijde)	
Horizontale hoek middenstuk	a_{hor}	**0**	graden		
Intredehoek [rig zijde]	α_i	**17**	graden	(bij punt F)	
Aantal buizen	aantal, n	**4**	buis/buizen	--	
Bundel gekoppeld		**nee**			
Buisvulling in boorgat	**leeg**			Buisvulling (water) ook op rolstellen	**nee**
Extra buisvulling in boorgat	**0,00** kN/m^1	per buis		Extra buisvulling ook op rolstellen	**nee**
Streng wordt uitgelegd op	**rollen > NEN3650**			Afstand tussen rolstellen	**10** m
Wrijvingscoefficienten volgens		**NEN3650:2012**			
Pipe Pusher capaciteit	**0**	kN		**nee**	
Invloed helling op wrijvingskrachten meenemen				**nee**	

SAMENVATTING RESULTATEN

Benodigde trekkracht vlgs de NEN	F trek buis	**454**	kN	45 ton
Sl max in boorgat	Sl	**7,2**	N/mm2	
Sl max tijdens intrekken	Sl	**5,9**	N/mm2	
		72,4	% S-toel	**Voldoet! <100 %**

BEREKENING

Uitgangspunten			
Belastingsfactor	f	1,1	
Onzekerheidsfactor op f1, f2 ,f3	j	1,8	
Wrijvingscoef. rollenbaan/maaiveld	f_1	0,1	
Schuifspanning leiding-boorvloeistof	f_2	0,00005	N/mm^2
Wrijvingscoef. leiding-boorwand	f_3	0,2	

Diverse gegevens							
Toelaatbare korteduur treksterkte	S-toel		10	N/mm^2			
Soortelijk gewicht bentoniet	sg		**1200**	kg/m^3			
Doorsnedeoppervlak	Abuis		16210	mm^2		per buis	
Weerstandsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^3			
Traagheidsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^4			
Weerstandmoment	W		845832	mm^3		per buis	
Traagheidsmoment	I		105728989	mm^4		per buis	
Weerstandmoment reken	W_{reken}		3383328	mm^3	voor:	4	buis/buiz
Traagheidsmoment reken	I_{reken}		422915957	mm^4	voor:	4	buis/buiz
gewicht buis x aantal (incl coat.)	g	omlaag	0,6192	kN/m1streng		"	
gewicht vull x aantal buizen	g vull	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
gewicht extra vull x aantal buizen	g extra	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
opdrijving x aantal buizen	g opw	omhoog	-2,3562	kN/m1streng		"	
g eff in gat = g-gopw	g eff	omhoog	-1,7370	kN/m1streng		"	
g eff op rolstellen	g eff	omlaag	0,6192	kN/m1streng		"	
λ = sqrt(sqrt(k_vxB/4/E/I))	λ		0,001899	mm^{-1}			
Beddingsconstante	k_v		**0,04**	N/mm^3		"	
Oplegbreedte van de bundel	B		660	mm			
Q_{r1} = 0.322xlamda2xExI/B/R_1	Q_{r1}		0,0040	N/mm^2		"	
Q_{rh} = 0.322xlamda2xExI/B/R_h	Q_{rh}		0,0000	N/mm^2		"	
Q_{r2} = 0.322xlamda2xExI/B/R_2	Q_{r2}		0,0040	N/mm^2		"	
Reductiefactor voor bundel = n x 1/n^0.3	b'		2,639	x Omtrek van een buis			

Trekkracht								
Punt	A	B	C	H1	H2	D	E	F
	Start/ rollen	Recht	Bocht		Midden		Bocht	Rig
L (m)	468	425	351	351	117	117	43	0
T_1 (kN)	31,88	28,95	23,90	23,90	7,97	7,97	2,93	0
L_2 (m)	0	43	74	0	234	0	74	43
T_2 (kN)	0	21,28	36,81	0,00	116,05	0,00	36,71	21,33
T_{3a} (kN)	0	0	1,91	0,00	0,00	0,00	1,91	0
T_{3b} (kN)	0	0	4,90	4,90	3,96	3,96	16,69	16
F x f (totale kracht, kN)	32	50	89	89	188	188	234	252
F_d = F x f x j (kN)	57	90	160	160	338	338	422	454

De te verwachten trekkracht ligt tussen 140 kN en 454 kN

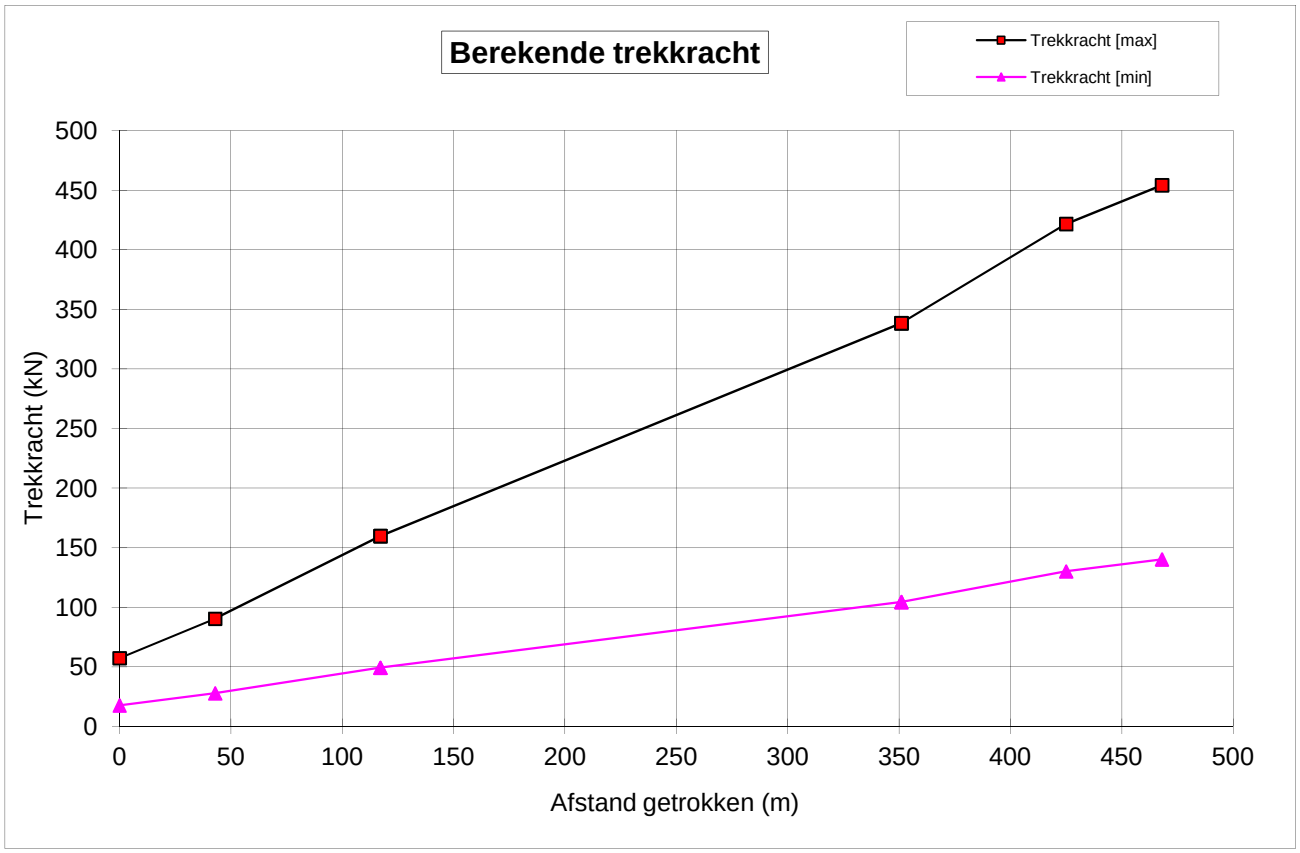
De NEN adviseert de trekcapaciteit van de rig hoger te kiezen, namelijk 505 kN

De rigcapaciteit kan anders gekozen worden afhankelijk van lokale ervaring en grondgesteldheid

Spanningen in boorgat								
Totale spanning in boorgat								
Sl = Ftrek/A/aantal	0,9	1,4	2,5	2,5	5,2	5,2	6,5	7,0
Sl = f x (I / W) / R	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
Sl tot	0,9	1,4	3,2	2,5	5,2	5,2	7,2	7,0

Spanningen op rollenbaan					
Totale spanning op rollenbaan, lege leiding, zonder extra vulling					
Sr kromming = f x E x (I / W) / R		Sr	3,3	N/mm2	
M buig = f x 1/12 x g/aantal x L^2		M	5,7	kNm	total
Sl = M buig /W + Sr +Ftrek/A/aantal		Sl	5,9	N/mm2	

GRAFIEK


Berekende trekkracht
Trekkracht [max]
Trekkracht [min]
Trekkracht (kN)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
Afstand getrokken (m)

Muddrukken bij horizontaal gestuurde boring volgens NEN3650-1:2012 E.2

rev. 33, 25-10-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad 380kV Noordring**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-01 380kV HDD1 en 2 kruising N205 t.h.v. Vijfhuizen**
Berekend door	**EHO**

Te installeren buis of bundel			
Uitwendige diameter buis/bundel	d	**600**	mm

Boorstelling			
Type boorstelling		**100**	ton
Uitwendige diameter pilotbuis	d-uitw.	127	mm
Inwendige diameter pilotbuis	d-inw.	109	mm

Boorvloeistof			
Volumegewicht boorvloeistof	v_{bo}	**10,50**	kN/m^3
Volumegewicht grond / boorvloeistof mengsel	v_b	**12,00**	kN/m^3
Schijnbare viscositeit	visc	**100**	MarshFunnelseconden
Yieldpoint boorvloeistof	y_b	**0,01**	kN/m^2
Viscositeit	eta	0,11	Pas
Boorbuizen			
Lengte boorbuis	L	6	m
Lengte koppeling	L-kopp	0,5	m
Inwendige diameter koppeling	d-kop	89	mm
Nik. Ruwheid	k	1	mm

SAMENVATTING INVOER/RESULTATEN

Lokatie	Omschrijving	Afstand tot intredepunt	Diepte cl t.o.v ref. lijn [m]	Pmin* in pilot gat	Pmax* toelaatbaar in gat tijdens ruimen
IN	Intredepunt	**0,0**	**0,0** m	-	0 kN/m2
A		**57,7**	**-13,8** m	180	389 kN/m2
B		**94,7**	**-16,5** m	222	478 kN/m2
C		**123,2**	**-16,5** m	229	570 kN/m2
D		**146,4**	**-16,5** m	235	580 kN/m2
E		**180,2**	**-16,5** m	243	560 kN/m2
F		**212,7**	**-16,5** m	251	676 kN/m2
G		**233,9**	**-16,5** m	257	680 kN/m2
H		**253,7**	**-16,5** m	262	529 kN/m2
I		**280,3**	**-16,5** m	268	555 kN/m2
J		**302,0**	**-16,5** m	274	497 kN/m2
K		**330,4**	**-16,5** m	281	547 kN/m2
L		**352,1**	**-15,3** m	272	414 kN/m2
M		**387,4**	**-9,3** m	209	229 kN/m2
UIT	Uittredepunt	**422,0**	**-0,1** m	-	0 kN/m2
				Pmin benodigd bij max. mud debiet	

noot *: Pmin in pilot gat vergelijken met Pmax tijdens ruimen is de meest ongunstige benadering

Berekening van de maximaal toelaatbare boorvloeistofdrukken P'max volgens NEN 3650-1:2003 bijlage E.2

INVOER/UITVOER

Lokatie	IN	A	B	C	D	
Grondsoort (zand / klei)	-	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	
Gronddekking	-	**14,1**	**14,7**	**17,2**	**17,6**	m
Diepte water onder mv (+)	-	**1,6**	**-0,5**	**2**	**2,3**	m
Hoek inwendige wrijving	-	**27,5**	**30**	**32,5**	**32,5**	gr
Volumegewicht nat	-	**18**	**19**	**20**	**20**	kN/m3
Volumegewicht droog	-	**16**	**17**	**18**	**18**	kN/m3
Cohesie	-	**0**	**0**	**0**	**0**	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	-	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	
CPT Conusweerstand: qc	-	**5**	**8**	**8**	**8**	MPa
Rpmax	-	0,45	0,53	0,44	0,43	m
Elasticiteitsmodulus	-	9500	15200	15200	15200	kN/m2
P'max in gat		389	478	570	580	kN/m2

Location	E	F	G	H	I	
Grondsoort (zand / klei)	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	
Gronddekking	**17,8**	**22,8**	**23**	**16,6**	**17,6**	m
Diepte water onder mv (+)	**2,5**	**7,5**	**7,7**	**1,4**	**2,4**	m
Hoek inwendige wrijving	**32,5**	**32,5**	**32,5**	**32,5**	**32,5**	gr
Volumegewicht nat	**19**	**19**	**19**	**19**	**19**	kN/m3
Volumegewicht droog	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	kN/m3
Cohesie	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	
CPT Conusweerstand: qc	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	MPa
Rpmax	0,45	0,37	0,37	0,47	0,45	m
Elasticiteitsmodulus	15200	15200	15200	15200	15200	kN/m2
P'max in gat	560	676	680	529	555	kN/m2

Location	J	K	L	M	UIT	
Grondsoort (zand / klei)	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	-	
Gronddekking	**15,2**	**17,3**	**14**	**9,2**	-	m
Diepte water onder mv (+)	**-0,5**	**2,1**	**-0,5**	**1,1**	-	m
Hoek inwendige wrijving	**32,5**	**32,5**	**30**	**27,5**	-	gr
Volumegewicht nat	**19**	**19**	**19**	**18**	-	kN/m3
Volumegewicht droog	**17**	**17**	**17**	**16**	-	kN/m3
Cohesie	**0**	**0**	**0**	**0**	-	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	-	
CPT Conusweerstand: qc	**8**	**8**	**5**	**2**	-	MPa
Rpmax	0,51	0,46	0,43	0,35	-	m
Elasticiteitsmodulus	15200	15200	9500	3800	-	kN/m2
P'max in gat	497	547	414	229		kN/m2

Inhoudsopgave

Bijlage 9	Algemeen plan HDD's onder Drie Merenweg (2) (N205) VIR-0.000.506
Bijlage 10	Berekeningen X-06 HDD kruising provinciale weg N205 t.h.v. Hoofddorp VIR-0.000.521
Bijlage 11	Werkmethode HDD TP13141-K-X-06 Deltaweg VIR-0.000.532
Bijlage 12	Algemeen plan HDD's onder Kruisweg (N201) VIR-0.000.503
Bijlage 13	Berekeningen X-03 HDD kruising provinciale weg N201 t.h.v. Cruquius VIR-0.000.518
Bijlage 14	Algemeen plan HDD's langs N207 VIR-0.000.509

Bijlage 9

Algemeen plan HDD's onder Drie Merenweg (2) (N205)

SITUATIE
SCHAAL 1 : 500

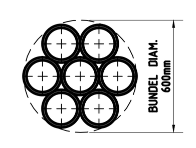
HORIZONTAAL GESTUURDE BORINGEN - [150kV HDD-01] - TE INSTALLEREN 7x ø200mm PE100 SDR11 - LENGTE CA. 710m [ONTWIKKELDE LENGTE CA. 716m]

LANGSDOORSNEDE
SCHAAL 1 : 500

COORDINATENLIJST OP BASIS VAN RD		
PUNT OMSCHRIJVING	X	Y
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	103416.61	480803.48
HDD-01 TG-01	103777.36	480450.40
HDD-01 KP	103834.65	480394.33
HDD-01 TG-02	103911.44	480371.33
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	103957.45	480357.55
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	103411.18	480798.30
HDD-02 TG-01	103776.05	480442.64
HDD-02 KP	103833.20	480386.93
HDD-02 TG-02	103909.66	480364.03
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	103951.76	480351.42

SONDERINGEN
SCHAAL 1 : 200

TE INSTALLEREN (150kV)
PER BORING
7x ø200 PE100 SDR11
2x UITVOEREN



DOORSNEDE HDD'S 150kV TRACE
SCHAAL 1 : 20

OPMERKINGEN:
-SITUATIE ONTVANGEN VAN OPDRACHTGEVER
-BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN INGETEKEND A.D.H.V. KLIC GEGEVENS
-GRONDONDERZOEK AFKOMSTIG VAN FUGRO RAPPORT (OPDR.NR.1010-0117-003)
-INFORMATIE BESTAANDE HDD'S LIANDER AFKOMSTIG UIT KLEVER B.V. TEKENINGEN 09-08 EN 09-09
-DIEPTE WATERGANGEN GENOMEN VAN LEGGER HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND.

-EXACTE LIGGING BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN VOOR AANVANG WERKZAAMHEDEN NADER TE BEPALEN EN INDIEN NODIG TIJDELIJK OMLEGGEN OF BOORPROFIEL HIEROP AAN TE PASSEN.

Wijz.	Datum	Omschrijving	Get.	Gez.
1.0	02-08-13	DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH
0.1	17-07-13	CONCEPT DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH

VolkerInfra Randstad 380
TenneT Taking power further

Volker Staal en Funderingen bv
Quarantaineweg 10
3089 KP Rotterdam
Postbus 54548
3008 KA Rotterdam
Telefoon 010-2992288
Telefax 010-2992277
Handelsreg. Rotterdam 24229578

OPDRACHTGEVER : TENNET
PROJECT : RANDSTAD NOORD 380kV & 150kV
BENAMING : ALGEMEEN PLAN 150kV TRACE HDD'S ONDER DRIE MERENWEG (N205)

Bijz. :	-
Schaal :	1 : 500
Datum :	17-07-13
Get. :	SMA
Gez. :	JRH
Formaat :	A0

Tekening Nr. : VIR-0.000.506
Referentie Nr. : TP13141-K-X-06
WIJZ. : 1.0

Date: 26-07-2013 / Time: 08:44 / Drawing: G:\OCT\2013\TP13141\Technologie\KABELWRK\STRUC\X-06.dwg

Bijlage 10

Berekeningen X-06 HDD kruising provinciale weg N205 t.h.v. Hoofddorp

Berekeningen X-06 HDD's kruising Provinciale weg N205 te Hoofddorp

Civiele Werkzaamheden R380 Noordring Perceel 1: Vijfhuizen – Zuidelijke Ringvaart

Documentnummer:	:	VIR-0.000.521
Referentienummer:	:	TP13141-doc-06
Documentstatus:	:	Definitief
Datum:	:	02-08-2013
Versie:	:	1.0

Opdrachtgever:

TenneT
Taking power further

VolkerInfra
Randstad 380

Opdrachtnemer:

	Naam	Functie	Paraaf	Datum
Opsteller	E.M.P. Hooglander	Civil Engineer		02-08-2013
Gecontroleerd	J. Hermus	Groepsleider Civiel		02-08-2013
Gecontroleerd	M. Molema	Disciplineleider		02-08-2013
Geautoriseerd / Vrijgave	M. Roohé	Projectmanager		

DOCUMENT HISTORIE

Revisie	Omschrijving/Belangrijkste wijzigingen	Datum
0.1	Concept definitief ontwerp	17-07-2013
1.0	Definitief Ontwerp	02-08-2013

Inhoud

1. Inleiding 4

2. Uitgangspunten 5

2.1 Algemeen 5
2.2 Berekening muddrukken tijdens het boren 5
2.3 Berekening trekkracht tijdens het installeren van de buis 5
2.4 Berekening sterkte van de mantelbuizen in de gebruiksfase 5
2.5 Kwelproblematiek 6
2.5.1 Kwel tijdens de uitvoering van de boring 6
2.5.2 Kwel tijdens het maken dan de aansluiting 6
2.5.3 Kwel op lange termijn 6

3. Conclusies 7

3.1 Muddrukken tijdens boren 7
3.2 Sterkte tijdens installeren 7
3.3 Sterkte mantelbuizen tijdens gebruik 8

4. Bijlagen 9

4.1 Tekening VIR-0.000506, Referentienr. TP13141-K-X-06 9
4.2 Muddrukberekening 10
4.3 Trekkrachten berekening 11
4.4 Sterkteberekening mantelbuizen in de gebruiksfase 12
4.5 Grondonderzoek 13

1. Inleiding

In de Randstad wordt de komende jaren een sterke toename verwacht in de vraag naar electriciteit. Om de elektriciteitsvoorziening in de toekomst veilig te stellen wordt er door TenneT een nieuwe 380kV hoogspanningsverbinding tussen Beverwijk – Vijfhuizen – Bleiswijk – Wateringen gerealiseerd. Dit project wordt Randstad380kV genoemd.

Project Randstad380 Noordring is de tweede fase van het project en bestaat uit een hoogspanningsverbinding van Beverwijk via Vijfhuizen naar Bleiswijk.

Naast de aanleg van een 380kV hoogspanningsverbinding wordt er ook een 150kV hoogspanningsverbinding gerealiseerd. In verband met de aanleg van deze 150kV hoogspanningsverbinding moet de N205 ter hoogte van Hoofddorp gekruist worden. Deze kruising wordt uitgevoerd door middel van twee horizontaal gestuurde boringen. In de boringen worden de volgende mantelbuizen geïnstalleerd:

150kV :
- HDD 01 7x Ø200 PE100 SDR11
- HDD 02 7x Ø200 PE100 SDR11

In dit rapport worden de voor de boringen benodigde berekeningen uitgevoerd.

Hiertoe worden de volgende aspecten bekeken:

- De bij het boren te verwachten muddrukken en de maximaal toelaatbare muddrukken.
- De benodigde trekkracht voor het intrekken van de mantelbuizen en de hierbij optredende spanningen in de buizen.
- De sterkte van de mantelbuizen in de gebruiksfase.
- Mogelijke kwelproblematiek.

Bovenstaande berekeningen worden uitgevoerd met spreadsheet-programma’s.

Uitgangspunten van deze berekeningen zijn de normen:

- NEN 3650-1:2012, Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1 algemeen
- NEN 3650-3:2012 ontwerp, Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 3 Kunststoffen
- NEN 3651:2012, Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken.

Grondonderzoek:

- Gegevens grondonderzoek afkomstig van Fugro, opdrachtnr. 1010-0117-003 Bijlage 4.5

Bijbehorende tekeningen:

- Algemeen plantekening op A4 formaat Bijlage 4.1

2. Uitgangspunten

2.1 Algemeen

De belangrijkste ontwerpgegevens van de mantelbuizen, die gelden voor de boringen:

Kenmerk	**150kV** HDD 1 en HDD 2
Materiaal	PE
Kwaliteit	PE100
Treksterkte	10 N/mm^2
Aantal buizen	7 (per boring)
Diameter	200 mm
Wanddikte	18.2 mm (SDR 11)

2.2 Berekening muddrukken tijdens het boren

Voor het afvoeren van de afgeboorde grond is in het boorgat een minimale muddruk nodig. Tevens mag de druk in het boorgat niet groter worden dan de maximaal toelaatbare muddruk. Bij overschrijding van deze druk bestaat het gevaar voor bezwijken van de grond en uitstromen van boorvloeistof aan het maaiveld.
De maximaal toelaatbare muddruk en de minimaal benodigde muddrukken zijn berekend in Bijlage 4.2. De resultaten worden in hoofdstuk 3 gepresenteerd.

2.3 Berekening trekkracht tijdens het installeren van de buis

Voor de berekening van de trekkracht die benodigd is om de mantelbuis in het boorgat in te trekken worden de wrijvingcoëfficiënten volgens de NEN gehanteerd. Tevens worden de hierdoor in de buis optredende spanningen zowel in het boorgat als op de rollenbaan berekend. De volledige uitvoer van deze berekening is bijgevoegd in Bijlage 4.3. In hoofdstuk 3 worden de berekende waarden gepresenteerd.

2.4 Berekening sterkte van de mantelbuizen in de gebruiksfase

Voor de sterkte van de mantelbuizen worden voor een aantal locaties doorsnedeberekeningen gemaakt. De volgende doorsneden worden beschouwd:

150kV:
- Punt met de grootste dekking (ca. 29m-maaiveld), hierbij wordt met gereduceerde gronddruk gerekend.
- Diepte van 8xD_{gat}, hierbij wordt met neutrale gronddruk gerekend.

De volledige uitvoer van de berekeningen is bijgevoegd in Bijlage 4.4. In hoofdstuk 3 worden de berekende waarden gepresenteerd.

2.5 Kwelproblematiek

In het kader van de kwelproblematiek worden de hieronder vermelde situaties bekeken.

- Tijdens de uitvoering van de boring
- Tijdens het maken van de aansluiting
- Op lange termijn

2.5.1 Kwel tijdens de uitvoering van de boring

De intredepunten van de boringen hebben een maaiveldhoogte van 4.4m-N.A.P. en de uittredepunten hebben een maaiveldhoogte van 4.2m-N.A.P. Het hart van de boringen ligt op het diepste punt op 30m-N.A.P.

Het eerste watervoerende zandpakket ligt op een diepte van ca. 6m-N.A.P. en wordt aangeboord.

Volgens de door de opdrachtgever verstrekte informatie bedraagt de gemiddelde stijghoogte van het spanningswater in het eerste watervoerende pakket ca. 5m-N.A.P.

De stijghoogte van het spanningswater is lager dan het maaiveld niveau en daarmee is er geen gevaar voor kwel tijdens de uitvoering van de boringen.

Ter plaatse van de watergang aan de uittredezijde zijn volgens de berekeningen muduitbraken te verwachten (zie hoofdstuk 3 of bijlage 4.2). Om kwel vanuit het watervoerende zandpakket naar de watergang te voorkomen dienen aanvullende maatregelen te worden getroffen. Er kan hierbij gedacht worden aan:

- Te plaatsen voorzieningen (bv. bigbags) in de watergang, om een extra belasting (neerwaartse druk) te creëren.
- Een contraboring met een kleinere boorstelling, die vanaf het uittredepunt een boorgang maakt onder de te kruisen watergang. De benodigde muddruk is hierbij ter plaatse van de watergang aanzienlijk lager. De boring vanaf het intredepunt (met de grotere boorstelling) komt dan uit in de zojuist beschreven boorgang volgens het “meet-in-the-middle”-principe.
- Eventueel kan een combinatie van maatregelen toegepast worden.

2.5.2 Kwel tijdens het maken dan de aansluiting

Ten tijde van het maken van de aansluitingen moet tijdelijk een ontgraving van ca. 3m-maaiveld worden gemaakt, waarbij een kwelscherm met kleikist dient te worden aangebracht.

Op het grensvlak werkt een opwaartse waterdruk van (5 - 6) x 10 kN/m^3 = 10 kN/m^2
De bentonietkolom oefent bij een bentoniet gewicht van 12 kN/m^3 een neerwaartse kracht uit van
(7.4 - 6) x 12 kN/m^3 = 16.8 kN/m^2
De neerwaartse druk van de bentonietkolom is groter dan de opwaartse waterdruk, er is hiermee geen gevaar voor kwel vanuit het watervoerende zandpakket tijdens het maken van de aansluitingen.

2.5.3 Kwel op lange termijn

Zowel aan de intrede- als aan de uittredezijde dienen kwelschermen in kleikisten geplaatst te worden om de kwel op lange termijn te voorkomen.

3. Conclusies

3.1 Muddrukken tijdens boren

Overzicht minimum en maximum muddrukken tijdens boren:

Locatie		Afstand tot intredepunt	Minimaal benodigde muddruk (Bijlage 4.2)	Maximaal toelaatbare muddruk (Bijlage 4.2)
IN	Intredepunt	0 m		
A		46 m	159 kN/m²	192 kN/m²
B		75 m	254 kN/m²	509 kN/m²
C		98 m	306 kN/m²	769 kN/m²
D		163 m	348 kN/m²	739 kN/m²
E		228 m	365 kN/m²	739 kN/m²
F		293 m	381 kN/m²	663 kN/m²
G		362 m	398 kN/m²	663 kN/m²
H		427 m	415 kN/m²	739 kN/m²
I		492 m	431 kN/m²	716 kN/m²
J		557 m	447 kN/m²	720 kN/m²
K		622 m	418 kN/m²	654 kN/m²
L		664 m	334 kN/m²	339 kN/m²
M		686 m	264 kN/m²	136 kN/m²
UIT	Uittredepunt	710 m		

Uit de resultaten blijkt dat tijdens het boren van de eindfase van de pilot (na doorsnede L) muduitbraken kunnen voorkomen. Tijdens de uitvoering dient hier rekening mee gehouden te worden door in de eindfase van de pilotboring zo weinig mogelijk bentoniet te verpompen met een zo laag mogelijke druk.

3.2 Sterkte tijdens installeren

Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuis tijdens installatie:

	Smax (Bijlage 4.3)	max % <100%	
Spanning in boorgat	3,7 N/mm²	37 %	
Spanning tijdens intrekken	6,1 N/mm²	61 %	
Trekkracht			245 kN

De mantelbuizen worden gevuld met bentoniet in het boorgat getrokken. Hiervoor wordt een trekkracht van maximaal 25 ton verwacht.

3.3 Sterkte mantelbuizen tijdens gebruik

Overzicht van de berekende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met de grootste dekking:

Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	0,4 N/mm²	5 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		0,4 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,89 m	waterkolom

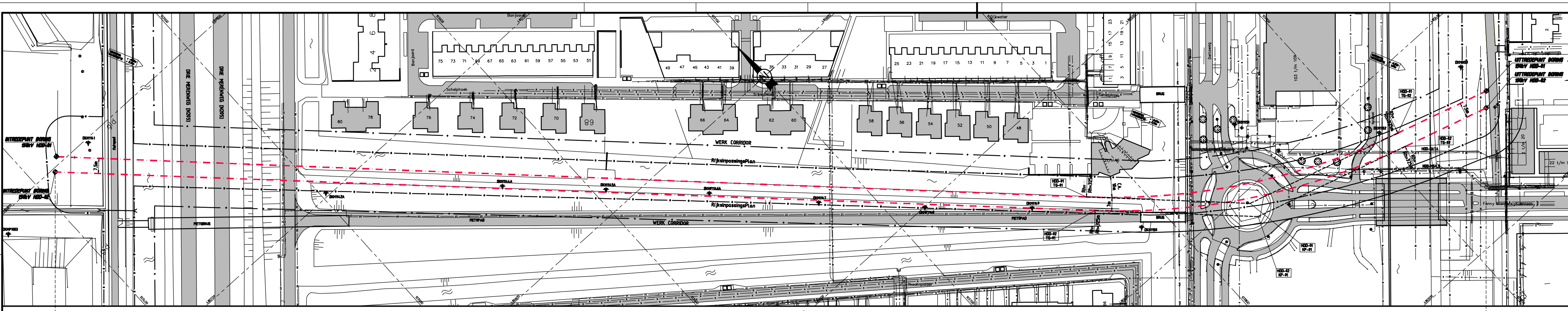
Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met een diepte van 8xD_{gat}:

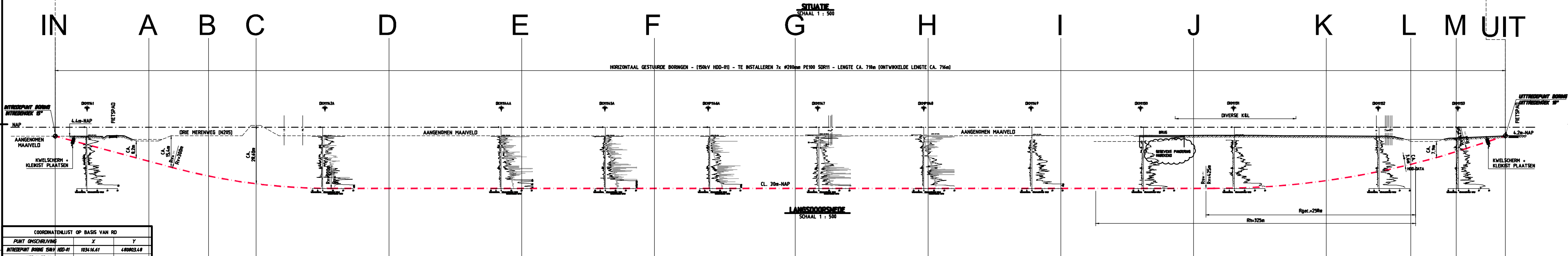
Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	2,1 N/mm²	26 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		2,2 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,89 m	waterkolom

Uit de bovenstaande resultaten volgt dat de voorgestelde buis tijdens de gebruiksfase voldoet aan de in de normen gestelde eisen.

4. Bijlagen

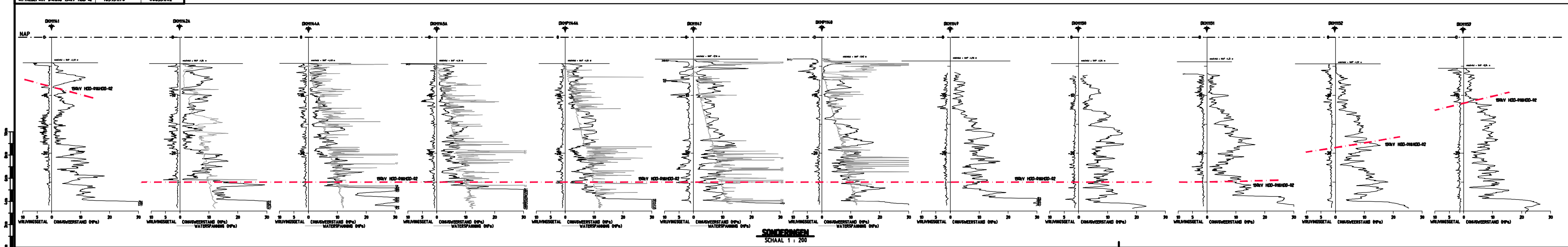
4.1 Tekening VIR-0.000506, Referentienr. TP13141-K-X-06





COORDINATENLIJST OP BASIS VAN RD		
PUNT OMSCHRIJVING	X	Y
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	103416.61	480803.48
HDD-01 TG-01	103777.36	480450.40
HDD-01 KP	103834.65	480394.33
HDD-01 TG-02	103911.44	480371.33
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	103957.45	480357.55
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	103411.18	480798.30
HDD-02 TG-01	103776.05	480442.64
HDD-02 KP	103833.20	480386.93
HDD-02 TG-02	103909.66	480364.03
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	103951.76	480351.42

TE INSTALLEREN (150kV)
PER BORING
7x ø200 PE100 SDR11
2x UITVOEREN



OPMERKINGEN:
- SITUATIE ONTVANGEN VAN OPDRACHTGEVER
- BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN INGETEKEND A.D.H.V. KLIC GEGEVENS
- GRONDONDERZOEK AFKOMSTIG VAN FUGRO RAPPORT (OPDR.NR.1010-0117-003)
- INFORMATIE BESTAANDE HDD'S LIANDER AFKOMSTIG UIT KLEVER B.V. TEKENINGEN 09-08 EN 09-09
- DIEPTE WATERGANGEN GENOMEN VAN LEGGER HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND.

- EXACTE LIGGING BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN VOOR AANVANG WERKZAAMHEDEN NADER TE BEPALEN EN INDIEN NODIG TIJDELIJK OMLEGGEN OF BOORPROFIEL HIEROP AAN TE PASSEN.

Wijz.	Datum	Omschrijving	Get.	Gez.
0.1	17-07-13	CONCEPT DO	SMA	JRH

Volker Staal en Funderingen bv
Quarantaineweg 10
3089 KP Rotterdam
Postbus 54548
3008 KA Rotterdam
Telefoon 010-2992288
Telefax 010-2992277
Handelsreg. Rotterdam 24229578

OPDRACHTGEVER : TENNET

PROJECT : RANDSTAD NOORD 380kV & 150kV

BENAMING : ALGEMEEN PLAN 150kV TRACE HDD'S ONDER DRIE MERENWEG (N205)

Bijz. : –
Schaal : 1 : 500
Datum : 17-07-13
Get. : SMA
Gez. : JRH
Formaat : A0

Tekening Nr. : VIR-0.000.506
Referentie Nr. : TP13141-K-X-06
WIJZ. : 0.1

4.2 Muddrukberekening

Muddrukken bij horizontaal gestuurde boring volgens NEN3650-1:2012 E.2

rev. 33, 25-10-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-06 150kV HDD1 en 2 kruising N205 t.h.v. Hoofddorp**
Berekend door	**EHO**

Te installeren buis of bundel			
Uitwendige diameter buis/bundel	d	**600**	mm

Boorstelling			
Type boorstelling		**100**	ton
Uitwendige diameter pilotbuis	d-uitw.	127	mm
Inwendige diameter pilotbuis	d-inw.	109	mm

Boorvloeistof			
Volumegewicht boorvloeistof	v_{bo}	**10,50**	kN/m^3
Volumegewicht grond / boorvloeistof mengsel	v_b	**12,00**	kN/m^3
Schijnbare viscositeit	visc	**100**	MarshFunnelseconden
Yieldpoint boorvloeistof	y_b	**0,01**	kN/m^2
Viscositeit	eta	0,11	Pas
Boorbuizen			
Lengte boorbuis	L	6	m
Lengte koppeling	L-kopp	0,5	m
Inwendige diameter koppeling	d-kop	89	mm
Nik. Ruwheid	k	1	mm

SAMENVATTING INVOER/RESULTATEN

Lokatie	Omschrijving	Afstand tot intredepunt	Diepte cl t.o.v ref. lijn [m]		Pmin* in pilot gat	Pmax* toelaatbaar in gat tijdens ruimen	
IN	Intredepunt	**0,0**	**0,0**	m	-	0	kN/m2
A		**45,9**	**-12,3**	m	159	192	kN/m2
B		**75,1**	**-19,6**	m	254	509	kN/m2
C		**98,4**	**-23,4**	m	306	769	kN/m2
D		**163,4**	**-25,6**	m	348	739	kN/m2
E		**228,4**	**-25,6**	m	365	739	kN/m2
F		**293,4**	**-25,6**	m	381	663	kN/m2
G		**362,4**	**-25,6**	m	398	663	kN/m2
H		**427,4**	**-25,6**	m	415	739	kN/m2
I		**492,4**	**-25,6**	m	431	716	kN/m2
J		**557,4**	**-25,6**	m	447	720	kN/m2
K		**622,3**	**-21,8**	m	418	654	kN/m2
L		**663,7**	**-13,9**	m	334	339	kN/m2
M		**686,0**	**-7,6**	m	264	136	kN/m2
UIT	Uittredepunt	**710,0**	**0,1**	m	-	0	kN/m2
					Pmin benodigd bij max. mud debiet		

noot *: Pmin in pilot gat vergelijken met Pmax tijdens ruimen is de meest ongunstige benadering

Berekening van de maximaal toelaatbare boorvloeistofdrukken P'max volgens NEN 3650-1:2012 bijlage E.2

INVOER/UITVOER

Lokatie	IN	A	B	C	D	
Grondsoort (zand / klei)	-	**klei**	**zand**	**zand**	**zand**	
Gronddekking	-	**9,9**	**19,8**	**28,6**	**25,8**	m
Diepte water onder mv (+)	-	**-0,8**	**1,9**	**6,9**	**1,9**	m
Hoek inwendige wrijving	-	**17,5**	**27,5**	**30**	**32,5**	gr
Volumegewicht nat	-	**14**	**18**	**19**	**19**	kN/m3
Volumegewicht droog	-	**14**	**16**	**17**	**17**	kN/m3
Cohesie	-	**0**	**0**	**0**	**0**	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	-	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	
CPT Conusweerstand: qc	-	**0,5**	**5**	**7**	**8**	MPa
Rpmax	-	4,95	0,38	0,33	0,38	m
Elasticiteitsmodulus	-	750	9500	13300	15200	kN/m2
P'max in gat		192	509	769	739	kN/m2

Location	E	F	G	H	I	
Grondsoort (zand / klei)	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	**zand**	
Gronddekking	**25,8**	**25,8**	**25,8**	**25,8**	**25,8**	m
Diepte water onder mv (+)	**1,9**	**1,9**	**1,9**	**1,9**	**1,9**	m
Hoek inwendige wrijving	**32,5**	**32,5**	**32,5**	**32,5**	**32,5**	gr
Volumegewicht nat	**19**	**19**	**19**	**19**	**19**	kN/m3
Volumegewicht droog	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	kN/m3
Cohesie	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	
CPT Conusweerstand: qc	**8**	**5**	**5**	**8**	**7**	MPa
Rpmax	0,38	0,30	0,30	0,38	0,36	m
Elasticiteitsmodulus	15200	9500	9500	15200	13300	kN/m2
P'max in gat	739	663	663	739	716	kN/m2

Location	J	K	L	M	UIT	
Grondsoort (zand / klei)	**zand**	**zand**	**zand**	**klei**	-	
Gronddekking	**26**	**22**	**11,3**	**6,8**	-	m
Diepte water onder mv (+)	**2**	**1,8**	**-0,9**	**0,6**	-	m
Hoek inwendige wrijving	**32,5**	**32,5**	**30**	**17,5**	-	gr
Volumegewicht nat	**19**	**19**	**19**	**14**	-	kN/m3
Volumegewicht droog	**17**	**17**	**17**	**14**	-	kN/m3
Cohesie	**0**	**0**	**0**	**0**	-	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**0,33**	-	
CPT Conusweerstand: qc	**7**	**8**	**4**	**0,5**	-	MPa
Rpmax	0,36	0,41	0,43	3,40	-	m
Elasticiteitsmodulus	13300	15200	7600	750	-	kN/m2
P'max in gat	720	654	339	136		kN/m2

4.3 Trekkrachten berekening

Voor de berekening van de trekkracht die benodigd is om de leiding in het boorgat in te trekken worden de wrijvingcoëfficiënten volgens de NEN 3650-1:2012 gehanteerd. Tevens worden de hierdoor in de leiding optredende spanningen zowel in het boorgat als op de rollenbaan berekend.

Trekkrachtenberekening van een HD boring volgens de NEN 3650-1:2012

rev 31, 22-08-2011

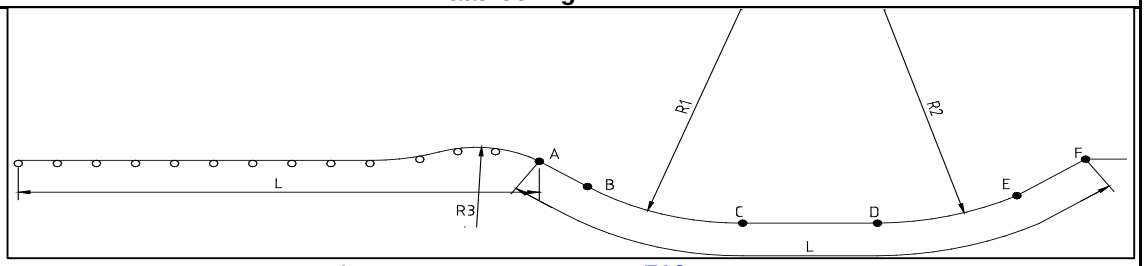
INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-06 150kV HDD 1 en 2 kruising N205 t.h.v. Hoofddorp**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens			
Uitwendige diameter	D_o	**200**	mm
Wanddikte	d	**18,2**	mm
Dikte externe coating	c-e	**0**	mm
Soortelijk gewicht externe coating	sg-e	**0**	kg/m^3
Dikte interne coating	c-i	**0**	mm
Soortelijk gewicht interne coating	sg-i	**0**	kg/m^3
API/DIN17172/EN10208/PE materiaal/ GY		**pe100**	
buizen met flexibele verbindingen		**nee**	
Elasticiteitsmodulus	E	1200	N/mm2
Soortelijk gewicht buis	sg	955	kg/m3

Maatvoering

Schets



Lengte boring	L	**716**	m		
Afstand	A-B	**20**	m		
Afstand	A-C	**204**	m	A-H1	**204** m
Afstand	A-D	**578**	m	A-H2	**578** m
Afstand	A-E	**657**	m		
Afstand	A-F	**716**	m		
Straal boor profiel	R_1	**258**	m	excl. 10% marge	
Horizontale straal boor profiel	R_{hor}	**0**			
Straal boor profiel	R_2	**300**	m	excl. 10% marge	
Straal rollenbaan	R_3	**50**	m		
Uittredehoek [pijp zijde]	α_u	**18**	graden	(bij punt A)	
Hellingshoek middenstuk	α_m	**0**	graden	(+ naar beneden ri. rig zijde)	
Horizontale hoek middenstuk	a_{hor}	**0**	graden		
Intredehoek [rig zijde]	α_i	**15**	graden	(bij punt F)	
Aantal buizen	aantal, n	**7**	buis/buizen	--	

Bundel gekoppeld		**nee**			
Buisvulling in boorgat	**bentoniet**		Buisvulling (water) ook op rolstellen		**nee**
Extra buisvulling in boorgat	**0,00** kN/m^1	per buis	Extra buisvulling ook op rolstellen		**nee**
Streng wordt uitgelegd op	**rollen > NEN3650**		Afstand tussen rolstellen	**10** m	
Wrijvingscoefficienten volgens		**NEN3650:2012**			
Pipe Pusher capaciteit	**0** kN		**nee**		
Invloed helling op wrijvingskrachten meenemen			**nee**		

SAMENVATTING RESULTATEN

Benodigde trekkracht vlgs de NEN	F trek buis	**245**	kN	24 ton
Sl max in boorgat	Sl	**3,7**	N/mm2	
Sl max tijdens intrekken	Sl	**6,1**	N/mm2	
		60,9	% S-toel	**Voldoet! <100 %**

BEREKENING

Uitgangspunten			
Belastingsfactor	f	1,1	
Onzekerheidsfactor op f1, f2 ,f3	j	1,8	
Wrijvingscoef. rollenbaan/maaiveld	f_1	0,1	
Schuifspanning leiding-boorvloeistof	f_2	0,00005	N/mm^2
Wrijvingscoef. leiding-boorwand	f_3	0,2	

Diverse gegevens							
Toelaatbare korteduur treksterkte	S-toel		10	N/mm^2			
Soortelijk gewicht bentoniet	sg		**1200**	kg/m^3			
Doorsnedeoppervlak	Abuis		10395	mm^2		per buis	
Weerstandsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^3			
Traagheidsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^4			
Weerstandmoment	W		433754	mm^3		per buis	
Traagheidsmoment	I		43375426	mm^4		per buis	
Weerstandmoment reken	W_{reken}		3036280	mm^3	voor:	7	buis/buiz
Traagheidsmoment reken	I_{reken}		303627980	mm^4	voor:	7	buis/buiz
gewicht buis x aantal (incl coat.)	g	omlaag	0,6949	kN/m1streng		"	
gewicht vull x aantal buizen	g vull	omlaag	1,7658	kN/m1streng		"	
gewicht extra vull x aantal buizen	g extra	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
opdrijving x aantal buizen	g opw	omhoog	-2,6389	kN/m1streng		"	
g eff in gat = g-gopw	g eff	omhoog	-0,1783	kN/m1streng		"	
g eff op rolstellen	g eff	omlaag	0,6949	kN/m1streng		"	
λ = sqrt(sqrt(k_vxB/4/E/I))	λ		0,002152	mm^{-1}			
Beddingsconstante	k_v		**0,04**	N/mm^3		"	
Oplegbreedte van de bundel	B		781	mm			
Q_{r1} = 0.322xlamda2xExI/B/R_1	Q_{r1}		0,0030	N/mm^2		"	
Q_{rh} = 0.322xlamda2xExI/B/R_h	Q_{rh}		0,0000	N/mm^2		"	
Q_{r2} = 0.322xlamda2xExI/B/R_2	Q_{r2}		0,0026	N/mm^2		"	
Reductiefactor voor bundel = n x 1/n^0.3	b'		3,905	x Omtrek van een buis			

Trekkracht								
Punt	A	B	C	H1	H2	D	E	F
	Start/ rollen	Recht	Bocht		Midden		Bocht	Rig
L (m)	716	696	513	513	138	138	60	0
T_1 (kN)	54,73	53,20	39,17	39,17	10,55	10,55	4,55	0
L_2 (m)	0	20	184	0	375	0	79	60
T_2 (kN)	0	3,48	31,96	0,00	65,22	0,00	13,67	10,36
T_{3a} (kN)	0	0	1,50	0,00	0,00	0,00	1,29	0
T_{3b} (kN)	0	0	4,72	4,72	2,92	2,92	9,00	8
F x f (totale kracht, kN)	55	57	81	81	116	116	131	136
F_d = F x f x j (kN)	99	102	145	145	208	208	235	245

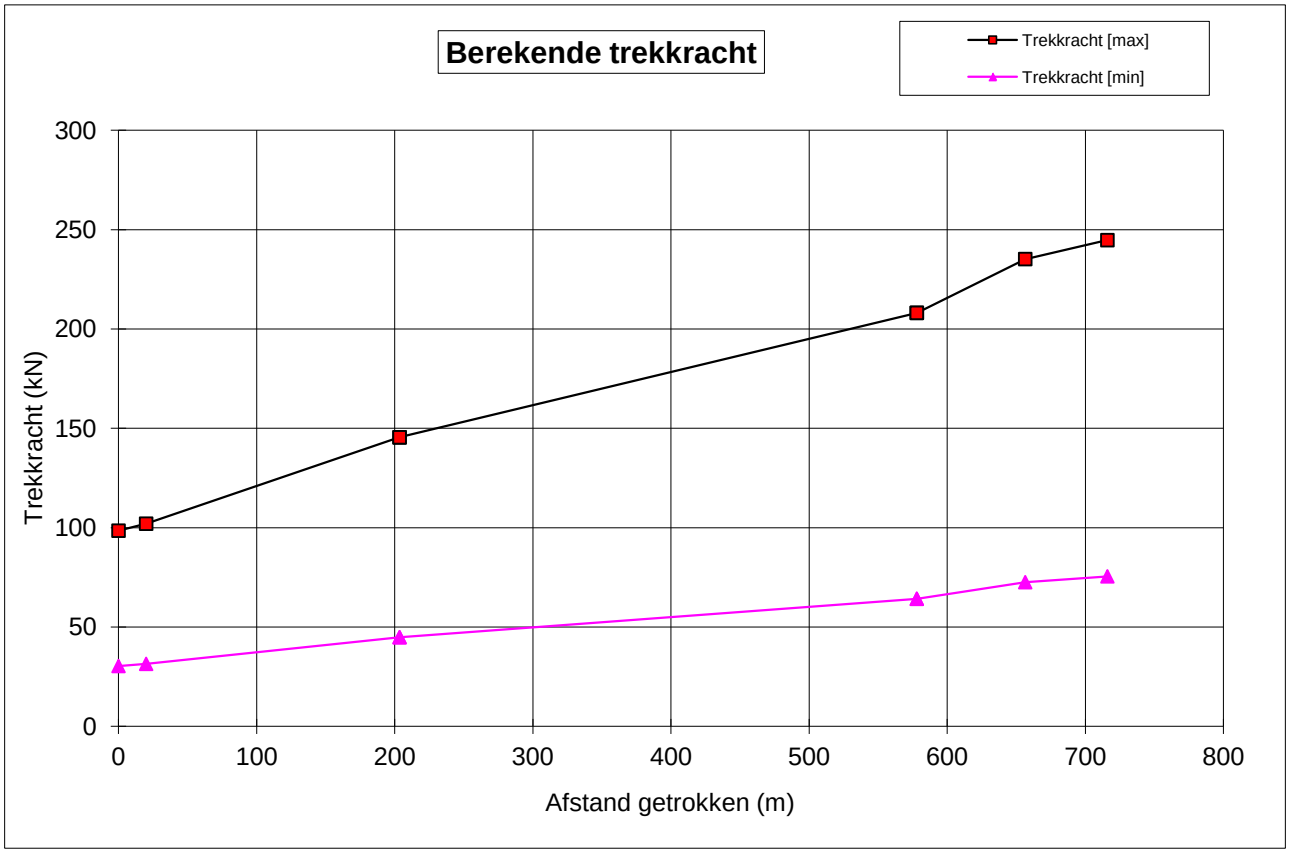
De te verwachten trekkracht ligt tussen 76 kN en 245 kN

De NEN adviseert de trekcapaciteit van de rig hoger te kiezen, namelijk 272 kN

De rigcapaciteit kan anders gekozen worden afhankelijk van lokale ervaring en grondgesteldheid

Spanningen in boorgat								
Totale spanning in boorgat								
Sl = Ftrek/A/aantal	1,4	1,4	2,0	2,0	2,9	2,9	3,2	3,4
Sl = f x (I / W) / R	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
Sl tot	1,4	1,4	2,6	2,0	2,9	2,9	3,7	3,4

Spanningen op rollenbaan					
Totale spanning op rollenbaan, lege leiding, zonder extra vulling					
Sr kromming = f x E x (I / W) / R	Sr	2,6	N/mm2		
M buig = f x 1/12 x g/aantal x L^2	M	6,4	kNm	total	
Sl = M buig /W + Sr +Ftrek/A/aantal	Sl	6,1	N/mm2		


Berekende trekkracht
Trekkracht [max]
Trekkracht [min]
Trekkracht (kN)
300
250
200
150
100
50
0
0
100
200
300
400
500
600
700
800
Afstand getrokken (m)

4.4 Sterkteberekening mantelbuizen in de gebruiksfase

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens		
Opdrachtgever	**TenneT**	
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**	
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**	
Calculatienummer	**TP13141**	
Berekening	**X-06 150kV HDD1 en 2, punt met de grootste dekking**	
Berekend door	**EHO**	

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**200**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**200**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**18,20**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**geen verkeerslast**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**300**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**onder**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**28,8**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**17**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**gered. pleistoceen**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**6,9**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,058**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0406**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**30**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**		ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000**	kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955	kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300	N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200	N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**bocht**		

Langsspanningen indien van toepassing				
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening				
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)				
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00**	N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00**	N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00**	N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening				
Inclusief totaalfactoren op		**0**		
grondparameters		**0**		
		0		
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00**	N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**bocht**		
Soort gevormde bocht		**onder-bocht**		
Spanningsverhogende factor	ix	**1**		>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**		>=0

Overige gegevens				
Wandtraagheidsmoment	I_w	502,38	mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	55,21	mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	90,9	mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	181,8	mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	18,2	mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,21	kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,10	kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,31	kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	18,2	mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,43	$*10^6$ mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	43,38	$*10^6$ mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00		
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70		
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,1160	N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0690	N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**0,4**	N/mm^2	
	% R_m, allow	5	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	0,4	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,89	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens				
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0522	N/mm^2	
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0365	N/mm^2	
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm	
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50		
Totaal factor Qn	f	1,10		
Totaal factor Qp	f	1,50		
Totaal factor kv omlaag	f	2,00		
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00		

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	54,12	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	54,12	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / ($E^{1,5}$ x sqrt (H/D_o))		4	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / ($E^{0,5}$ x sqrt (H/D_o))		3	mm	
zmax reken		4	mm	
q_n		0,2706	N/mm^2	
q_p (fm=0,10)		4,1672	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		3,8966	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,935194	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,058	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2003 C.4.2.3
u x D_o		20	mm	
u x D_o <= zmax reken		4	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,243	N/mm^2	
Q_k		48,67	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	**17,5**	graden
Cohesie	c_h	**1**	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	**14**	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	**0**	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	**0**	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,18	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**32,5**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**17,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	28,8	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,25	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942		
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	14,0	kN/m^3	
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h)\ *(1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$				
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m	
$F_{max} = (h\ .\ \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o)\ .\ 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m	
α = ln (h)	α	0,00		
Samendrukkingconstante	C	19	-	
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3	
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m	
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking				
$F_r=(0.9\ F_{max}) / (1 +(\ (\ B_1\ .\ (3H-2h)\ .\ \alpha) / (2\ C\ .\ H\ (\delta_d + F_{max}/2B_1\ .\ k_v))))$				
	F_r	0,00	kN/m^1 buis	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket				
$Q_{n,r2} = (\ h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis	excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,21	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,46		
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	9,40	kN/m^3	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket				
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma') / (K*\tan\phi)\ *(1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e\ ^{(-\ K\ *\ h\ *\ \tan(\phi)\ /\ B_1)}$				
	$Q_{n,r}$	1,34	kN/m^1 buis	excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk				
Type grondbelasting	gered. pleistoceen			
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	1,47	kN/m^1 buis	incl. f

Berekening horizontale steundrukken

Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	54,26	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	0,00	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	0,00	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,50		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,}$neutraal	23,49	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x $2k_h/3$ x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x $2k_h/3$ x $d_y/2$ x sin 60		1,74	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	Q_h,iowa,reken	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	0,83	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	-10,41	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	-10,41	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	-12,62		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	-12,62		
	$d_{y1}/2$	0,41	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		23,49	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		23,49	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		23,49	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		23,49	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	23,49	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	23,49	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken

Qhr pleistoceen		0,35	kN/m^1 buis	
Qhr holoceen		-0,25	kN/m^1 buis	
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45\text{-}0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45\text{-}0.5\phi) \} \times \sin 60$				
	$Q_{h,n,r}$	0,35	kN/m^1 buis	

In rekening te brengen horizontale steundrukken

drukloos	0,31	kN/m^1 buis	incl. f
druk	0,00	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens			
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	R_m, toel	8	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk			
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk			
Spl	S_{pl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)			
	Qgrond	1,47	kN/m^1 buis
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww			
	S_q bodem	0,57	N/mm^2
	S_q top	0,36	N/mm^2
	S_q zijden	-0,37	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	0,57	N/mm^2
	S_q top	0,36	N/mm^2
	S_q zijden	-0,37	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)			
	Qh,grond	0,31	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-0,07	N/mm^2
	S_q top	-0,07	N/mm^2
	S_q zijden	0,07	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)			
	Qh,grond	0,00	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)			
Stootcoëfficiënt	S	0	
Verkeersbelasting	P_v	0,00	kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	0,00	kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)			
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil			
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$			
	S_t	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal			
λ^2		2,11121E-05	
$M = 0.322 * K * (E'I/R) * \lambda^2 * r_g$			
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,09	N/mm^2
	S_r top	0,04	N/mm^2
	S_r zijden	-0,04	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal			
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	onder		
	S_{rl}	0,10	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting			
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)			
	S_l bodem	0,00	N/mm^2
	S_l top	0,00	N/mm^2
	S_l zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)			
Indirect over te dragen bovenbelasting			
	Q	0,00	N/mm^1
$S = K * Q * r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	
$S_q = S_q \times f_{rr}$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De	16,0	mm	
	8,0	% van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor	1		IOWA toegepast
kh reken	0		
d =	0,8	mm	
	0,4	% van De	

Minimale ringstijfheid			
SN = E x Iw / Dg^3	25,08	kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,91	N/mm^2
		19,11	bar
		191,11	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,39	bar
		23,89	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	0,57	0,36	0,37	N/mm^2
S_q Steundruk	-0,07	-0,07	-0,07	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,09	0,04	0,04	N/mm^2
$S_y max$	0,58	0,32	0,34	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,10	-0,10	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,10	-0,10	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,07**	**-0,07**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	1	1	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**0,38**	**0,21**	**0,22**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	5	3	3	% < 100%

Deflectie	
Deflectie	0,4 % van uitwendige diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-06 150kV HDD1 en 2, punt met diepte van 8x de gatdiameter**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**200**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**200**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**18,20**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**geen verkeerslast**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**258**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**onder**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**6**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**17**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**neutraal**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**0,6**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,058**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0406**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**27,5**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**		ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000**	kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955	kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300	N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200	N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**bocht**		

Langsspanningen indien van toepassing				
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening				
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)				
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00**	N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00**	N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00**	N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening				
Inclusief totaalfactoren op		**0**		
grondparameters		**0**		
		0		
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00**	N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**bocht**		
Soort gevormde bocht		**onder-bocht**		
Spanningsverhogende factor	ix	**1**		>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**		>=0

Overige gegevens				
Wandtraagheidsmoment	I_w	502,38	mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	55,21	mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	90,9	mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	181,8	mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	18,2	mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,21	kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,10	kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,31	kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	18,2	mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,43	$*10^6$ mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	43,38	$*10^6$ mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00		
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70		
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,1160	N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0690	N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**2,1**	N/mm^2	
	% R_m, allow	26	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	2,2	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,89	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens				
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0522	N/mm^2	
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0365	N/mm^2	
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm	
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50		
Totaal factor Qn	f	1,10		
Totaal factor Qp	f	1,50		
Totaal factor kv omlaag	f	2,00		
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00		

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	9,60	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	9,60	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / (E^{1,5} x sqrt (H/D_o))		9	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / (E^{0,5} x sqrt (H/D_o))		7	mm	
zmax reken		9	mm	
q_n		0,0480	N/mm^2	
q_p (fm=0,10)		0,1920	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		0,1440	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,015774	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,058	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2003 C.4.2.3
u x D_o		20	mm	
u x D_o <= zmax reken		9	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,151	N/mm^2	
Q_k		30,19	kN/m^1 buis	excl. f

LET OP Qk is hoger dan Qp

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	**17,5**	graden
Cohesie	c_h	**1**	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	**14**	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	**0**	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	**0**	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,18	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**27,5**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**18,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	6,0	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,25	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942		
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	14,0	kN/m^3	
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h)\ *(1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$				
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m	
$F_{max} = (h\ .\ \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o)\ .\ 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m	
α = ln (h)	α	0,00		
Samendrukkingconstante	C	19	-	
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3	
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m	
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking				
$F_r=(0.9\ F_{max}) / (1 +(\ (\ B_1\ .\ (3H-2h)\ .\ \alpha) / (2\ C\ .\ H\ (\delta_d + F_{max}/2B_1\ .\ k_v))))$				
	F_r	0,00	kN/m^1 buis	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket				
$Q_{n,r2} = (\ h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis	excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket				
Halve br. afschuivende grondkolom				
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,22	m	
K = 1-sin(phi)	K	0,54		
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	9,00	kN/m^3	
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket				
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma') / (K*\tan\phi)\ *(1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e\ ^{(-\ K\ *\ h\ *\ \tan(\phi)\ /\ B_1)}$				
	$Q_{n,r}$	1,42	kN/m^1 buis	excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk				
Type grondbelasting	neutraal			
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	10,56	kN/m^1 buis	incl. f

Berekening horizontale steundrukken

Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	9,74	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	0,00	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	0,00	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,54		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,}$neutraal	4,54	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x 2k_h/3 x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x 2k_h/3 x d_y/2 x sin 60		12,54	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	Q_h,iowa,reken	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	5,94	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	3,77	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	3,77	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	0,63		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	0,63		
	$d_{y1}/2$	2,97	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		4,54	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		4,54	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		4,54	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		4,54	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	4,54	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	4,54	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken

Qhr pleistoceen		0,45	kN/m^1 buis	
Qhr holoceen		-0,25	kN/m^1 buis	
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45\text{-}0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45\text{-}0.5\phi) \} \times \sin 60$				
	$Q_{h,n,r}$	0,00	kN/m^1 buis	

In rekening te brengen horizontale steundrukken

drukloos	4,09	kN/m^1 buis	incl. f
druk	4,09	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens			
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	R_m, toel	8	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk			
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk			
Spl	S_{pl}	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)			
	Qgrond	10,56	kN/m^1 buis
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww			
	S_q bodem	4,08	N/mm^2
	S_q top	2,57	N/mm^2
	S_q zijden	-2,64	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	4,08	N/mm^2
	S_q top	2,57	N/mm^2
	S_q zijden	-2,64	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)			
	Qh,grond	4,09	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-0,96	N/mm^2
	S_q top	-0,96	N/mm^2
	S_q zijden	0,96	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)			
	Qh,grond	4,09	kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-0,96	N/mm^2
	S_q top	-0,96	N/mm^2
	S_q zijden	-0,96	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)			
Stootcoëfficiënt	S	0	
Verkeersbelasting	P_v	0,00	kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	0,00	kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)			
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil			
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$			
	S_t	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal			
λ^2		2,11121E-05	
$M = 0.322 * K * (E'I/R) * \lambda^2 * r_g$			
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,10	N/mm^2
	S_r top	0,04	N/mm^2
	S_r zijden	-0,05	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal			
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	onder		
	S_{rl}	0,12	N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting			
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)			
	S_l bodem	0,00	N/mm^2
	S_l top	0,00	N/mm^2
	S_l zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)			
Indirect over te dragen bovenbelasting			
	Q	0,00	N/mm^1
$S = K * Q * r_g / W_w$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	
$S_q = S_q \times f_{rr}$			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De	16,0	mm	
	8,0	% van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor	1		IOWA toegepast
kh reken	0		
d =	4,4	mm	
	2,2	% van De	

Minimale ringstijfheid			
SN = E x Iw / Dg^3	25,08	kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,91	N/mm^2
		19,11	bar
		191,11	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,39	bar
		23,89	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	4,08	2,57	2,64	N/mm^2
S_q Steundruk	-0,96	-0,96	-0,96	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,10	0,04	0,05	N/mm^2
$S_y max$	3,22	1,65	1,73	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,12	-0,12	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,12	-0,12	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,08**	**-0,08**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	1	1	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**2,10**	**1,08**	**1,12**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	26	13	14	% < 100%

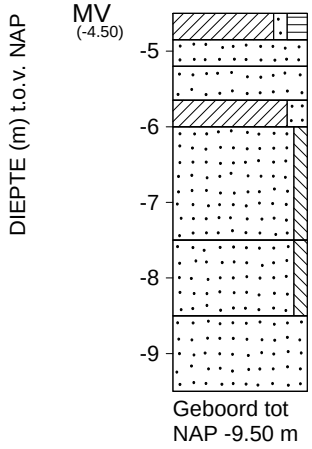
Deflectie	
Deflectie	2,2 % van uitwendige diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

4.5 Grondonderzoek

DIEPTE NAP [m]



LAAG		VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1	-4.50	-4.85	klei, zwak zandig, matig humeus; bruin 'CA3' K%=20
2	2	-4.85	-5.20	zand; bruin-, grijs 'ZMFO' ZM=160.000 mm
3	3	-5.20	-5.65	zand; grijs 'ZMFO' ZM=160.000 mm
4	4	-5.65	-6.00	klei, matig zandig; bruin 'CA3' K%=15 ZM=180.000 mm
5	5	-6.00	-7.50	zand, zwak siltig; blauw 'ZMFO' K%=3 ZM=180.000 mm
6	6	-7.50	-8.50	zand, zwak siltig; blauw 'ZMFO' K%=5 ZM=180.000 mm
7	7	-8.50	-9.50	zand; grijs 'ZZFO' ZM=140.000 mm

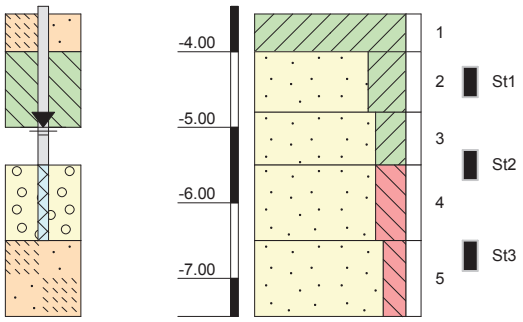
Einde Boring B25C0682

maaiveld: NAP -4.50 m
X = 103800 m Y = 480275 m (RD)

Telefoon Telefax	datum 1995-02-02	get. Mens
-	DINO-BOR	gez.
-	BIJL.	form. A4

Boring: HB113

Veldclassificatie

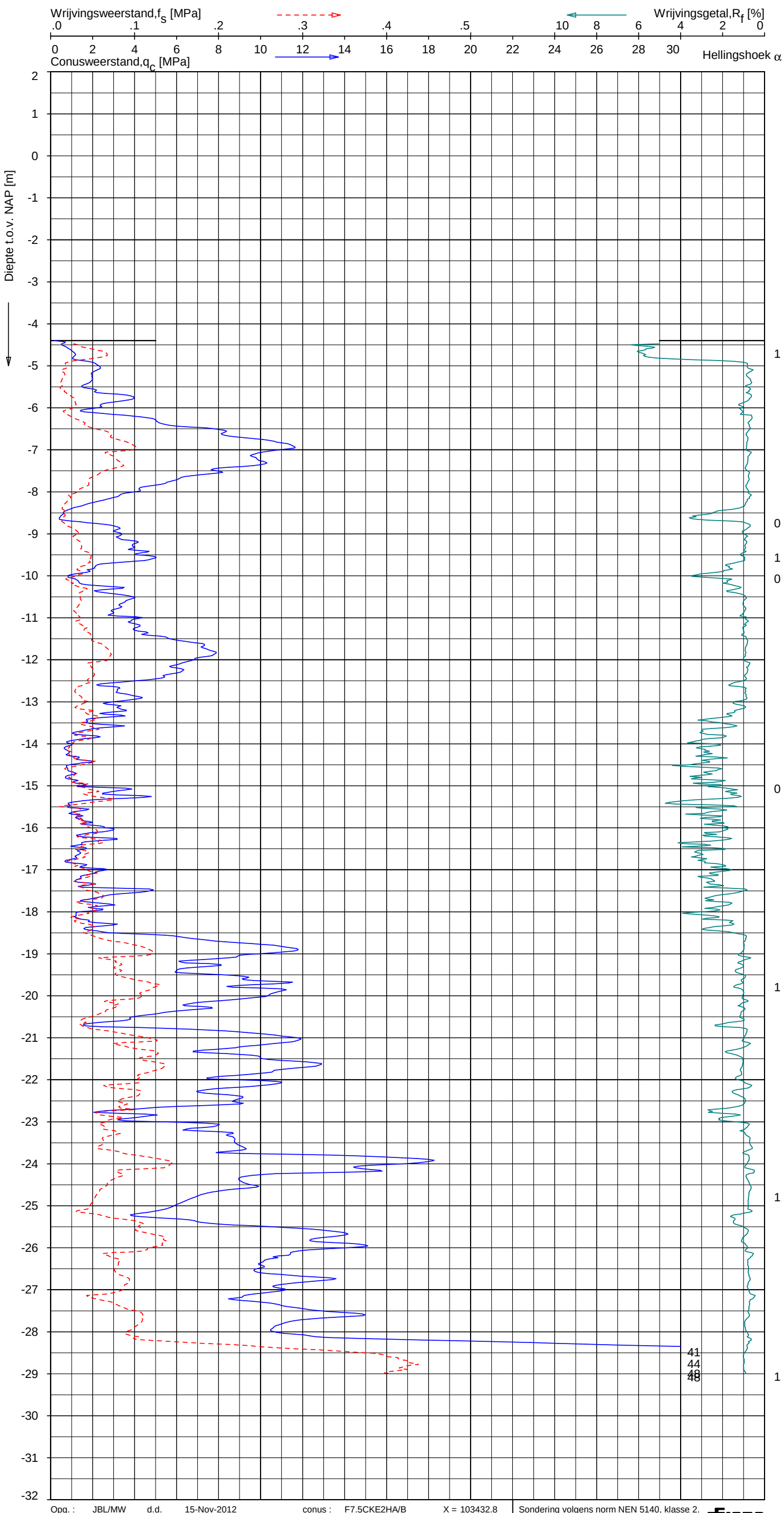


Bodembeschrijving volgens NEN 5104
-3.50 tot -4.00 Klei, matig stevig bruin
-4.00 tot -4.80 Zand, zeer fijn, uiterst kleiig
-4.80 tot -5.50 Zand, zeer fijn, sterk kleiig geel
-5.50 tot -6.50 Zand, matig fijn, sterk siltig grijs
-6.50 tot -7.50 Zand, matig fijn, matig siltig grijs

Algemene opmerking:

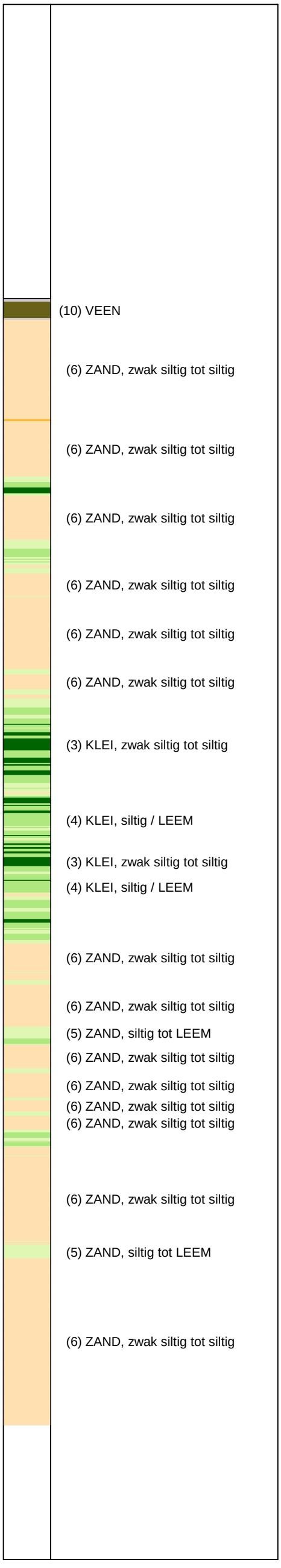
		MV (m tov NAP): -3.50	Boorvloeistof:	
X: 103345.988	GWS (m tov NAP):	bk PB1 (m tov NAP): -3.40	WS PB1 (m tov NAP): -5.00	Datum uitvoering: 08-12-2012
Y: 480695.010	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: ahd
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: ahd

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-22 16:48:28



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : JBL/MW d.d. 15-Nov-2012
Get. : VALKF d.d. 2012-11-22

conus : F7.5CKE2HA/B
MV = NAP -4.40 m

X = 103432.8
Y = 480798.1

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

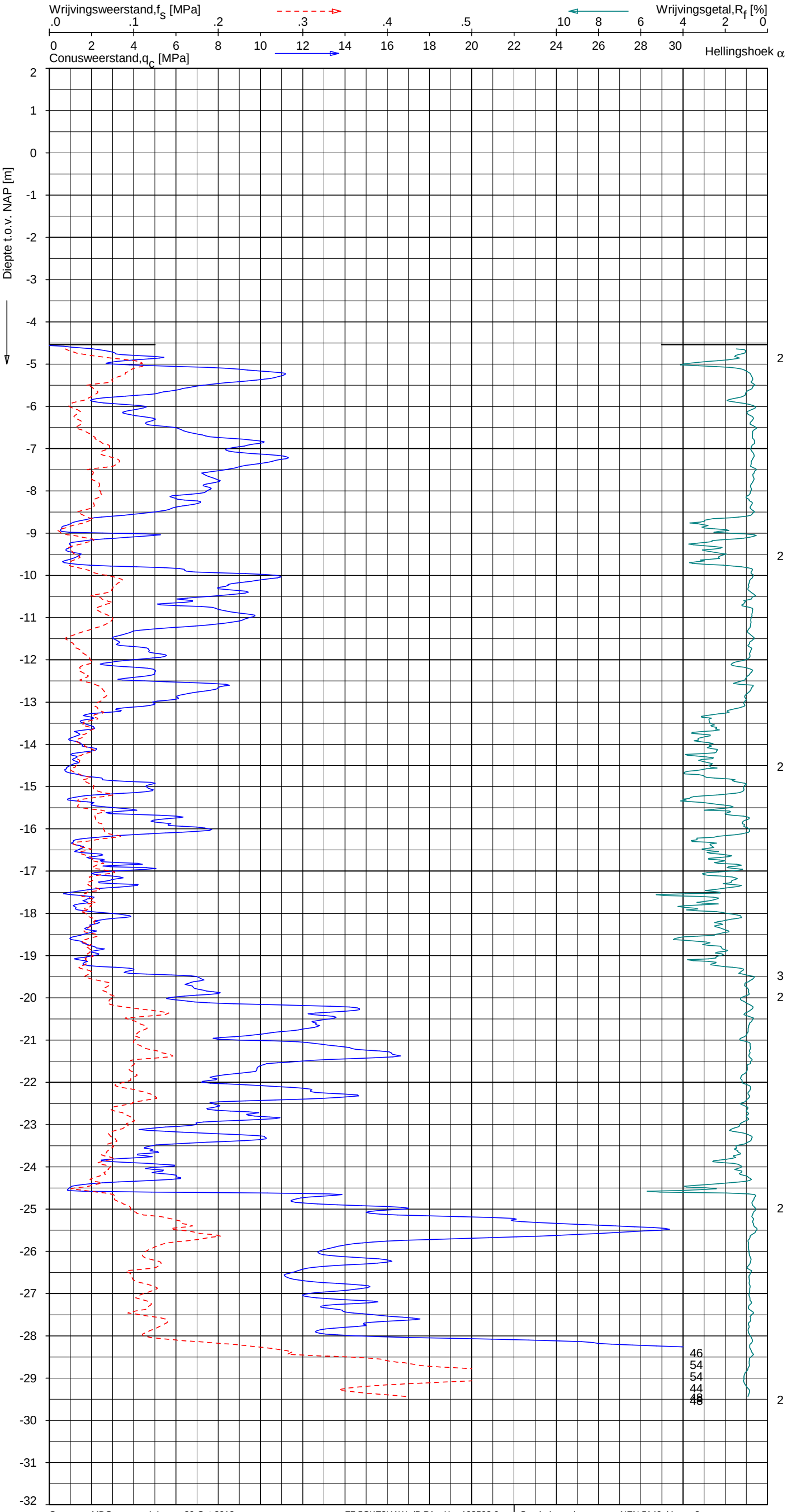
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1141

1010-0117-003

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-14 16:23:13



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. :	MDG	d.d.	30-Oct-2012	conus :	F7.5CKE2HAW$_1$/B P1	X =	103502.6
Get. :	VALKF	d.d.	2012-11-14	MV = NAP	-4.54 m	Y =	480701.7

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

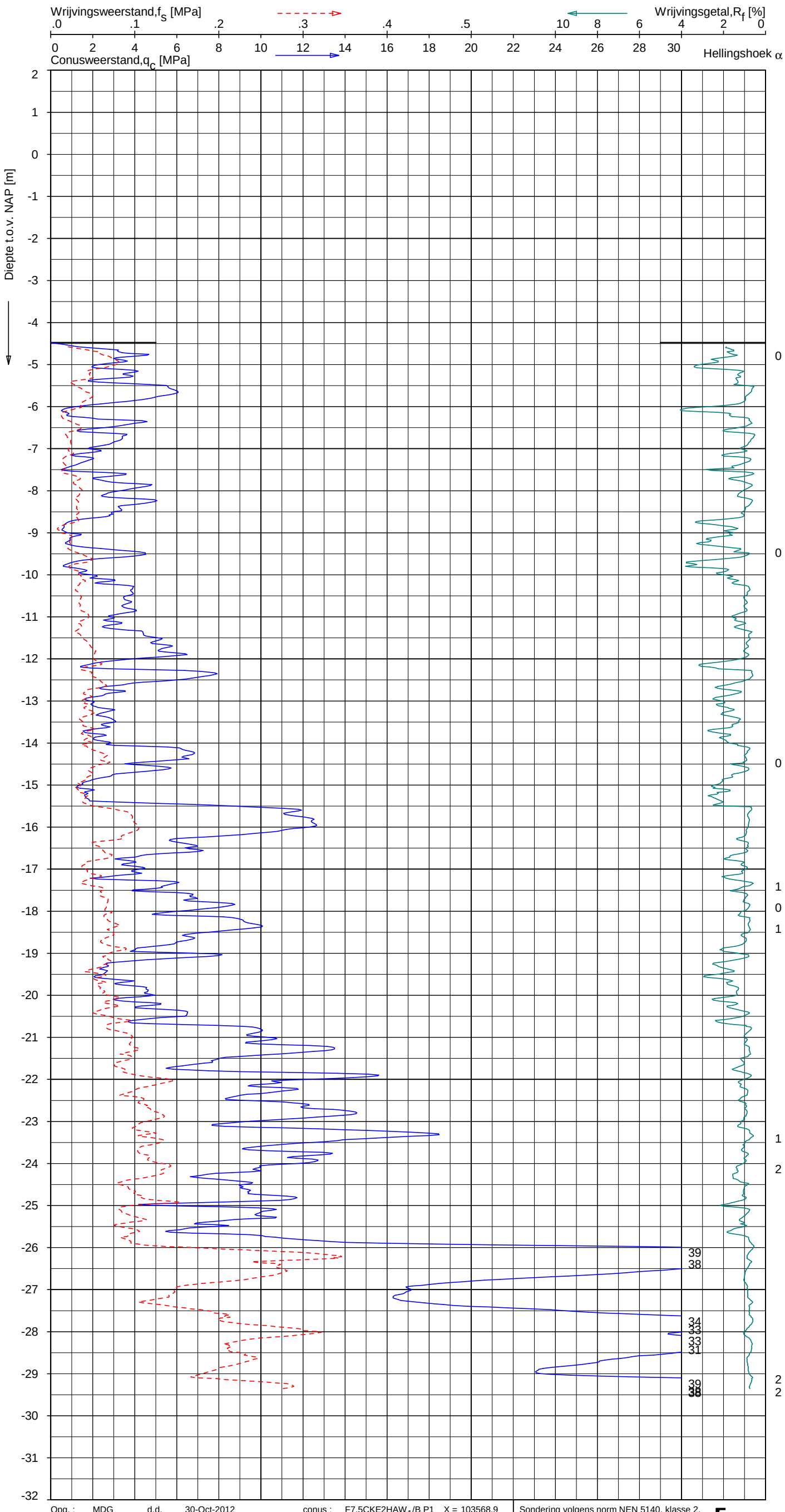
FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1142A

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-14 16:23:16



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. :	MDG	d.d.	30-Oct-2012	conus :	F7.5CKE2HAW$_1$/B P1	X =	103568.9
Get. :	VALKF	d.d.	2012-11-14	MV = NAP	-4.48 m	Y =	480646.2

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

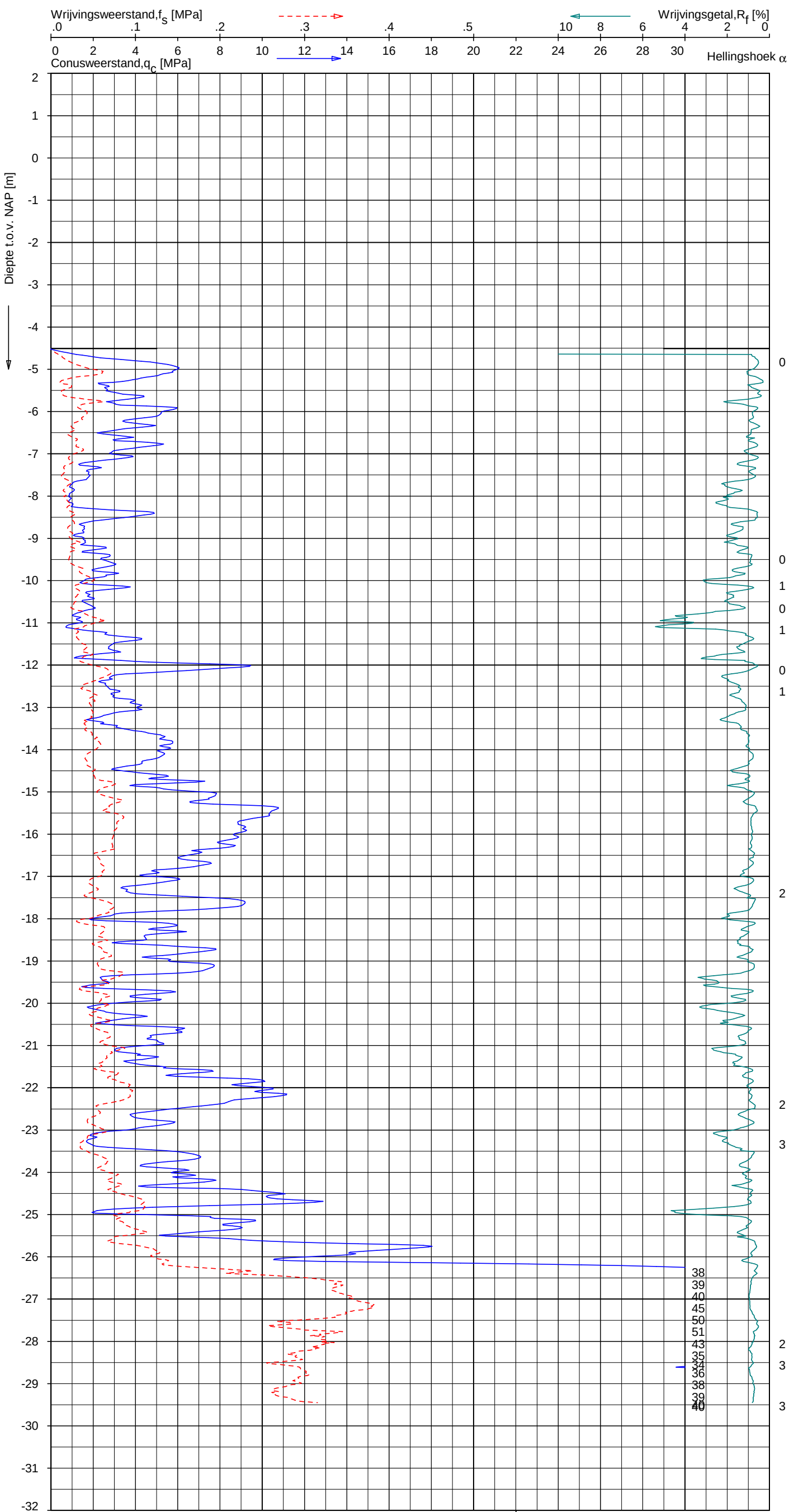
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1144A

1010-0117-003

DKM1144A - 1

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-14 16:23:18



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : MDG d.d. 30-Oct-2012
Get. : VALKF d.d. 2012-11-14

conus : F7.5CKE2HAW$_1$/B P1 X = 103605.4
MV = NAP -4.51 m Y = 480610.9

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

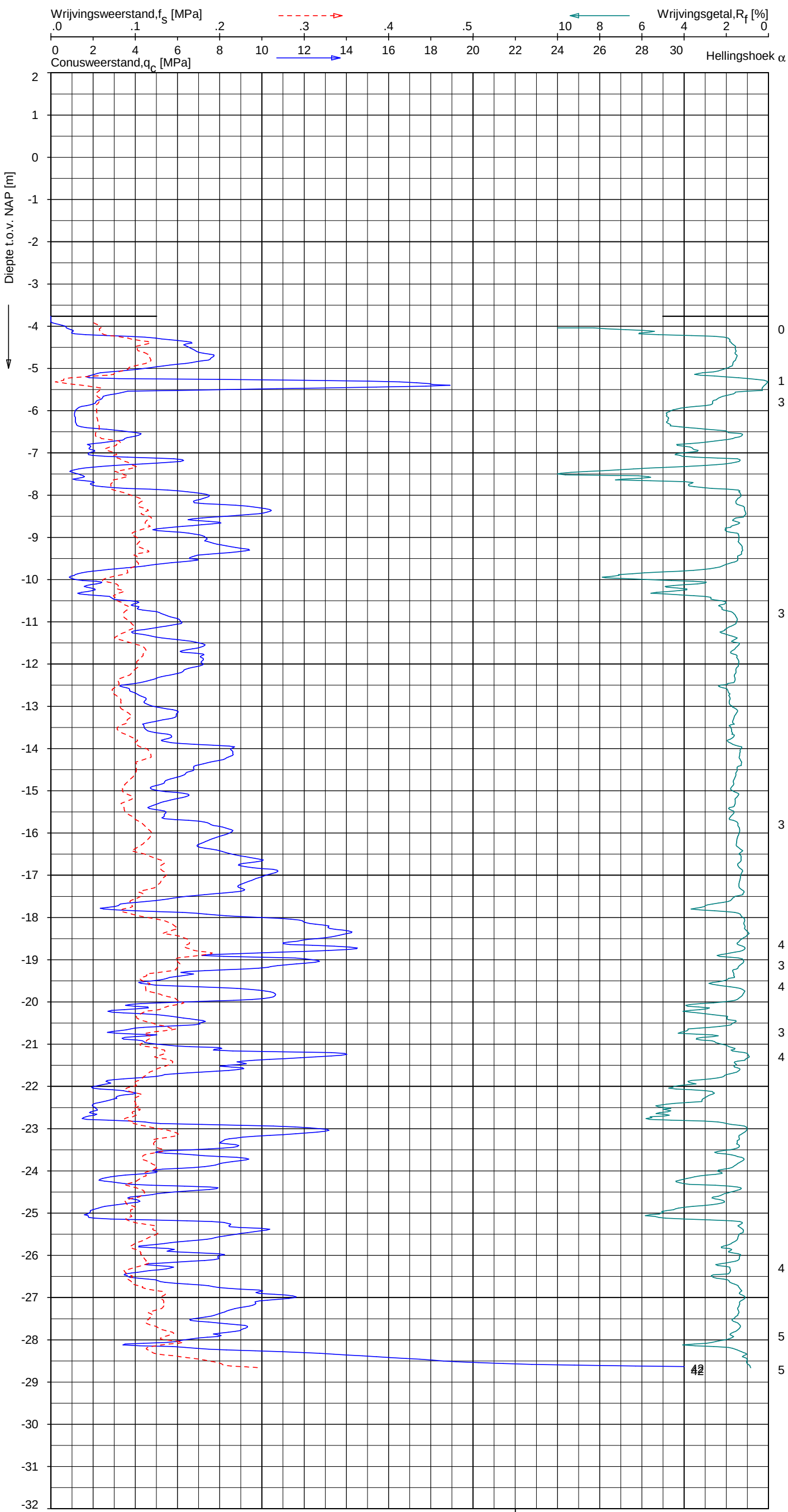
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1145A

1010-0117-003

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-14 16:23:21



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- (2) VEEN, organisch materiaal
- (10) VEEN
- (8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (3) KLEI, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (3) KLEI, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. :	MDG	d.d.	29-Oct-2012	conus :	F7.5CKE2HAW$_1$/B P1	X = 103678.4
Get. :	VALKF	d.d.	2012-11-14	MV = NAP	-3.76 m	Y = 480536.3

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1147

1010-0117-003

DKM1147 - 1

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-14 16:23:24

Wrijvingsweerstand,f_S [MPa]
.0 .1 .2 .3 .4 .5

Wrijvingsgetal,R_f [%]
10 8 6 4 2 0

Conusweerstand,q_c [MPa]
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

Hellingshoek α

Diepte t.o.v. NAP [m]

2.00 m voorgeboord

-4.06 Klei, puin
-5.56 Klei
-5.86 Zand
-6.06

Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

0	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
1	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
1	
2	
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
3	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig (5) ZAND, siltig tot LEEM (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
3	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
2	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
3	
3	

35
36
33
32
31

Opg. : MDG d.d. 29-Oct-2012
Get. : VALKF d.d. 2012-11-14

conus : F7.5CKE2HA/B
MV = NAP -4.06 m

X = 103754.0
Y = 480464.2

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

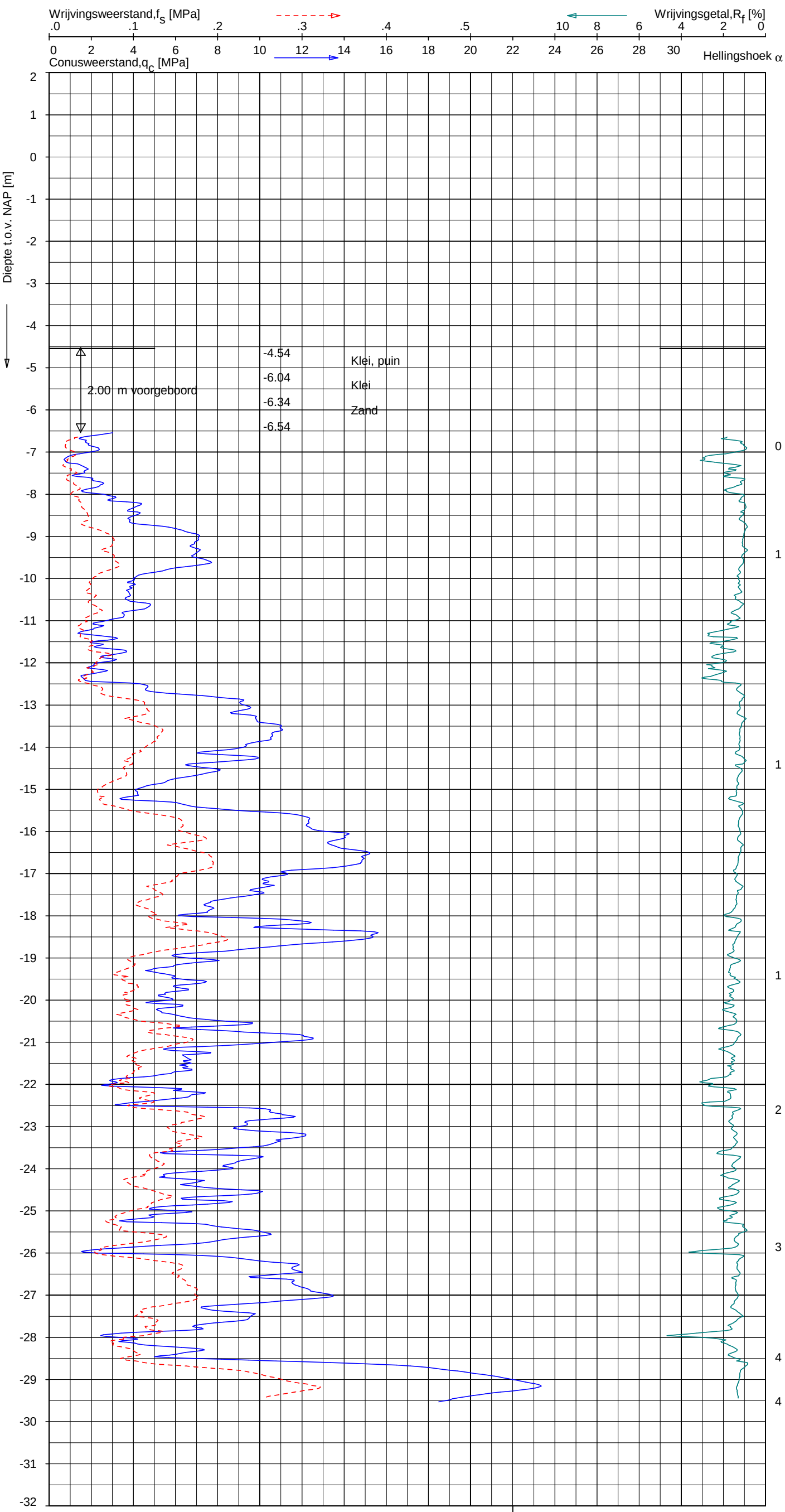
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1149

1010-0117-003

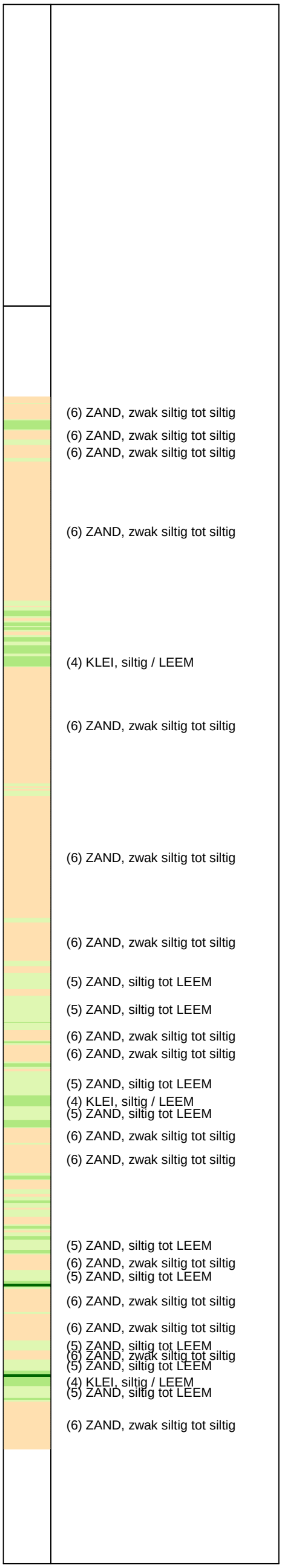
DKM1149 - 1

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-14 16:23:26



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



0	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
1	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(4) KLEI, siltig / LEEM
1	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
1	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
2	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
3	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
4	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
4	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. :	MDG	d.d.	29-Oct-2012	conus :	F7.5CKE2HA/B	X =	103787.5
Get. :	VALKF	d.d.	2012-11-14	MV = NAP	-4.54 m	Y =	480421.3

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

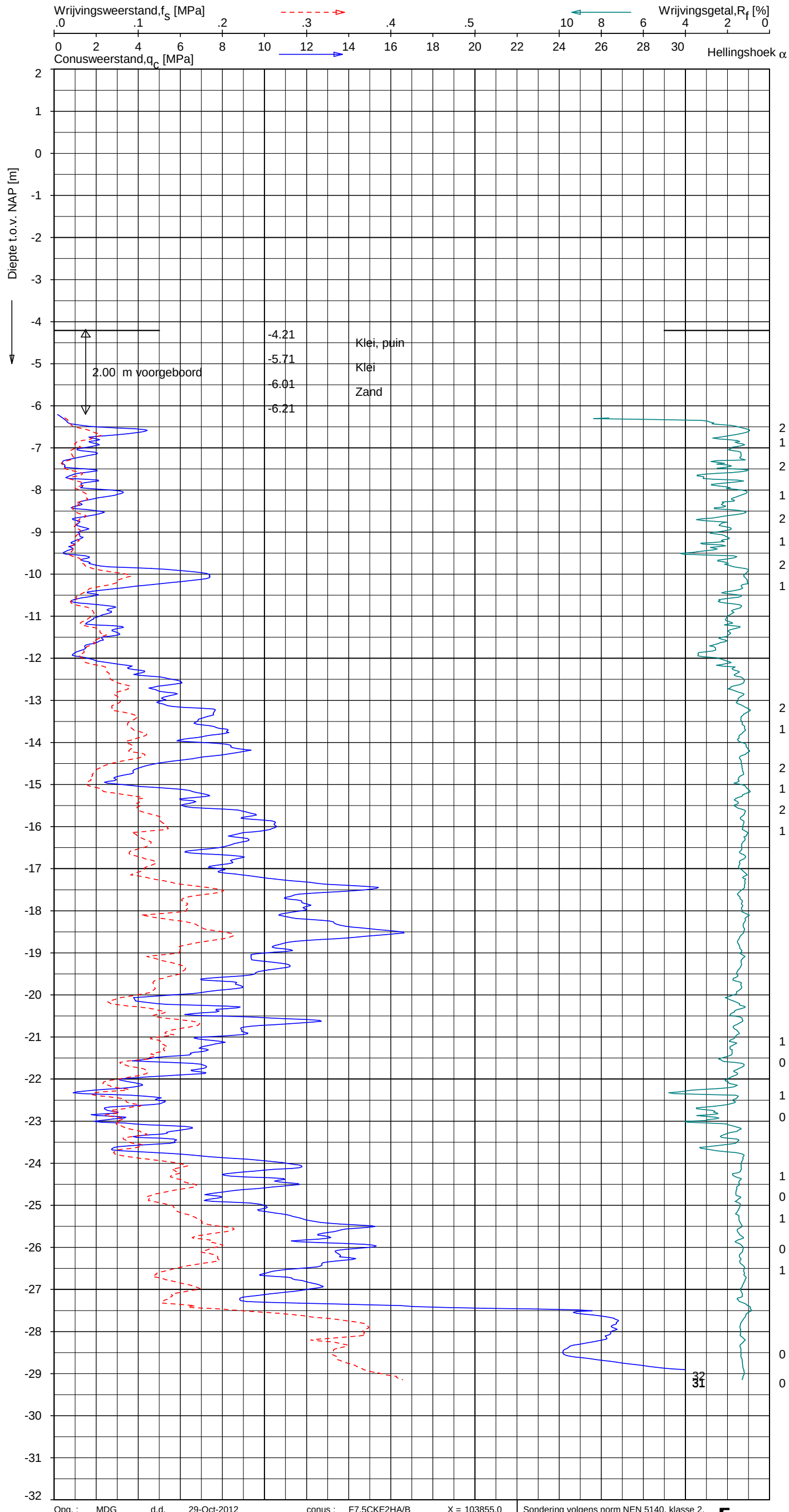
FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

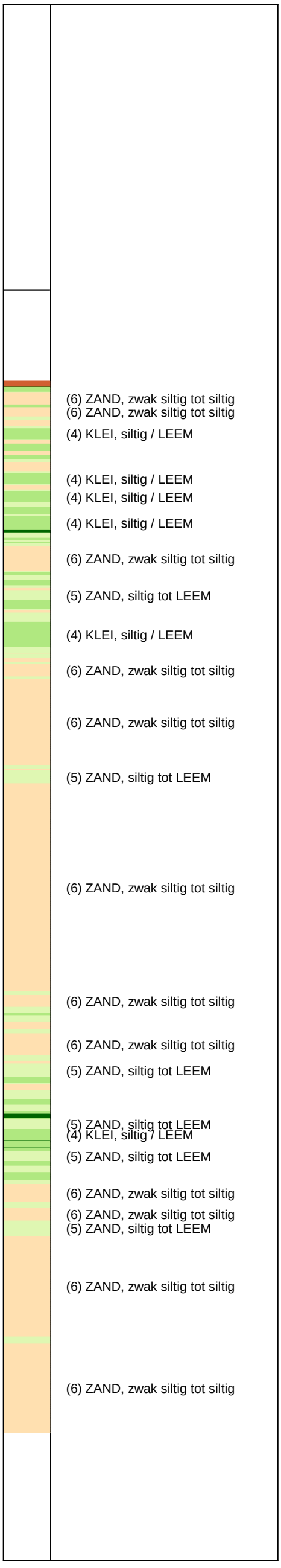
Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1150

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-14 16:23:29



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. :	MDG	d.d.	29-Oct-2012	conus :	F7.5CKE2HA/B	X = 103855.0
Get. :	VALKF	d.d.	2012-11-14	MV = NAP	-4.21 m	Y = 480428.0

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

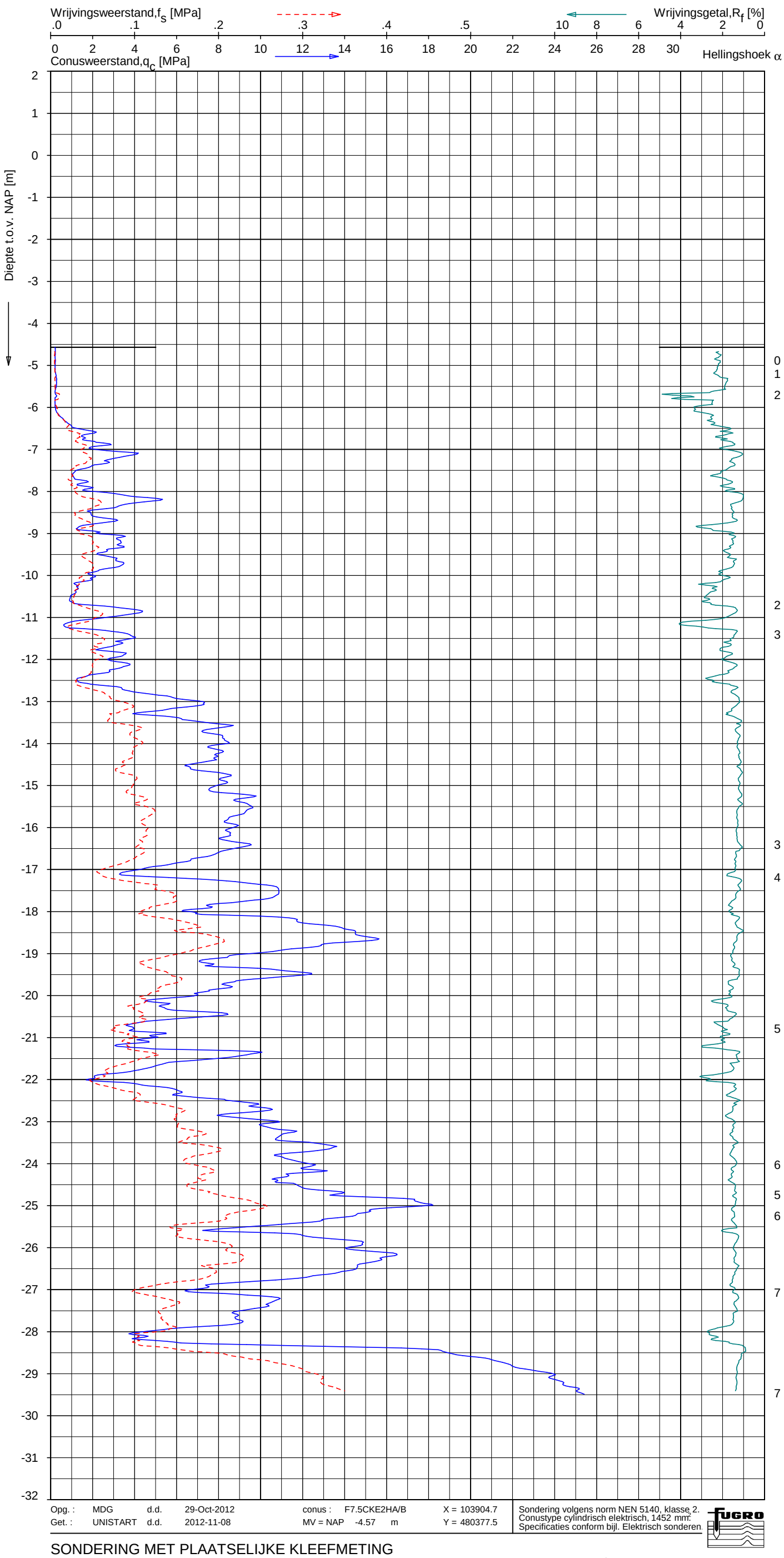
FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1151

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-14 16:23:32



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (3) KLEI, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. :	MDG	d.d.	29-Oct-2012	conus :	F7.5CKE2HA/B	X =	103904.7
Get. :	UNISTART	d.d.	2012-11-08	MV = NAP	-4.57 m	Y =	480377.5

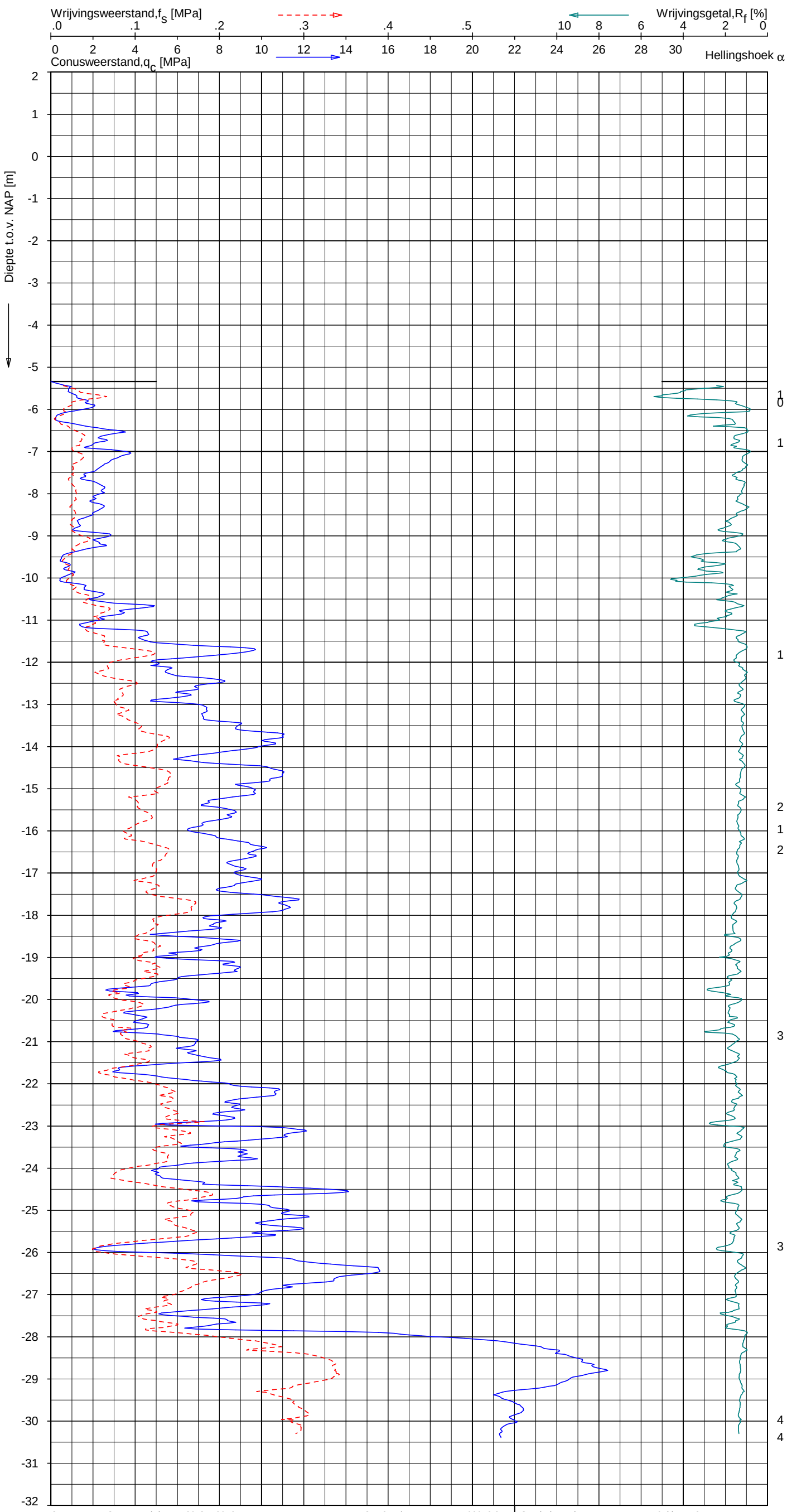
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1152



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. :	MDG	d.d.	29-Oct-2012	conus :	F7.5CKE2HA/B	X =	103952.2
Get. :	UNISTART	d.d.	2012-11-08	MV = NAP	-5.34 m	Y =	480374.9

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

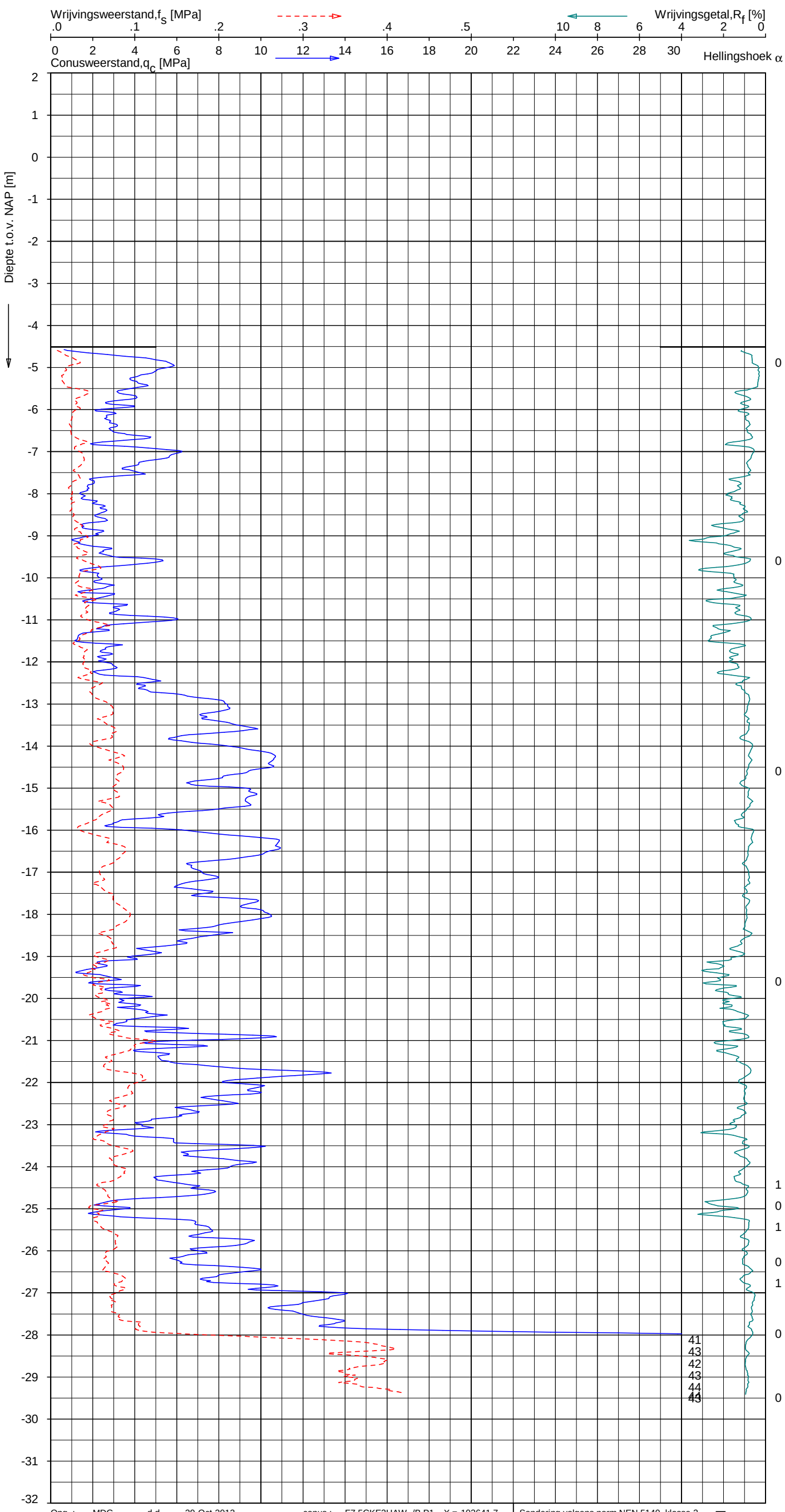
FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

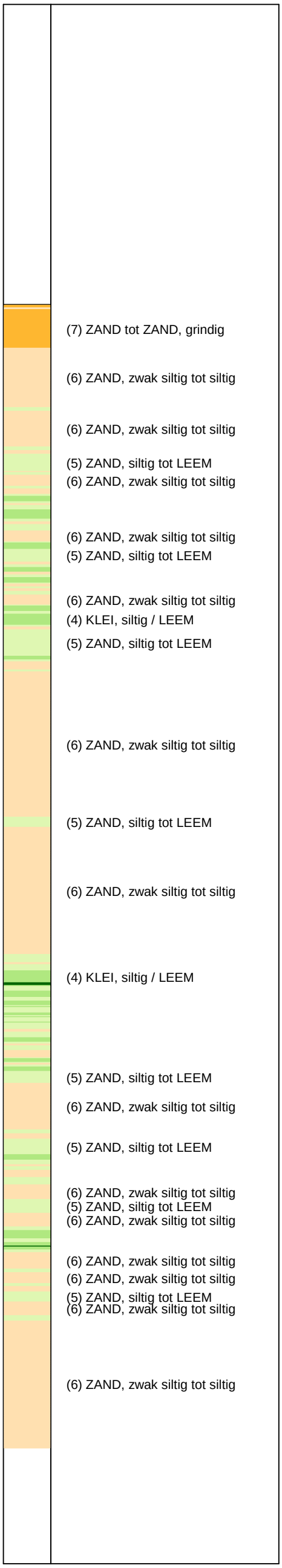
Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1153

UNIPLOT 05.19.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-11-14 16:48:50



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : MDG d.d. 29-Oct-2012
Get. : UNISTART d.d. 2012-11-14

conus : F7.5CKE2HAW$_1$/B P1 X = 103641.7
MV = NAP -4.51 m Y = 480575.7

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm^2.
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

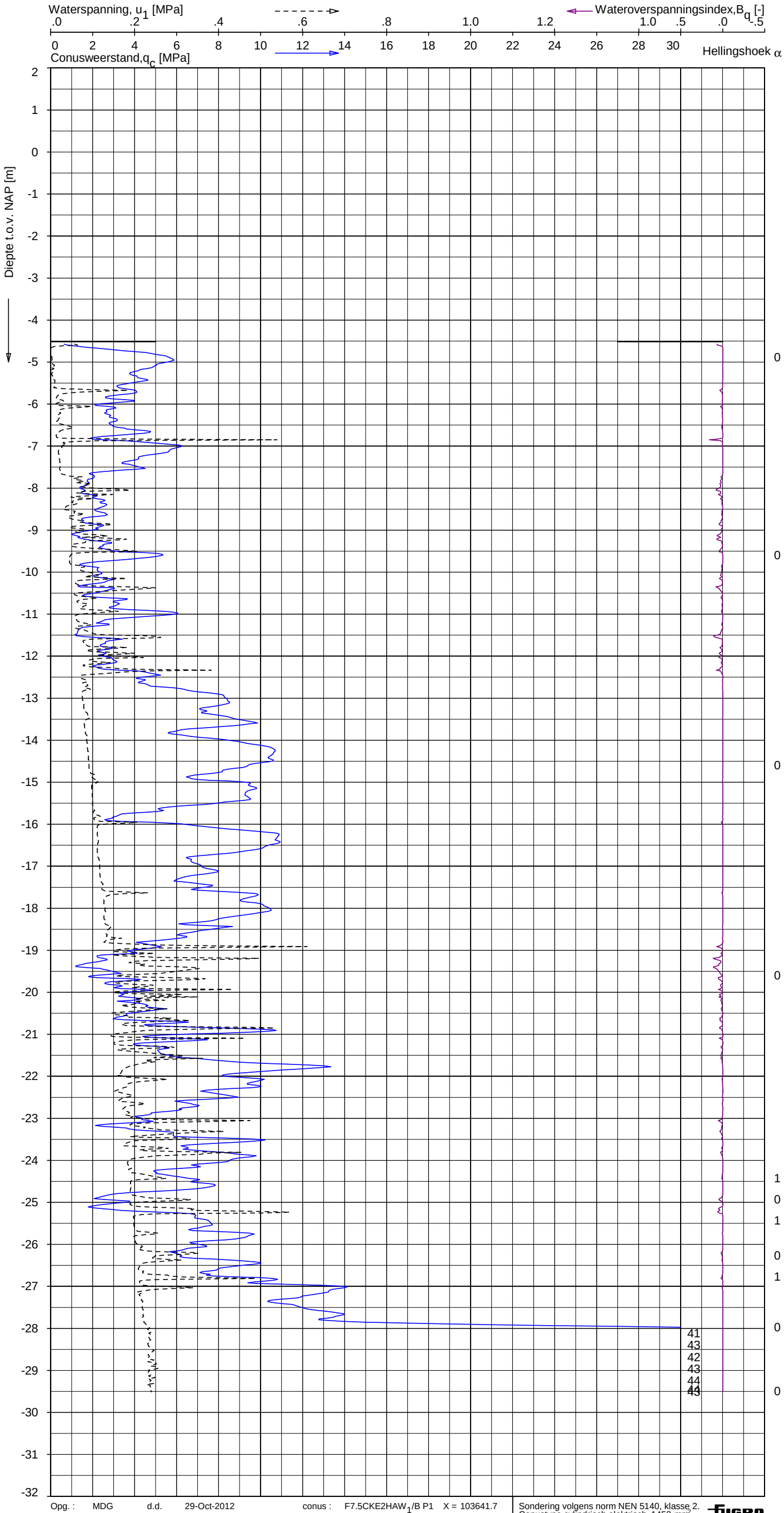
FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1146A

UNIPLOT 05.19.nl / QcU1Class-N3.cmd / 2012-11-14 16:56:55



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- (7) ZAND tot ZAND, grindig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : MDG d.d. 29-Oct-2012
Get. : UNISTART d.d. 2012-11-14

conus : F7.5CKE2HAW1/B P1 X = 103641.7
MV = NAP -4.51 m Y = 480575.7

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

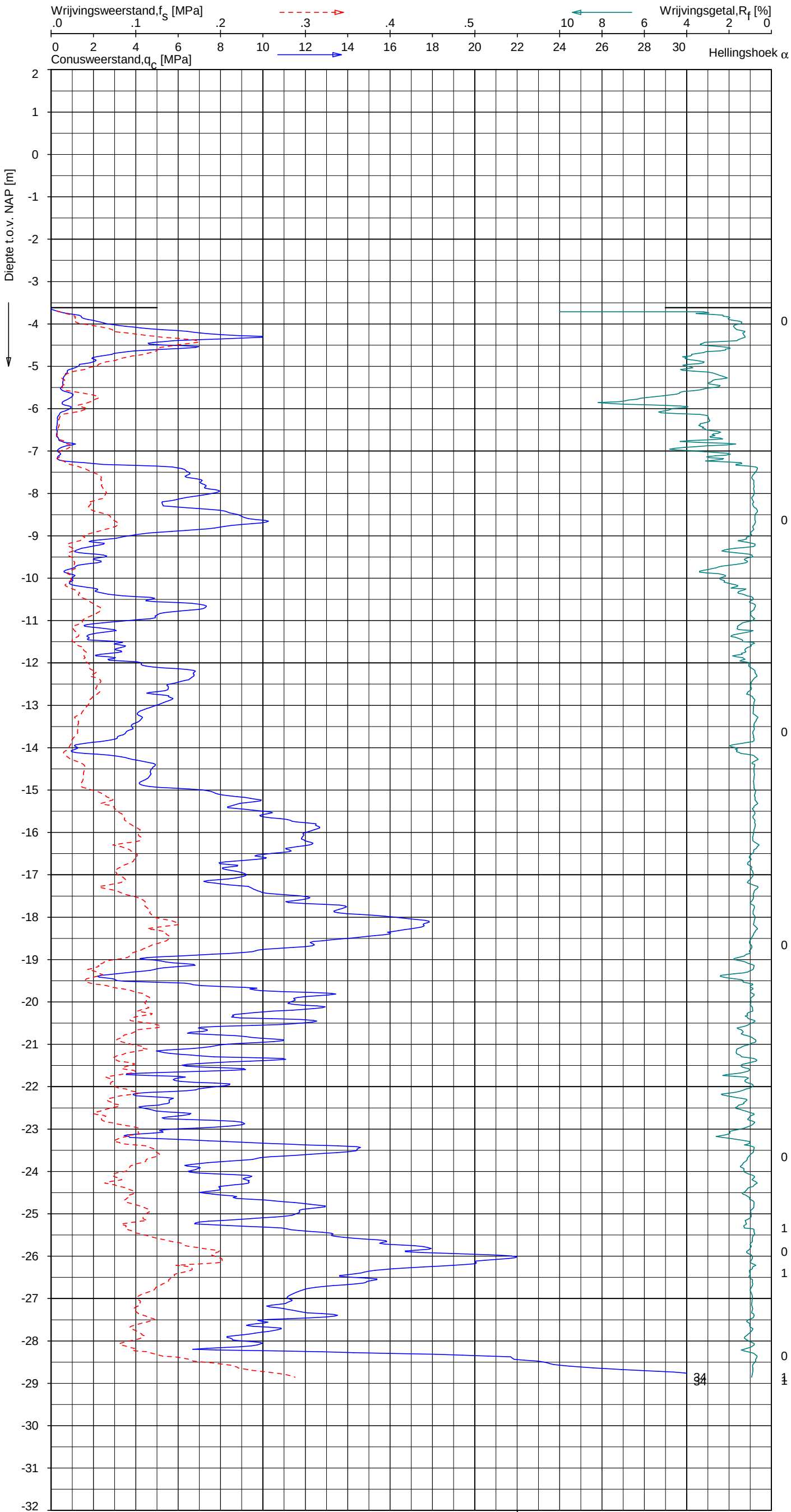
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1146A

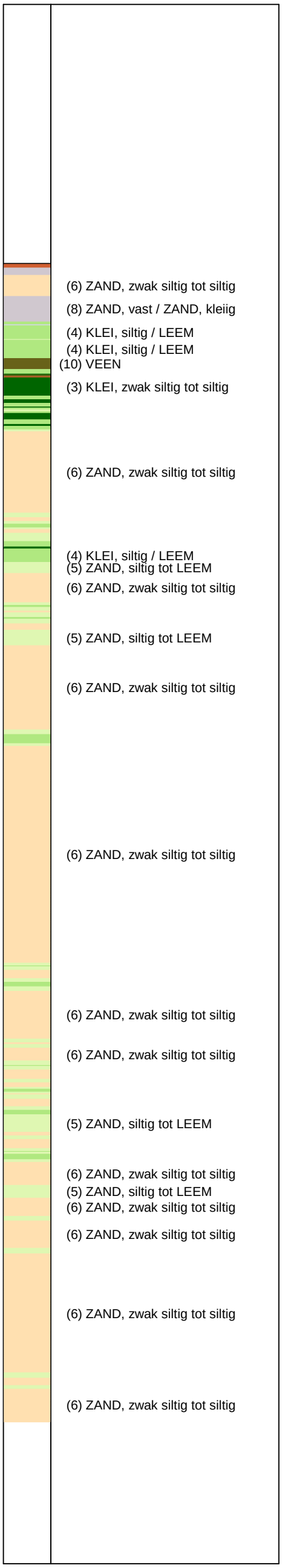
1010-0117-003

DKMP1146A - 1



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : MDG d.d. 29-Oct-2012
Get. : UNISTART d.d. 2012-11-08

conus : F7.5CKE2HAW$_1$/B P1 X = 103715.3
MV = NAP -3.62 m Y = 480499.8

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

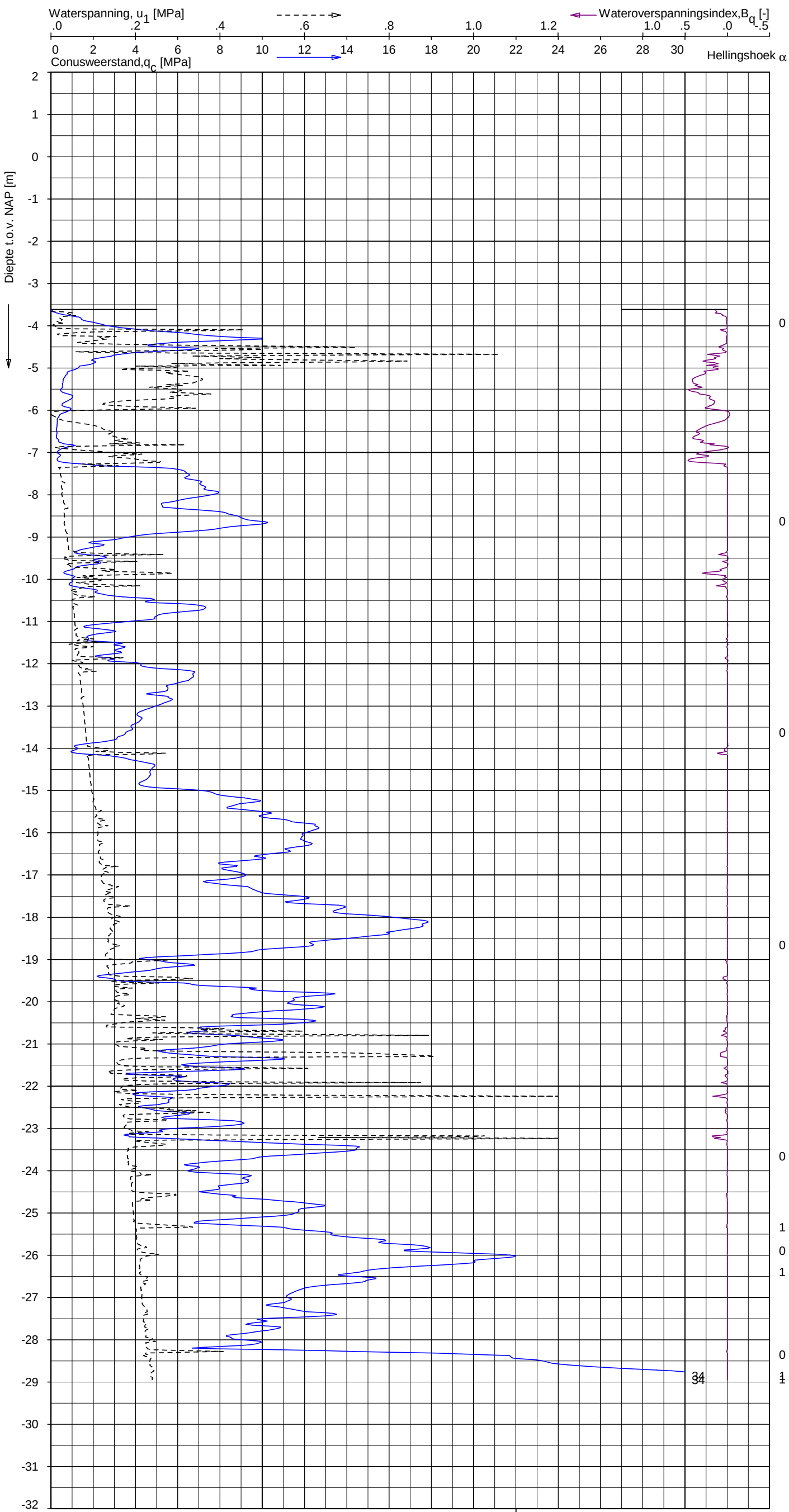
FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

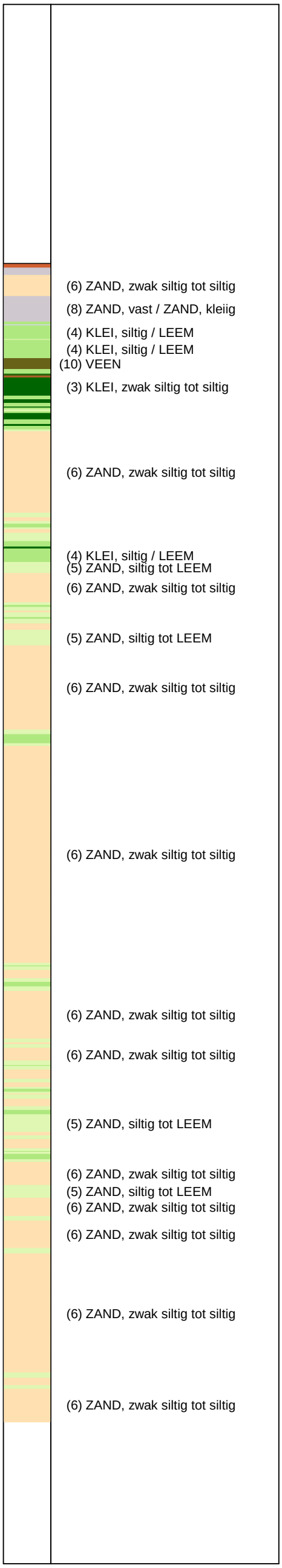
Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1148

UNIPLOT 05.19.nl / QcU1Class-N3.cmd / 2012-11-14 16:56:58



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. :	MDG	d.d.	29-Oct-2012	conus :	F7.5CKE2HAW1/B P1	X =	103715.3
Get. :	UNISTART	d.d.	2012-11-08	MV = NAP	-3.62 m	Y =	480499.8

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1452 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

FUGRO

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1148

1010-0117-003

DKMP1148 - 1

Bijlage 11

Werkmethode HDD TP13141-K-X-06

Deltaweg

Werkmethode Gestuurde Boring
TP13141-K-X-06
Deltaweg

Civiele Werkzaamheden R380 Noordring
Perceel 1: Vijfhuizen – Zuidelijke Ringvaart

Documentnummer:	:	VIR-0.000.532
Referentienummer:	:	TP13141-K-X-06
Documentstatus:	:	Definitief
Datum:	:	15-11-2013
Versie:	:	3.0

Opdrachtgever:

Opdrachtnemer:

	Naam	Functie	Paraaf	Datum
Opgesteld	A. ten Katen	HDD engineer		15-11-2013
Gecontroleerd	J. Stoelinga	HDD engineer		15-11-2013
Gecontroleerd	M. Molema	Disciplineleider		15-11-2013
Geautoriseerd / Vrijgave	M. Roohé	Projectmanager		15-11-2013

DOCUMENT HISTORIE

Revisie	Omschrijving/Belangrijkste wijzigingen	Datum
0.1	Eerste uitgave, DO concept	05-07-2013
1.0	DO	02-08-2013
2.0	Opmerkingen RFA verwerkt	01-10-2013
3.0	Opmerkingen RFA/RFC verwerkt	15-11-2013

INHOUD

1 Inleiding 5

2 Uitgangspunten 5

3 Leidingspecificaties boorparameters en ondergrond 6

3.1 Leiding specificaties en boorparameters 6
3.2 Bodem gesteldheid 6
3.2.1 Beschikbaar grondonderzoek 6
3.2.2 Grondslag 7
3.2.3 Grondwater 7

4 Uitvoerings beschrijving 8

4.1 Algemeen 8
4.2 Inrichting werkterreinen en opstellen rig 8
4.3 De pilot boring 9
4.4 Sturing 9
4.5 Ruimen 10
4.6 Intrekken leiding 11

5 Boorvloeistof 14

5.1 productbeschrijving boorvloeistof en toevoegstoffen 14
5.2 Opslag en transport van boorslurry 15
5.3 Mud retour 15

6 Specifieke issues en maatregelen 16

6.1 Kwel en maatregelen 16
6.2 Opbarsten bodem onder waterwerk Deltaweg 16

7 Personeel, organisatie en communicatie 17

7.1 Personeel, organisatie en bevoegdheden 17
7.2 Project rapportage 17
7.3 Beoordeling boorlijn 18

8 Tijdschema / planning 18

9 Het in te zetten materieel 19

9.1 Onderhouds filosofie 19
9.2 In te zetten ondergronds materieel 19

Bijlagen

Bijlage 1 Profiel tekening 20

Bijlage 2 Planning booractiviteiten 21

Bijlage 3 Trekkracht en muddruk berekeningen 22

Lijst met gebruikte afkortingen.

HDD	Horizintal Directional Drilling; horizontale gestuurde boring
kV	kilo volt
KWS	Koninklijke Wegenbouw Stevin (Onderdeel Volker-Wessel)
DO	Definitief ontwerp
UO	Uitvoeringsontwerp

1 INLEIDING

Deze werkmethode beschrijft de werkzaamheden met betrekking tot de HDD van de twee parallelle 150kV HDD kruisingen van de Deltaweg en de Drie Merenweg, onderdeel van het traject R380 Noordring, perceel 1. Dit document hangt samen met de ontwerpnota VIR-0.000.018, welke dient als overkoepelend en inleidend document.

Googl earth dump, boorlocatie bij benadering

Deze werkmethode is gebaseerd op het definitief ontwerp (DO) bestaande uit tekening TP13141-K-X-06 (VIR-0.000.506) en berekeningsdocument TP13141-doc-06 (VIR-0.000.521), en dient ter ondersteuning en inpassing van de werkzaamheden en de vergunning verlening.

Note: Deze werkmethode beschrijving betreft een DO. In geval deze naar uitvoerend ontwerp (UO) gaat is het mogelijk dat aan bepaalde punten een nadere invulling wordt gegeven.

2 UITGANGSPUNTEN

Tijdens het ontwerpproces worden algemene beginselen zoals duurzaamheid, veiligheid en kwaliteit van de levensloop van het object meegewogen. Daarnaast zijn de uitgangspunten toegepast zoals aangegeven in het verificatieplan

3 LEIDINGSPECIFICATIES BOORPARAMETERS EN ONDERGROND

3.1 Leiding specificaties en boorparameters

Onderstaand een samenvatting van de leiding specificaties.

Diameter enkele duct	200mm[1]
Wanddikte	18,2mm
Materiaal	PE100
Klasse	SDR-11
Aantal ducts per bundel	7
Diameter bundel	600mm[1]
Minimale buigradius bundel	ca. 15m
Maximale trekkracht bundel	10,4
Minimale buigradius kabel	nader te bepalen

Lengte boring 1	ca 711m[1]
Lengte boring 2	ca 715m[1]
Kromtestraal intrede ($R_{v,in}$)	300m[1]
Kromtestraal uittrede ($R_{v,uit}$)	425m[1]
Kromtestraal horizontaal (R_h)	325m[1]
Kromtestraal gecombineerd (R_{combi})	258m[1]
Intrede hoek	15º
Uittrede hoek	18º
Niveau intrede	-4.4m NAP
Niveau uittrede	-4.2 m NAP
Niveau vloerbuis	-30 m NAP
Minimale buigradius boorstangen	ca. 250m

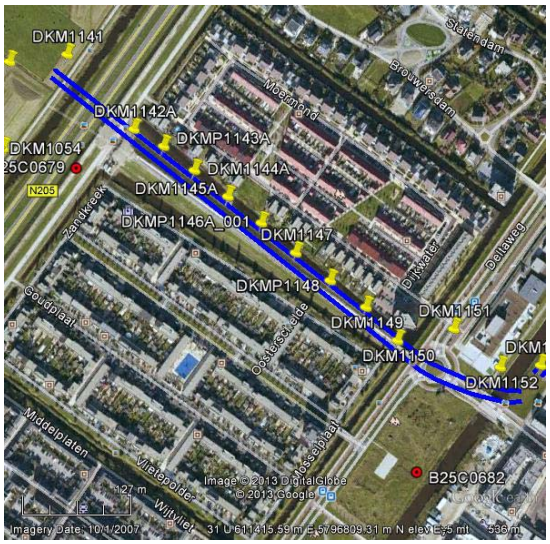
3.2 Bodem gesteldheid

3.2.1 Beschikbaar grondonderzoek

Sonderingen: DKM1151/ 1142a/ 1144a/ 1145a/ 1147/ 1149/ 1150/ 1151/ 1152/ 1153, DKMP1053/ 1143a/ 1146a/ 1148

Boringen: HB113/ B25C0679/ B25C0682

Peilbuizen: B25C0231/ B25C0361



Overzicht locatie ondergrondgegevens

Evaluatie rapport Fugro: Rapportage 1010-0117-003_33_v3.R01_bemaling traject A-E_2013-05-27

3.2.2 Grondslag

De toplaag bestaat uit een laag slappe Klei van ca. 2 meter dik, waaronder siltige Zanden in noordelijke deel tot ca -20m NAP, in zuidelijke deel tot ca. -13 m NAP. In dit pakket mogelijk een enkele dunne veenachtige laag. Dit pakket wordt geologisch aangeduid met 'Formatie van Naaldwijk'. Hieronder bevinden zich grove Zanden welke onderdeel zijn van de Formatie van Kreftenheye. In de wandelgang wordt dit ook wel aangeduid als Pleistoceen.

De formatie van Naaldwijk heeft relatief lage CPT waarden van 5-10 MPa; de formatie van Kreftenheye wordt juist gekenmerkt door hoge CPT waarden tot 20MPa; vanaf -28m NAP zelfs mogelijk tot 60 MPa.

3.2.3 Grondwater

Peilputten B25C0231 / B25C0361 bevinden zich ca. 500m ten noorden van de locatie. Er is geen verschil in stijghoogte tussen diepe en ondiepe filter (-6 en -30m NAP).

Beidde peilbuizen vergelijkbaar. De meetserie van buis B25C0231 loopt vanaf 1960 (-5,2 m NAP), tot 1988 (-5.25 m NAP). Bandbreedte van de metingen is ca. 0,2m, met maximale afwijkingen in orde van 0,3m naar boven en 0,2m naar beneden. Het maaiveld van de peilbuis is op -4,2m NAP.
De meetserie van B25C0361 loopt vanaf 1989 tot 2010; start met -4.9m NAP en eindigt op ca. -5m NAP, het maaiveld ligt hier op -3.88m NAP.

4 UITVOERINGS BESCHRIJVING

4.1 Algemeen

Er is momenteel voorzien de boringen op dit project uit te voeren met onze 100t machine. Ons machinepark wordt echter regelmatig vernieuwd waarbij machines worden vervangen. Het is mogelijk dat tijdens de uitvoering in 2015 deze door een andere machine is vervangen. In dat geval zal een machine met vergelijkbare specificatie worden ingezet. Het principe van een HDD boring is ongeacht de toegepaste machine gelijk.

Een boring bestaat uit 3 fasen: de pilot boring, het ruimen (vergroten) van het boorgat en het intrekken van de bundel.

100t rig in actie

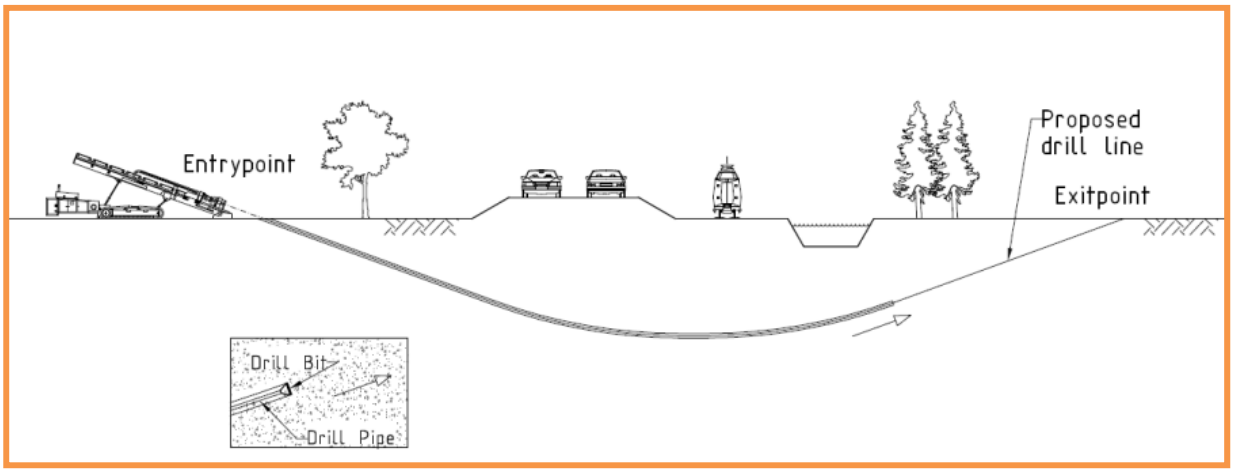
4.2 Inrichting werkterreinen en opstellen rig

De werklocaties en toegangen worden klaargemaakt voor gebruik door KWS, tekeningen in bijlage (VIR 0.000.204 en VIR 0.000.206). Aanvoer van rig en materieel vindt plaats met vrachtwagens, containers en flat bed trailers. De toegankelijkheid vereist toegang met vrachtwagens met een maximale as-druk van 10t. De rig locatie bij de intredepunt meet 900m2. Bij het uittredepunt is een kleine werkruimte nodig om de boorbuizen af te koppelen. Aan deze zijde bevindt zich ook de uitlegstrook van de in te trekken bundels.
De rig wordt opgesteld met behulp van een tele-kraan en een graafmachine. Het werkterrein wordt ingericht volgens de werktekening, waarbij kleine afwijkingen mogelijk zijn. De benodigde elektrische en hydraulische koppelingen worden gemaakt. Het terrein zal voorzien zijn van hekken. Voor aanvang van de boring zal een dodebed worden aangebracht. Hiertoe

wordt een damwand profiel ingetrild, dan wel een palen rij ingeheid. Bij de rig wordt een intrede put gegraven. De boorstelling zal onder de gewenste intredehoek met de horizontaal worden opgesteld.

4.3 De pilot boring

Na de mobilisatie en installatie kan met het boren van het eerste pilotgat worden begonnen. De boorbuizen worden één voor één de grond ingeboord m.b.v. de boorstelling (rig), terwijl ze met een schroefkoppeling aan elkaar worden gekoppeld tot een boorstreng.



Pilotboring

Het boren wordt gedaan m.b.v. jet-bit dan wel een roller cone welk zich aan het uiteinde van de boorstreng bevindt. Door de boorbuizen wordt spoeling gepompt welke met kracht door de nozzles in de boorkop tegen de grond spuit en deze losmaakt. De spoeling stroomt samen met de losgekomen grond langs de boorstangen door het boorgat terug naar de intrede, in de gemaakte mud pit.

Vlak achter de boorkop is een zgn. “bent sub” geplaatst die bestaat uit een bochtstuk van 1° tot 3° (afhankelijk van de grondsoort en machine). Het pad dat wordt geboord, wordt gemonitored en geregistreerd m.b.v. de meetapparatuur die zich achter de boorkop in een boorbuis bevindt. Door de streng van boorbuizen te roteren kan men de oriëntatie van de “bent sub” bepalen. Door nu duwend verder te boren zal de boring de buiging van de bent sub volgen en kunnen stuurcorrecties worden gemaakt. Als de kop van de boorstreng uiteindelijk bij het uittredepunt boven is gekomen, wordt de drilling assembly van de boorstreng ontkoppeld.

4.4 Sturing

Door de opdrachtgever wordt een nauwkeurig gestuurde boring vereist. Dit kan alleen worden bereikt door de inzet van een optische gyroscoop. Deze tool wordt tijdens de pilot boring juist achter de bent sub in een behuizing in de boorstreng opgenomen. Minimaal na het boren van elke boorstang wordt een meting gedaan waarmee de positie van de kop wordt bepaald. De gemeten waarden worden vergeleken met het ontwerp van de boring, en indien nodig wordt een stuurcorrectie uitgevoerd.

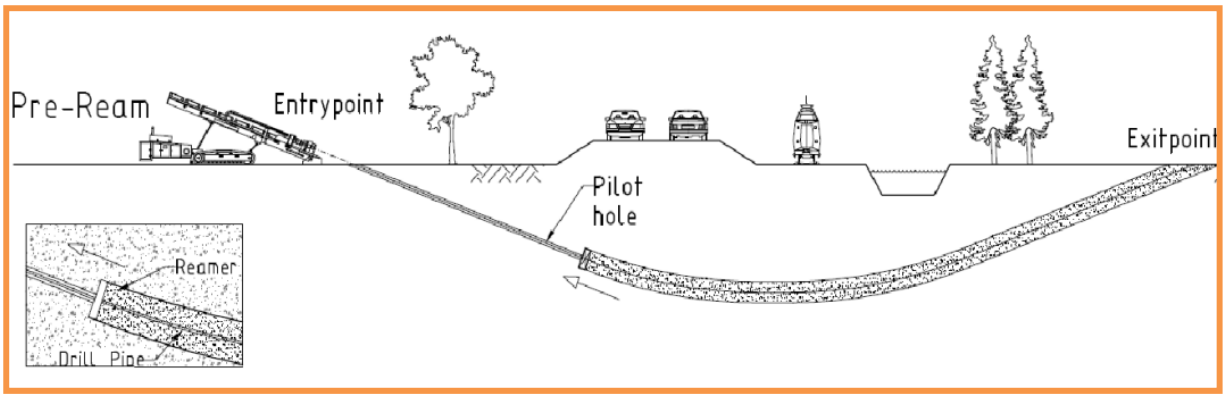
Meetwaarden van de stuurinstrumenten in de drilling assembly worden doorgegeven middels een kabel die door de boorstangen loopt. Bij het opvoegen van elke boorpijp wordt deze draad verlengd. Een andere functie van deze draad is de tool van energie te voorzien.

4.5 Ruimen

Het tijdens de pilot boring gemaakte gat is niet groot genoeg voor de bundels. Bij de Horizontaal Gestuurde Boring (HDD) wordt uiteindelijk een gat gemaakt van minimaal 30” (762mm). Het pilot gat wordt vergroot in 1 of meer zogenaamde ruimslagen. Het aantal ruimgangen is afhankelijk van de doorsnede van de omhullende cirkel van de bundel en de grondslag, maar ook de ervaring opgedaan tijdens de pilot heeft in deze besluitvorming een belangrijke plaats.
Ruimen gebeurt met speciaal ontworpen ruimers. Op dit project is worden zogenaamde fly cutters gebruikt. Dit zijn op een as gemonteerde ringen, voorzien van tanden die de grond vermalen.

Ruim assembly klaar om aan te vangen

De ruimer wordt bij het uittredepunt aan de boorstreng gemonteerd en roterend naar intredekant getrokken. Gedurende het voorruimen, worden tijdens het ruimen bij het uittredepunt telkens weer boorbuizen achter de ruimer gekoppeld. Vanaf de boorstelling wordt weer boorvloeistof door de boorstreng via de ruimer in het boorgat gespoten. De boorvloeistof vermengt zich met de losgefreesde gronddelen en dit mengsel stroomt door het boorgat naar het in/ of uittrede punt.



Rruimen

Nadat de ruimer bij het intredepunt van de boring is gearriveerd, is er een geruimd gat ontstaan met daarin een boorstreng.

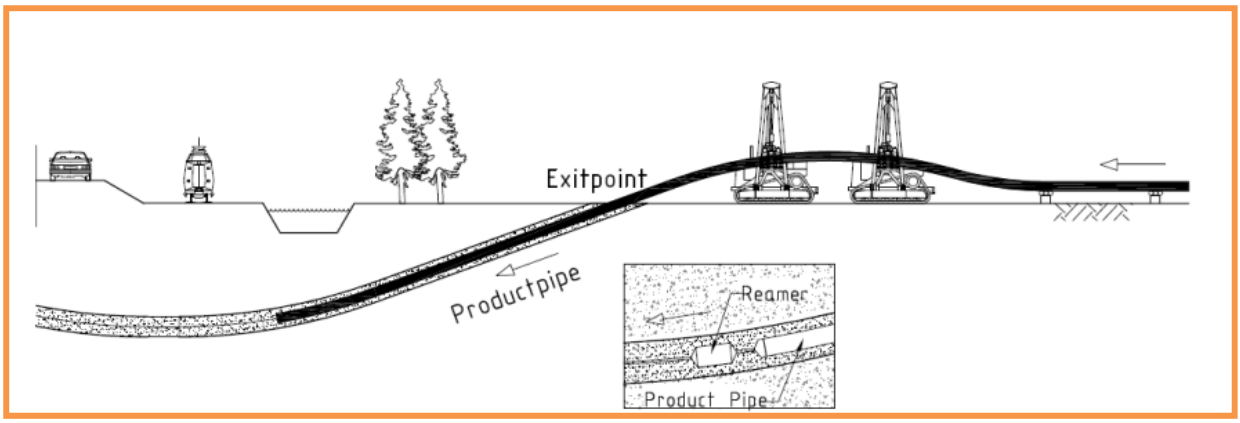
4.6 Intrekken leiding

Nadat het boorgat de gewenste diameter heeft bereikt kan met het intrekken van de bundel worden begonnen. De bundel moet van te voren worden klaargelegd, in de hele lengte van de boring. De buizen worden los in het gat getrokken.

De bundel wordt in het verlengde van de boring, achter het uittredepunt, klaargelegd. Daar wordt de boorstreng aan de bundel gekoppeld, met een barrelruimer ertussen om evt lokale problemen in het boorgat weg te halen tijdens het intrekken en verse bentoniet in te brengen.

Trekkop, bundel PE pijpen

Door een swivel te gebruiken achter de ruimer, wordt voorkomen dat de roterende beweging van de boorstreng zich doorzet naar de bundel PE leidingen.



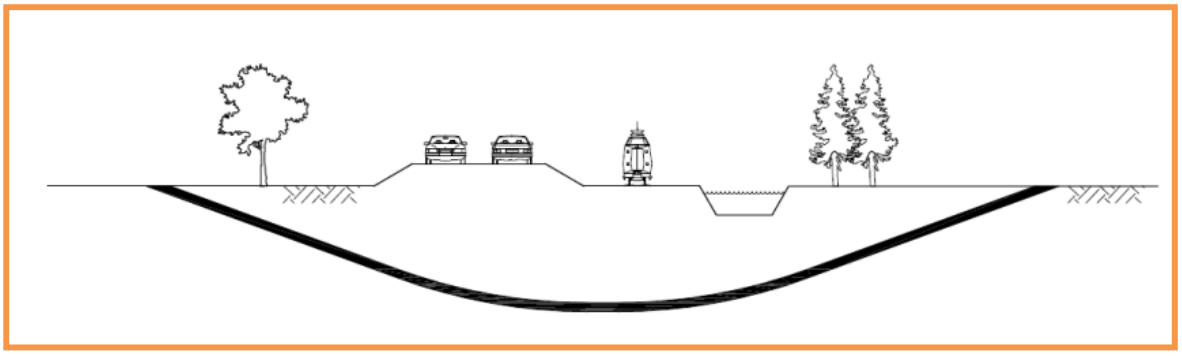
Intrekken

De berekende trekkracht bedraagt 245 kN (verwachtingswaarde). De bundel zal gevuld worden ingetrokken. Net achter de trekkop wordt in de buizen een gat gemaakt zodat deze tijdens het intrekken vanzelf met spoeling gevuld worden. Na het intrekken worden de buizen dan gespoeld met schoon water.
Om te zorgen dat de bundel soepel het boorgat in gaat (de boring komt immers onder een hoek met het maaiveld uit de grond) wordt de leiding iets opgetild om een zogenaamde kattenrug te vormen. De benodigde intrekboog wordt aangegeven op de uitvoeringstekening.

Na het intrekken zal een messenger wire worden aangebracht, en de ducts worden voorzien van een afsluitende cap.

Figuur 8: leiding klaar voor intrekken

Nadat een bundel is geïnstalleerd, wordt de rig omgezet voor de tweede boring, en vangt de procedure zoals beschreven vanaf pilot boring weer aan. Na afloop van de tweede boring wordt de totale installatie ontmanteld en afgevoerd. De overige kabel- en grondwerken kunnen dan worden verricht.



Eindresultaat

5 BOORVLOEISTOF

5.1 productbeschrijving boorvloeistof en toevoegstoffen

De toe te passen boorvloeistof is een met zoetwater en bentoniet aangemaakte mud systeem. De boorvloeistof vormt een cruciaal onderdeel in het boorproces. Bentoniet is een sterk water bindende, in de natuur voorkomende, ongevaarlijke kleisoort. Voor informatie over bentoniet en de milieubelasting ervan zie bijlage nota VIR-0.000.018.

De spoeling heeft een aantal functies tijdens de boring waarvan de belangrijkste zijn:

- Losspuiten van de grond voor de boorkop (foto)
- Transporteren van de los gespoten grond tot buiten het boorgat
- In suspensie houden van de cuttings als er niet gecirculeerd wordt
- Smeren van de boorstreng en de in te trekken leiding
- Stabiliseren van het boorgat
- Het vormen van een filtercake in de boorgatwand.

De eigenschappen van de boorspoeling, met name de viscositeit, kunnen tijdens de verschillende fasen van het proces worden aangepast aan de gewenste eisen, door veranderingen in de verhouding tussen water en bentoniet.

De boorvloeistof zal in daartoe aangelegde mud bassins dan wel containers worden opgeslagen. De maximaal benodigde capaciteit van de bassins is grofweg anderhalf maal de inhoud van de in te trekken bundel.

Bentoniet flushing out of the nozzles of the fly cutter

5.2 Opslag en transport van boorslurry

Aan rig zijde zal de mud worden opgeslagen in containers of een daartoe vervaardigt bassin. Tijdens de laatste intrek operatie zal de mud worden afgevoerd met vacuüm wagens naar een volgende boring, een centrale opslag voor hergebruik of verwerkingsbedrijf.

5.3 Mud retour

Tijdens een zeker gedeelte van de ruimfase van de boring komt aan uittrede zijde boorspoeling naar boven; bij de eerste boring wordt deze met vrachtwagens weer terug naar de recycling aan intrede zijde gereden om weer in het proces te worden ingevoerd. Bij de tweede boring zal een van de ducts van de bundel, zoals geïnstalleerd in de eerste boring, tijdelijk worden gebruikt als mud retour leiding.

6 SPECIFIEKE ISSUES EN MAATREGELEN

6.1 Kwel en maatregelen

Kwel kan tijdens uitvoering van de HDD problematisch zijn daar waar de stijghoogte van een watervoerend pakket of watergang boven het maaiveld uitkomt. Dit is niet het geval.

Ook na uitvoering van het werk kan kwel alsnog optreden. Met name een probleem wanneer de ontgraving wordt gemaakt ten behoeve van het maken van de verbinding met de gelegde kabel. Hiertoe worden kleikisten en kwelschermen aangebracht. Dit wordt voorlopig als afdoende beschouwd. Tijdens ontgraving komt dan zonder verdere maatregelen kwel langs pijp in de ontgraving; het aanbrengen van klei is lastig. Bemaling is dan noodzakelijk.

Zie voor de kwelwegberekeningen berekeningsdocument TP13141-doc-06 (VIR-0.000.521).

6.2 Opbarsten bodem onder waterwerk Deltaweg

Het waterwerk nabij uittrede, ter hoogte kruising Altenapad en brug van de Fanny Blankers Koenlaan is gevoelig voor opbarsten door de optredende muddrukken tijdens het einde van de pilot boring.

Waterwek nabij uittrede

Dit is een punt van aandacht waar momenteel verschillende oplossingen voor in beschouwing zijn. Hieronder vallen mogelijke maatregelen als het aanbrengen van een bovenbelasting op de bodem van de waterpartij. Een bijzondere maatregel is een contraboring, hierbij wordt vanaf uittrede met een kleine rig richting intrede geboord, hierbij is opbarsten onwaarschijnlijk daar de muddrukken laag zijn. Wanneer later dan vanaf intrede de reguliere boring wordt gedaan, zal de boorspoeling zich een weg zoeken via het gat van de contraboring, en is opbarsten onwaarschijnlijk. Het is ook mogelijk beidde maatregelen toe te passen (belasten en contraboring).
Aanvullend grondonderzoek kan mogelijk een bijdrage leveren om te komen tot geschikte maatregelen.

7 PERSONEEL, ORGANISATIE EN COMMUNICATIE

7.1 Personeel, organisatie en bevoegdheden

De personeelsbezetting is als onderstaand, de daadwerkelijke toewijzing van personen aan het werk zal pas bij uitvoering plaatsvinden.

Personeel 100t Rig

Pilot boren	**Ruimen**	**Intrekken leiding**
1 uitvoerder*	1 uitvoerder*	1 uitvoerder*
1 boormeester	1 boormeester	1 boormeester
1 surveyor	-	-
1 mud man	1 mudman	1 mudman
2 righands	2 righands	2 righands
1 graafmachinist	2 machinisten	2 machinisten
1 voorman, meewerkend	Pipe side operator	

*Part time

De bevoegdheden en verantwoordelijkheden van de uitvoerder en boormeester zijn gegeven als bijlage, onder “Functie omschrijvingen”. Voor de andere functieprofielen wordt volstaan met onderstaande tabel.

Taak	**Bevoegdheden en verantwoordelijkheden**
Project coördinator	Besluit deelname tenderen projecten. Toewijzing en indeling personeel. Coördinatie boringen
Surveyor	Locatie en sturing van boring. Rapportage aan boormeester en uitvoerder
Mud man	Aanmaak en beheer boorspoeling. Rapportage aan uitvoerder
Rig hand	Handling boormachine en tools
Boorhulp	Maken en breken boorstangen, diverse werkzaamheden
Kraanmachinist	Bediening hijskraan, uitvoeren hijswerkzaamheden.

7.2 Project rapportage

Tijdens de boring rapporteert de surveyor schriftelijk de coördinaten aan de uitvoerder. Indien gewenst kunnen deze tussentijds beschikbaar worden gesteld aan de Opdrachtgever. Na afloop van het project kunnen deze gegevens samengevat worden geleverd met een “as built” tekening.

De boormeester rapporteert tijdens het boren de boorparameters aan de uitvoerder. Dit gaat volgens document als in bijlage. Hierin worden onder meer pompdrukken, daadwerkelijk geboorde tijden, en gebruikte tools vastgelegd. Indien gewenst kunnen deze tussentijds beschikbaar worden gesteld aan Opdrachtgever.

Een samenvatting van deze documenten wordt als dagelijks als rapport door de uitvoerder aan de opdrachtgever verstrekt.

Ten alle tijde geldt dat calamiteiten direct aan Opdrachtgever en de projectcoördinator worden gerapporteerd. Dit betreft niet alleen extreme calamiteiten maar ook mogelijk niet kan worden voldaan aan vooraf vastgestelde parameters van het boorproces. Bijvoorbeeld het dreigen te overschrijden van de vooraf berekende maximale trekkracht.

Na afloop van het project worden de afzonderlijke rapportages gebundeld en opgenomen in de boorreportage welke naar het bedrijfsbureau gaat.

7.3 Beoordeling boorlijn

Voorafgaand aan de boring worden de coördinaten ter goedkeuring aan de opdrachtgever verstrekt. Tijdens de pilot boring wordt met een optische gyro minimaal elke boorstang de locatie van de boorkop bepaald. Aan de hand van deze metingen wordt doorlopend bepalen of maatregelen nodig zijn om het vastgelegde traject te vervolgen. De metingen worden gerapporteerd aan de boormeester. De gegevens kunnen indien gewenst dagelijks ter goedkeuring aan de Opdrachtgever worden verstrekt, maar worden in ieder geval na afloop van de pilot aan de Opdrachtgever geleverd.

Na afloop van het project kan indien gewenst een “as built” nameting van de boorlijn gedaan worden. Hiertoe wordt een speciaal daarvoor ontwikkelde optische gyro door eén der aangebrachte leidingen per bundel getrokken, gelijktijdig worden de coördinaten van de leiding opgenomen. De gegevens worden verwerkt in een werktekening, en aan de Klant verstrekt.

8 TIJDSCHEMA / PLANNING

De voorlopige planning van HDD werkzaamheden (booractiviteiten) is gegeven in de bijlage. Voor de overige werkzaamheden wordt verwezen naar VIR-0.000.009 Overallplanning - fase 2 Realisatie.

9 HET IN TE ZETTEN MATERIEEL

9.1 Onderhouds filosofie

V&SH heeft vele jaren ervaring met de werking en het onderhoud van de HDD machines. In de loop der jaren is er een database bijgehouden voor de registratie van gebeurtenissen. Te denken valt aan: afbraak, slijtage, onderhoud en andere zaken. Dit stelt ons in staat om de slijtage in te schatten en hierop vooraf te anticiperen. Aan de hand van deze database is er een onderhoudsplan opgesteld. Tevens zijn de relevante reserveonderdelen op locatie aanwezig.
Indien er tijden de werkzaamheden toch een probleem voorkomt zal dit door een monteur (die snel aanwezig kan zijn) worden opgelost. Mocht dit niet mogelijk zijn dan wordt de machine door een andere geschikte machine met voldoende capaciteit vervangen.

9.2 In te zetten ondergronds materieel

Fase	**Materieel**
Pilot	Milled tooth roller cone Bent sub Optische gyro Boorstangen
Ruimen	Fly cutter / barrel reamer 30”, mogelijk stapsgewijs oplopend tot deze grootte Boorstangen
Intrekken	Swivel Barrel Trekkop D-sluiting Boorstangen

BIJLAGEN

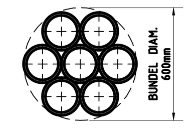
BIJLAGE 1 PROFIEL TEKENING

SITUATIE
SCHAAL 1 : 500

LANGSDOORSNEDE
SCHAAL 1 : 500

COORDINATENLIJST OP BASIS VAN RD		
PUNT OMSCHRIJVING	X	Y
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	103416.61	480803.48
HDD-01 TG-01	103777.36	480450.40
HDD-01 KP	103834.65	480394.33
HDD-01 TG-02	103911.44	480371.33
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	103957.45	480357.55
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	103411.18	480798.30
HDD-02 TG-01	103776.05	480442.64
HDD-02 KP	103833.20	480386.93
HDD-02 TG-02	103909.66	480364.03
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	103951.76	480351.42

TE INSTALLEREN (150kV)
PER BORING
7x Ø200 PE100 SDR11
2x UITVOEREN



DOORSNEDE HDD'S 150kV TRACE
SCHAAL 1 : 20

SONDERINGEN
SCHAAL 1 : 200

OPMERKINGEN:
-SITUATIE ONTVANGEN VAN OPDRACHTGEVER
-BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN INGETEKEND A.D.H.V. KLIC GEGEVENS
-GRONDONDERZOEK AFKOMSTIG VAN FUGRO RAPPORT (OPDR.NR.1010-0117-003)
-INFORMATIE BESTAANDE HDD'S LIANDER AFKOMSTIG UIT KLEVER B.V. TEKENINGEN 09-08 EN 09-09
-DIEPTE WATERGANGEN GENOMEN VAN LEGGER HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND.

-EXACTE LIGGING BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN VOOR AANVANG WERKZAAMHEDEN NADER TE BEPALEN EN INDIEN NODIG TIJDELIJK OMLEGGEN OF BOORPROFIEL HIEROP AAN TE PASSEN.

Wijz.	Datum	Omschrijving	Get.	Gez.
1.0	02-08-13	DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH
0.1	17-07-13	CONCEPT DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH

VolkerInfra Randstad 380 — TenneT Taking power further

Volker Staal en Funderingen bv
Quarantaineweg 10
3089 KP Rotterdam
Postbus 54548
3008 KA Rotterdam
Telefoon 010-2992288
Telefax 010-2992277
Handelsreg. Rotterdam 24229578

OPDRACHTGEVER : TENNET

PROJECT : RANDSTAD NOORD 380kV & 150kV

BENAMING : ALGEMEEN PLAN 150kV TRACE HDD'S ONDER DRIE MERENWEG (N205)

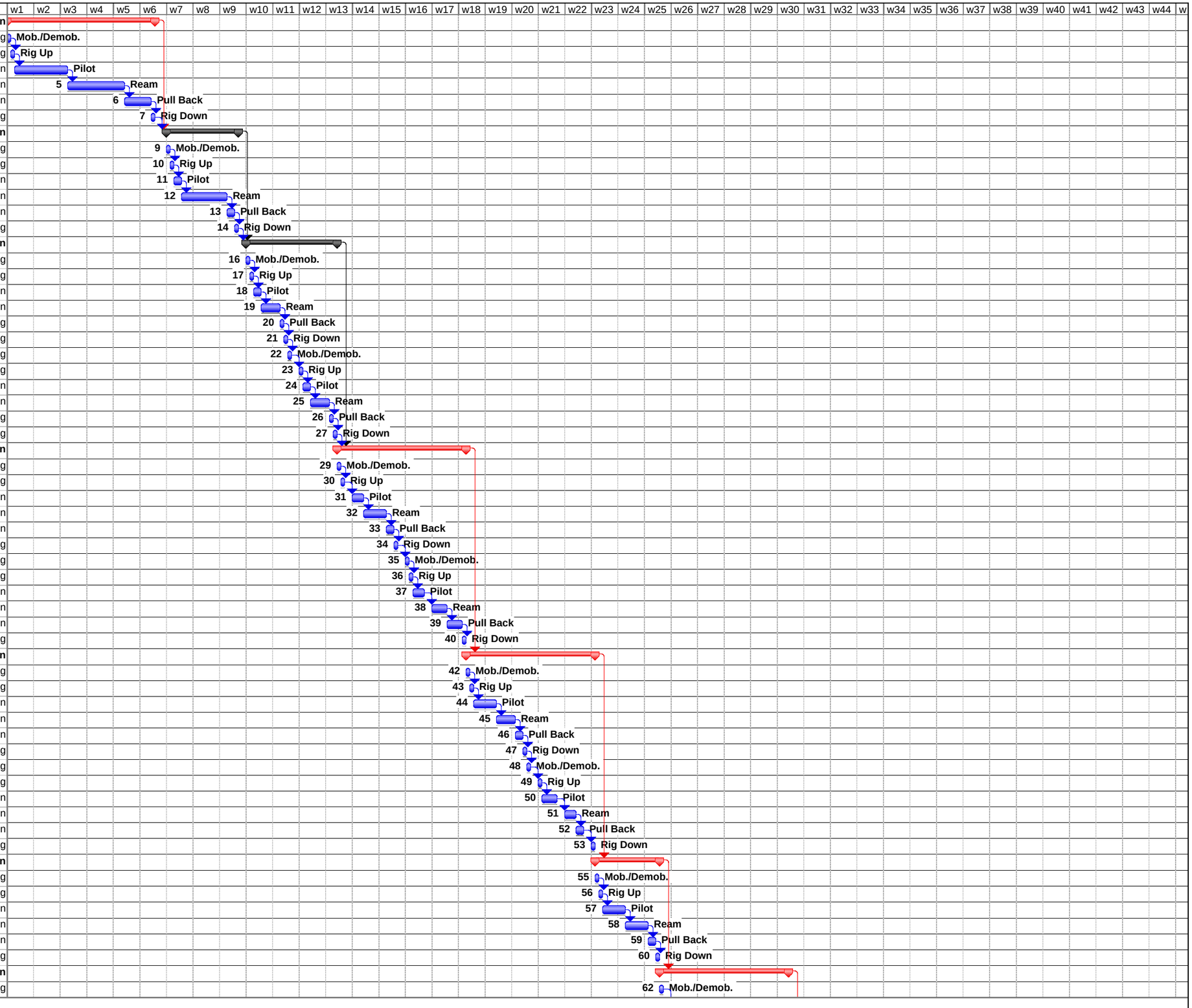
Bijz. : –
Schaal : 1 : 500
Datum : 17-07-13
Get. : SMA
Gez. : JRH
Formaat : A0

Tekening Nr. : VIR-0.000.506
Referentie Nr. : TP13141-K-X-06
WIJZ. : 1.0

Date: 26-07-2013 / Time: 08:44 / Drawing: G:\OCT\2013\TP13141\Technologie\KABELWRK\STRUC\X-06.dwg

BIJLAGE 2 PLANNING BOORACTIVITEITEN

Id	Taaknaam	Duur
1	**TP13141-K-X-01 N205 (100T)**	**29 dagen**
2	Mob./Demob.	1 dag
3	Rig Up	1 dag
4	Pilot	10 dagen
5	Ream	11 dagen
6	Pull Back	5 dagen
7	Rig Down	1 dag
8	**TP13141-K-X-02 Kromme Spieringweg (27T)**	**15 dagen**
9	Mob./Demob.	1 dag
10	Rig Up	1 dag
11	Pilot	2 dagen
12	Ream	8 dagen
13	Pull Back	2 dagen
14	Rig Down	1 dag
15	**TP13141-K-X-03 N201 / Kruisweg (27T)**	**18 dagen**
16	Mob./Demob.	1 dag
17	Rig Up	1 dag
18	Pilot	2 dagen
19	Ream	3 dagen
20	Pull Back	1 dag
21	Rig Down	1 dag
22	Mob./Demob.	1 dag
23	Rig Up	1 dag
24	Pilot	2 dagen
25	Ream	3 dagen
26	Pull Back	1 dag
27	Rig Down	1 dag
28	**TP13141-K-X-05 Larense Laan (100T)**	**24 dagen**
29	Mob./Demob.	1 dag
30	Rig Up	1 dag
31	Pilot	3 dagen
32	Ream	4 dagen
33	Pull Back	2 dagen
34	Rig Down	1 dag
35	Mob./Demob.	1 dag
36	Rig Up	1 dag
37	Pilot	3 dagen
38	Ream	4 dagen
39	Pull Back	2 dagen
40	Rig Down	1 dag
41	**TP13141-K-X-08 Bennebroekerweg (100T)**	**24 dagen**
42	Mob./Demob.	1 dag
43	Rig Up	1 dag
44	Pilot	4 dagen
45	Ream	3 dagen
46	Pull Back	2 dagen
47	Rig Down	1 dag
48	Mob./Demob.	1 dag
49	Rig Up	1 dag
50	Pilot	4 dagen
51	Ream	3 dagen
52	Pull Back	2 dagen
53	Rig Down	1 dag
54	**TP13141-K-X-04 Rietsingel (100T)**	**13 dagen**
55	Mob./Demob.	1 dag
56	Rig Up	1 dag
57	Pilot	4 dagen
58	Ream	4 dagen
59	Pull Back	2 dagen
60	Rig Down	1 dag
61	**TP13141-K-X-06 Deltaweg (100T)**	**24 dagen**
62	Mob./Demob.	1 dag



Visser & Smit Hanab

Id	Taaknaam	Duur
63	Rig Up	1 dag
64	Pilot	2 dagen
65	Ream	5 dagen
66	Pull Back	2 dagen
67	Rig Down	1 dag
68	Mob./Demob.	1 dag
69	Rig Up	1 dag
70	Pilot	2 dagen
71	Ream	5 dagen
72	Pull Back	2 dagen
73	Rig Down	1 dag
74	**TP13141-K-X-07 Altenapad (27T)**	**36 dagen**
75	Mob./Demob.	1 dag
76	Rig Up	1 dag
77	Pilot	4 dagen
78	Ream	7 dagen
79	Pull Back	4 dagen
80	Rig Down	1 dag
81	Mob./Demob.	1 dag
82	Rig Up	1 dag
83	Pilot	4 dagen
84	Ream	7 dagen
85	Pull Back	4 dagen
86	Rig Down	1 dag
87	**TP13141-K-X-09 Leimuiderweg (27T)**	**6 dagen**
88	Mob./Demob.	1 dag
89	Rig Up	1 dag
90	Pilot	1 dag
91	Ream	1 dag
92	Pull Back	1 dag
93	Rig Down	1 dag
94	**TP13141-K-X-10 Lisserweg (27T)**	**6 dagen**
95	Mob./Demob.	1 dag
96	Rig Up	1 dag
97	Pilot	1 dag
98	Ream	1 dag
99	Pull Back	1 dag
100	Rig Down	1 dag
101	**TP13141-K-X-11 Nieuwerkerkertocht (27T)**	**6 dagen**
102	Mob./Demob.	1 dag
103	Rig Up	1 dag
104	Pilot	1 dag
105	Ream	1 dag
106	Pull Back	1 dag
107	Rig Down	1 dag

Visser & Smit Hanab

BIJLAGE 3 TREKKRACHT EN MUDDRUK BEREKENINGEN

Muddrukken bij horizontaal gestuurde boring volgens NEN3650-1:2012 E.2

rev. 33, 25-10-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	TenneT
Projectomschrijving	Randstad Noord 380kV & 150kV
Plaats	Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1
Calculatienummer	TP13141
Berekening	X-06 150kV HDD1 en 2 kruising N205 t.h.v. Hoofddorp
Berekend door	EHO

Te installeren buis of bundel			
Uitwendige diameter buis/bundel	d	600	mm

Boorstelling			
Type boorstelling		100	ton
Uitwendige diameter pilotbuis	d-uitw.	127	mm
Inwendige diameter pilotbuis	d-inw.	109	mm

Boorvloeistof			
Volumegewicht boorvloeistof	v_{bo}	10,50	kN/m^3
Volumegewicht grond / boorvloeistof mengsel	v_b	12,00	kN/m^3
Schijnbare viscositeit	visc	100	MarshFunnelseconden
Yieldpoint boorvloeistof	y_b	0,01	kN/m^2
Viscositeit	eta	0,11	Pas
Boorbuizen			
Lengte boorbuis	L	6	m
Lengte koppeling	L-kopp	0,5	m
Inwendige diameter koppeling	d-kop	89	mm
Nik. Ruwheid	k	1	mm

SAMENVATTING INVOER/RESULTATEN

Lokatie	Omschrijving	Afstand tot intredepunt	Diepte cl t.o.v ref. lijn [m]		Pmin* in pilot gat	Pmax* toelaatbaar in gat tijdens ruimen	
IN	Intredepunt	0,0	0,0	m	-	0	kN/m2
A		45,9	-12,3	m	159	192	kN/m2
B		75,1	-19,6	m	254	509	kN/m2
C		98,4	-23,4	m	306	769	kN/m2
D		163,4	-25,6	m	348	739	kN/m2
E		228,4	-25,6	m	365	739	kN/m2
F		293,4	-25,6	m	381	663	kN/m2
G		362,4	-25,6	m	398	663	kN/m2
H		427,4	-25,6	m	415	739	kN/m2
I		492,4	-25,6	m	431	716	kN/m2
J		557,4	-25,6	m	447	720	kN/m2
K		622,3	-21,8	m	418	654	kN/m2
L		663,7	-13,9	m	334	339	kN/m2
M		686,0	-7,6	m	264	136	kN/m2
UIT	Uittredepunt	710,0	0,1	m	-	0	kN/m2
					Pmin benodigd bij max. mud debiet		

noot *: Pmin in pilot gat vergelijken met Pmax tijdens ruimen is de meest ongunstige benadering

Berekening van de maximaal toelaatbare boorvloeistofdrukken P'max volgens NEN 3650-1:2012 bijlage E.2

INVOER/UITVOER

Lokatie	IN	A	B	C	D	
Grondsoort (zand / klei)	-	klei	zand	zand	zand	
Gronddekking	-	9,9	19,8	28,6	25,8	m
Diepte water onder mv (+)	-	-0,8	1,9	6,9	1,9	m
Hoek inwendige wrijving	-	17,5	27,5	30	32,5	gr
Volumegewicht nat	-	14	18	19	19	kN/m3
Volumegewicht droog	-	14	16	17	17	kN/m3
Cohesie	-	0	0	0	0	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	-	0,33	0,33	0,33	0,33	
CPT Conusweerstand: qc	-	0,5	5	7	8	MPa
Rpmax	-	4,95	0,38	0,33	0,38	m
Elasticiteitsmodulus	-	750	9500	13300	15200	kN/m2
P'max in gat		192	509	769	739	kN/m2

Location	E	F	G	H	I	
Grondsoort (zand / klei)	zand	zand	zand	zand	zand	
Gronddekking	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	m
Diepte water onder mv (+)	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	m
Hoek inwendige wrijving	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	gr
Volumegewicht nat	19	19	19	19	19	kN/m3
Volumegewicht droog	17	17	17	17	17	kN/m3
Cohesie	0	0	0	0	0	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	
CPT Conusweerstand: qc	8	5	5	8	7	MPa
Rpmax	0,38	0,30	0,30	0,38	0,36	m
Elasticiteitsmodulus	15200	9500	9500	15200	13300	kN/m2
P'max in gat	739	663	663	739	716	kN/m2

Location	J	K	L	M	UIT	
Grondsoort (zand / klei)	zand	zand	zand	klei	-	
Gronddekking	26	22	11,3	6,8	-	m
Diepte water onder mv (+)	2	1,8	-0,9	0,6	-	m
Hoek inwendige wrijving	32,5	32,5	30	17,5	-	gr
Volumegewicht nat	19	19	19	14	-	kN/m3
Volumegewicht droog	17	17	17	14	-	kN/m3
Cohesie	0	0	0	0	-	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	0,33	0,33	0,33	0,33	-	
CPT Conusweerstand: qc	7	8	4	0,5	-	MPa
Rpmax	0,36	0,41	0,43	3,40	-	m
Elasticiteitsmodulus	13300	15200	7600	750	-	kN/m2
P'max in gat	720	654	339	136		kN/m2

Trekkrachtenberekening van een HD boring volgens de NEN 3650-1:2012

rev 31, 22-08-2011

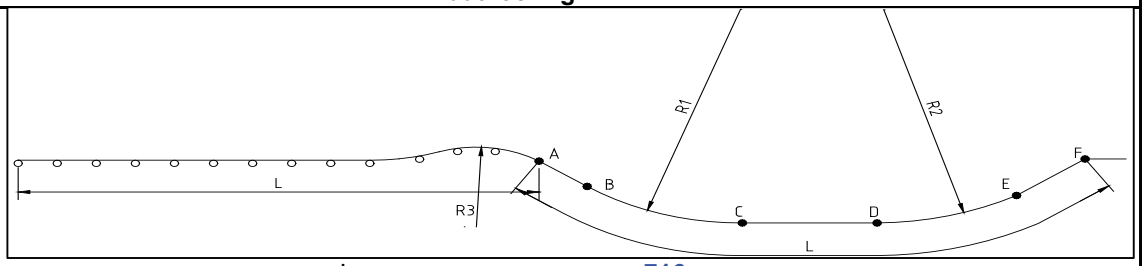
INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	TenneT
Projectomschrijving	Randstad Noord 380kV & 150kV
Plaats	Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1
Calculatienummer	TP13141
Berekening	X-06 150kV HDD 1 en 2 kruising N205 t.h.v. Hoofddorp
Berekend door	EHO

Buisgegevens			
Uitwendige diameter	D_o	200	mm
Wanddikte	d	18,2	mm
Dikte externe coating	c-e	0	mm
Soortelijk gewicht externe coating	sg-e	0	kg/m^3
Dikte interne coating	c-i	0	mm
Soortelijk gewicht interne coating	sg-i	0	kg/m^3
API/DIN17172/EN10208/PE materiaal/ GY		pe100	
buizen met flexibele verbindingen		nee	
Elasticiteitsmodulus	E	1200	N/mm2
Soortelijk gewicht buis	sg	955	kg/m3

Maatvoering

Schets



Lengte boring	L	716	m		
Afstand	A-B	20	m		
Afstand	A-C	204	m	A-H1	204 m
Afstand	A-D	578	m	A-H2	578 m
Afstand	A-E	657	m		
Afstand	A-F	716	m		
Straal boor profiel	R_1	258	m	excl. 10% marge	
Horizontale straal boor profiel	R_{hor}	0			
Straal boor profiel	R_2	300	m	excl. 10% marge	
Straal rollenbaan	R_3	50	m		
Uittredehoek [pijp zijde]	α_u	18	graden	(bij punt A)	
Hellingshoek middenstuk	α_m	0	graden	(+ naar beneden ri. rig zijde)	
Horizontale hoek middenstuk	a_{hor}	0	graden		
Intredehoek [rig zijde]	α_i	15	graden	(bij punt F)	
Aantal buizen	aantal, n	7	buis/buizen	--	

Bundel gekoppeld	nee		
Buisvulling in boorgat	bentoniet	Buisvulling (water) ook op rolstellen	nee
Extra buisvulling in boorgat	0,00 kN/m^1 per buis	Extra buisvulling ook op rolstellen	nee
Streng wordt uitgelegd op	rollen > NEN3650	Afstand tussen rolstellen	10 m
Wrijvingscoefficienten volgens	NEN3650:2012		
Pipe Pusher capaciteit	0 kN	nee	
Invloed helling op wrijvingskrachten meenemen		nee	

SAMENVATTING RESULTATEN

Benodigde trekkracht vlgs de NEN	F trek buis	245	kN	24 ton
Sl max in boorgat	Sl	3,7	N/mm2	
Sl max tijdens intrekken	Sl	6,1	N/mm2	
		60,9	% S-toel	**Voldoet! <100 %**

BEREKENING

Uitgangspunten			
Belastingsfactor	f	1,1	
Onzekerheidsfactor op f1, f2 ,f3	j	1,8	
Wrijvingscoef. rollenbaan/maaiveld	f_1	0,1	
Schuifspanning leiding-boorvloeistof	f_2	0,00005	N/mm^2
Wrijvingscoef. leiding-boorwand	f_3	0,2	

Diverse gegevens							
Toelaatbare korteduur treksterkte	S-toel		10	N/mm^2			
Soortelijk gewicht bentoniet	sg		1200	kg/m^3			
Doorsnedeoppervlak	Abuis		10395	mm^2		per buis	
Weerstandsmoment voor gekoppelde bundel			0	mm^3			
Traagheidsmoment voor gekoppelde bundel			0	mm^4			
Weerstandmoment	W		433754	mm^3		per buis	
Traagheidsmoment	I		43375426	mm^4		per buis	
Weerstandmoment reken	W_{reken}		3036280	mm^3	voor:	7	buis/buiz
Traagheidsmoment reken	I_{reken}		303627980	mm^4	voor:	7	buis/buiz
gewicht buis x aantal (incl coat.)	g	omlaag	0,6949	kN/m1	streng	"	
gewicht vull x aantal buizen	g vull	omlaag	1,7658	kN/m1	streng	"	
gewicht extra vull x aantal buizen	g extra	omhoog	0,0000	kN/m1	streng	"	
opdrijving x aantal buizen	g opw	omhoog	-2,6389	kN/m1	streng	"	
g eff in gat = g-gopw	g eff	omhoog	-0,1783	kN/m1	streng	"	
g eff op rolstellen	g eff	omlaag	0,6949	kN/m1	streng	"	
λ = sqrt(sqrt(k_vxB/4/E/I))	λ		0,002152	mm^{-1}			
Beddingsconstante	k_v		0,04	N/mm^3		"	
Oplegbreedte van de bundel	B		781	mm			
Q_{r1} = 0.322xlamda2xExI/B/R_1	Q_{r1}		0,0030	N/mm^2		"	
Q_{rh} = 0.322xlamda2xExI/B/R_h	Q_{rh}		0,0000	N/mm^2		"	
Q_{r2} = 0.322xlamda2xExI/B/R_2	Q_{r2}		0,0026	N/mm^2		"	
Reductiefactor voor bundel = n x 1/n^0.3	b'		3,905	x Omtrek van een buis			

Trekkracht								
Punt	A	B	C	H1	H2	D	E	F
	Start/ rollen	Recht	Bocht		Midden		Bocht	Rig
L (m)	716	696	513	513	138	138	60	0
T_1 (kN)	54,73	53,20	39,17	39,17	10,55	10,55	4,55	0
L_2 (m)	0	20	184	0	375	0	79	60
T_2 (kN)	0	3,48	31,96	0,00	65,22	0,00	13,67	10,36
T_{3a} (kN)	0	0	1,50	0,00	0,00	0,00	1,29	0
T_{3b} (kN)	0	0	4,72	4,72	2,92	2,92	9,00	8
F x f (totale kracht, kN)	55	57	81	81	116	116	131	136
F_d = F x f x j (kN)	99	102	145	145	208	208	235	245

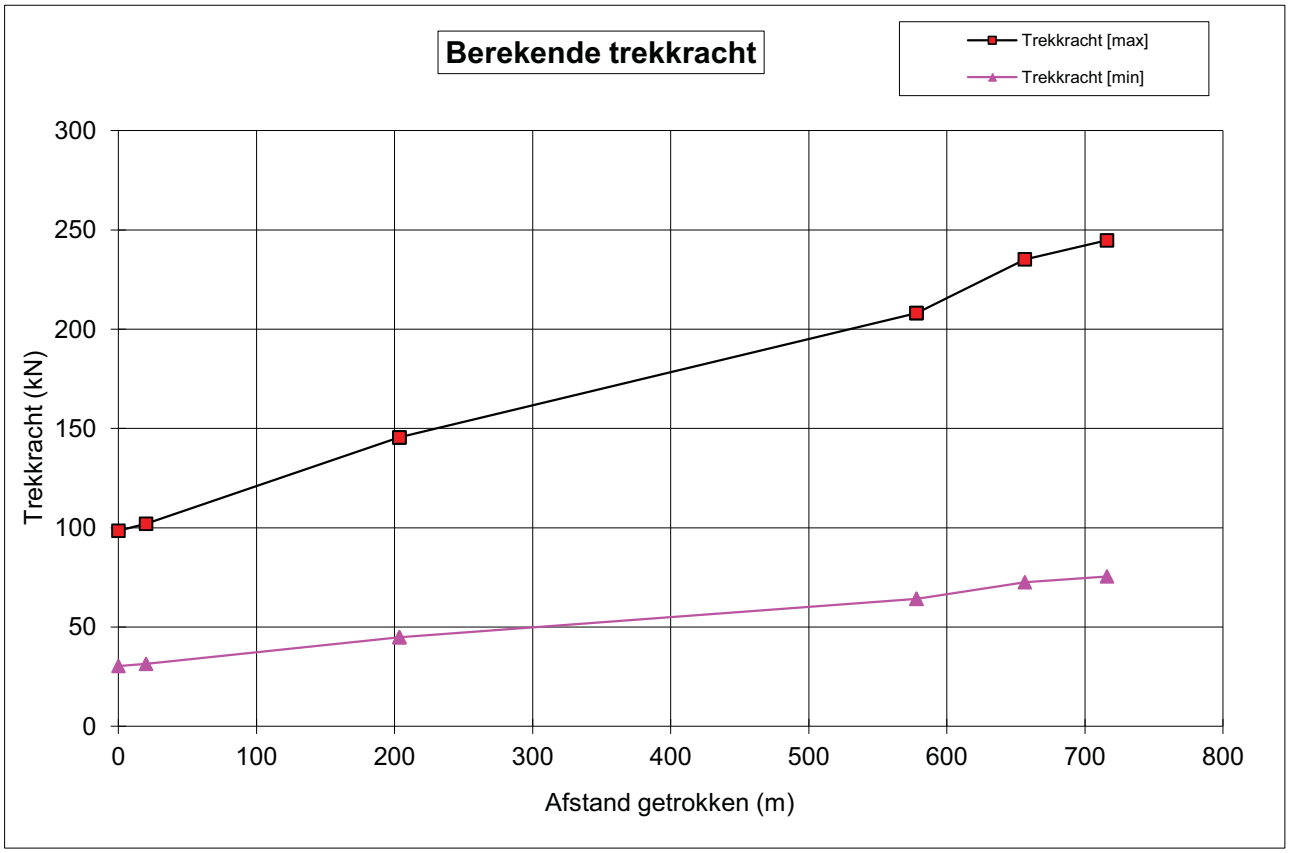
De te verwachten trekkracht ligt tussen 76 kN en 245 kN

De NEN adviseert de trekcapaciteit van de rig hoger te kiezen, namelijk 272 kN

De rigcapaciteit kan anders gekozen worden afhankelijk van lokale ervaring en grondgesteldheid

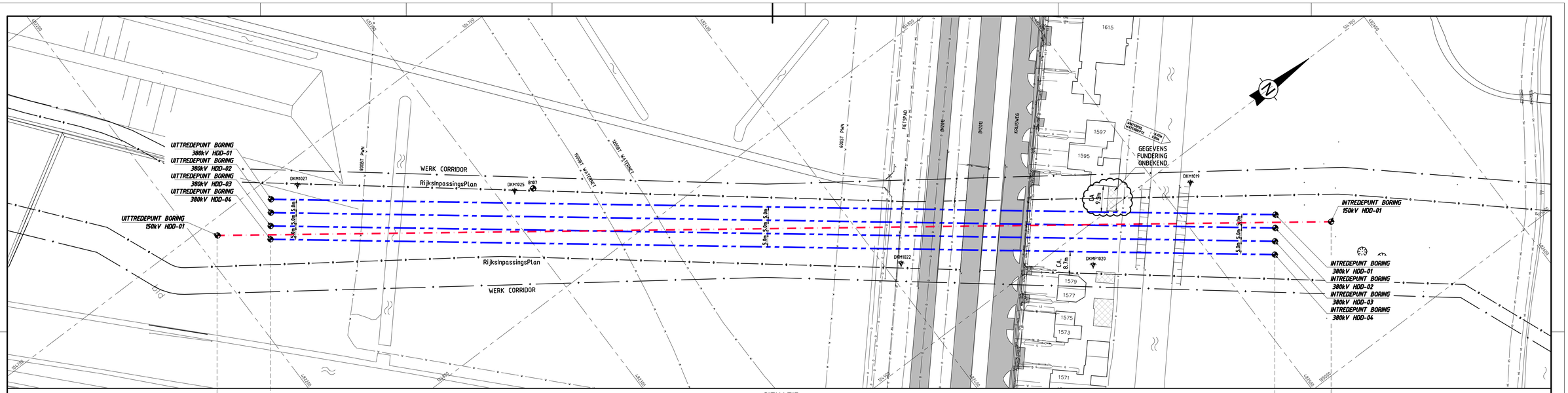
Spanningen in boorgat								
Totale spanning in boorgat								
Sl = Ftrek/A/aantal	1,4	1,4	2,0	2,0	2,9	2,9	3,2	3,4
Sl = f x (I / W) / R	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
Sl tot	1,4	1,4	2,6	2,0	2,9	2,9	3,7	3,4

Spanningen op rollenbaan					
Totale spanning op rollenbaan, lege leiding, zonder extra vulling					
Sr kromming = f x E x (I / W) / R	Sr	2,6	N/mm2		
M buig = f x 1/12 x g/aantal x L^2	M	6,4	kNm	total	
Sl = M buig /W + Sr +Ftrek/A/aantal	Sl	6,1	N/mm2		

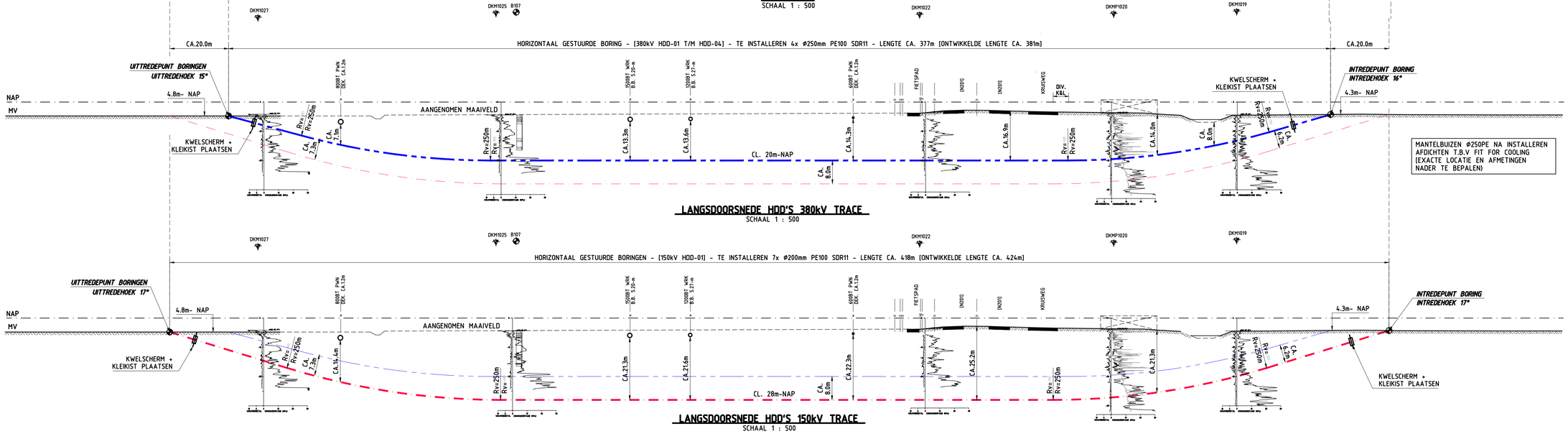

Berekende trekkracht
Trekkracht [max]
Trekkracht [min]
Trekkracht (kN)
300
250
200
150
100
50
0
0
100
200
300
400
500
600
700
800
Afstand getrokken (m)

Bijlage 12

Algemeen plan HDD's onder Kruisweg (N201)

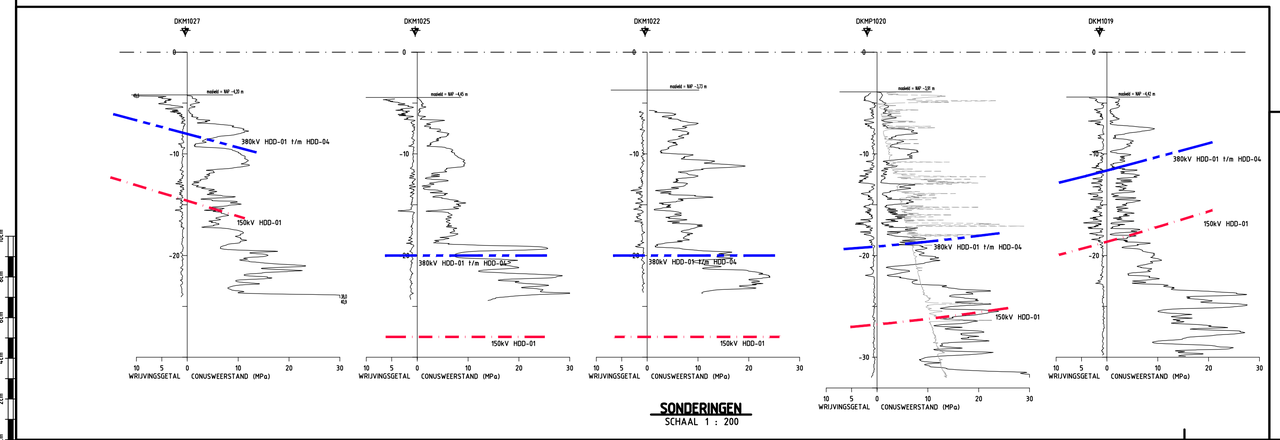


SITUATIE
SCHAAL 1 : 500

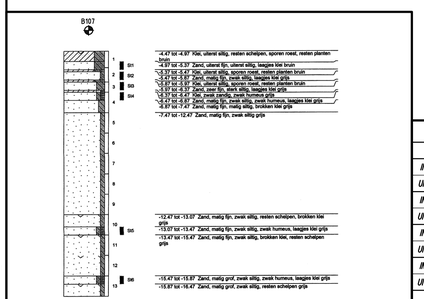


LANGSDOORSNEDE HDD'S 380kV TRACE
SCHAAL 1 : 500

LANGSDOORSNEDE HDD'S 150kV TRACE
SCHAAL 1 : 500

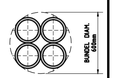


SONDERINGEN
SCHAAL 1 : 200



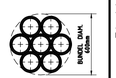
GRONDBORING
SCHAAL 1 : 100

TE INSTALLEREN (380kV) PER BORING
4x ø250 PE100 SDR11
4x UITVOEREN



DOORSNEDE HDD'S 380kV TRACE
SCHAAL 1 : 20

TE INSTALLEREN (150kV) PER BORING
7x ø200 PE100 SDR11
1x UITVOEREN



DOORSNEDE HDD'S 150kV TRACE
SCHAAL 1 : 20

OPMERKINGEN:
-SITUATIE ONTVANGEN VAN OPDRACHTGEVER
-BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN INGETEKEND A.D.H.V. KLIC GEGEVENS
-LENGTEPROFIEL AFKOMSTIG UIT METING V.B.SHANAB
-GRONDONDERZOEK AFKOMSTIG VAN FUGRO RAPPORT (OPDR.NR.1010-0117-003)
-DIEPTE LIGGING WRK LEIDINGEN AFKOMSTIG VAN WRK TEKENING R-02-312 EN T-02-167
-DIEPTE LIGGING PWN LEIDING AFKOMSTIG VAN PWN TEKENING 73.146
-DIEPTE WATERGANGEN GENOMEN VAN LEGGER HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND.

-EXACTE LIGGING BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN VOOR AANVANG WERKZAAMHEDEN NADER TE BEPALEN EN INDIEN NODIG TIJDELIJK ONLEGGEN OF BOORPROFIEL HEROP AAN TE PASSEN.

COORDINATENLIJST OP BASIS VAN RD

PUNT OMSCHRIJVING	X	Y
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	104.939.12	482528.62
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	104.706.87	482231.65
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	104.943.05	482525.54
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	104.710.81	482228.57
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	104.946.99	482522.46
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	104.714.75	482225.49
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	104.950.93	482519.38
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	104.718.69	482222.41
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	104.953.86	482543.69
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	104.705.54	482207.44

Wijz.	Datum	Omschrijving	Get.	Gez.
2.0	15-11-13	OPMERKINGEN RFA/RFC VERWERKT	SMA	JRH
1.0	02-08-13	DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH
0.1	17-07-13	CONCEPT DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH

VolkerInfra Handstad 380 | TenneT Taking power further

Volker Staal en Funderingen bv
Quarantaineweg 10
3089 KP Rotterdam
Postbus 4048
3008 KA Rotterdam
Telefoon 010-2992288
Telefax 010-2992277
Handelsreg. Rotterdam 24229578

OPDRACHTGEVER : TENNET

PROJECT : RANDSTAD NOORD 380kV & 150kV

BENAMING : ALGEMEEN PLAN 380kV & 150kV TRACE HDD'S ONDER KRUISWEG [N201]

Blz. :	--
Schaal :	1 : 500
Datum :	17-07-13
Get. :	SMA
Gez. :	JRH
Formaat :	A0

Tekening Nr.: VIR-0.000.503
Referentie Nr.: TP13141-K-X-03
WIJZ.: 2.0

Date: 13-11-2013 / Time: 10:50 / Drawing: G:\OCT\2013\TP13141\Technologie\KABELWRK\STRUC\X-03.dwg

Bijlage 13

Berekeningen X-03 HDD kruising provinciale weg N201 t.h.v. Cruquius

Berekeningen X-03 HDD kruising Provinciale weg N201 t.h.v. Qruquius

Civiele Werkzaamheden R380 Noordring Perceel 1: Vijfhuizen – Zuidelijke Ringvaart

Documentnummer:	**:**	VIR-0.000.518
Referentienummer:	**:**	TP13141-doc-03
Documentstatus:	**:**	Definitief
Datum:	**:**	15-11-2013
Versie:	**:**	2.0

Opdrachtgever:

Opdrachtnemer:

	Naam	Functie	Paraaf	Datum
Opsteller	M.Huurman	Civil Engineer		15-11-2013
Gecontroleerd	J. Hermus	Groepsleider Civiel		15-11-2013
Gecontroleerd	M. Molema	Disciplineleider		15-11-2013
Geautoriseerd / Vrijgave	M. Roohé	Projectmanager		15-11-2013

DOCUMENT HISTORIE

Revisie	Omschrijving/Belangrijkste wijzigingen	Datum
0.1	Concept definitief ontwerp	17-07-2013
1.0	Definitief Ontwerp	02-08-2013
2.0	Opmerkingen RFA/ RFC verwerkt	15-11-2013

Inhoud

1. Inleiding 4

2. Uitgangspunten 5

2.1 Algemeen 5
2.2 Berekening muddrukken tijdens het boren 5
2.3 Berekening trekkracht tijdens het installeren van de buis 5
2.4 Berekening sterkte van de mantelbuizen in de gebruiksfase 5
2.5 Kwelproblematiek 6
2.5.1 Kwel tijdens de uitvoering van de boring 6
2.5.2 Kwel tijdens het maken dan de aansluiting 6
2.5.3 Kwel op lange termijn 6

3. Conclusies 7

3.1 Muddrukken tijdens boren 7
3.2 Sterkte tijdens installeren 8
3.2.1 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 380kV tijdens installeren 8
3.2.2 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 150kV tijdens installeren 8
3.3 Sterkte mantelbuizen tijdens gebruik 9
3.3.1 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 380kV tijdens gebruik 9
3.3.2 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 150kV tijdens gebruik 9

4. Bijlagen 10

4.1 Tekening VIR-0.000503, Referentienr. TP13141-K-X-03 10
4.2 Muddrukberekening 11
4.3 Trekkrachten berekening 12
4.4 Sterkteberekening mantelbuizen in de gebruiksfase 13
4.5 Grondonderzoek 14

1. Inleiding

In de Randstad wordt de komende jaren een sterke toename verwacht in de vraag naar electriciteit. Om de elektriciteitsvoorziening in de toekomst veilig te stellen wordt er door TenneT een nieuwe 380kV hoogspanningsverbinding tussen Beverwijk – Vijfhuizen – Bleiswijk – Wateringen gerealiseerd. Dit project wordt Randstad380kV genoemd.

Project Randstad380 Noordring is de tweede fase van het project en bestaat uit een hoogspanningsverbinding van Beverwijk via Vijfhuizen naar Bleiswijk.

Naast de aanleg van een 380kV hoogspanningsverbinding wordt er ook een 150kV hoogspanningsverbinding gerealiseerd. In verband met de aanleg van beide hoogspanningsverbindingen moet de N201 ter hoogte van Qruquius gekruist worden. Deze kruising wordt uitgevoerd door middel van een aantal horizontaal gestuurde boringen. In de boringen worden de volgende mantelbuizen geïnstalleerd:

380kV :
- HDD 01 4x Ø250 PE100 SDR11
- HDD 02 4x Ø250 PE100 SDR11
- HDD 03 4x Ø250 PE100 SDR11
- HDD 04 4x Ø250 PE100 SDR11

150kV :
- HDD 01 7x Ø200 PE100 SDR11

In dit rapport worden de voor de boringen benodigde berekeningen uitgevoerd.

Hiertoe worden de volgende aspecten bekeken:

- De bij het boren te verwachten muddrukken en de maximaal toelaatbare muddrukken.
- De benodigde trekkracht voor het intrekken van de mantelbuizen en de hierbij optredende spanningen in de buizen.
- De sterkte van de mantelbuizen in de gebruiksfase.
- Mogelijke kwelproblematiek.

Bovenstaande berekeningen worden uitgevoerd met spreadsheet-programma's.

Uitgangspunten van deze berekeningen zijn de normen:

- NEN 3650-1:2012, Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1 algemeen
- NEN 3650-3:2012 ontwerp, Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 3 Kunststoffen
- NEN 3651:2012, Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken.

Grondonderzoek:

- Gegevens grondonderzoek afkomstig van Fugro, opdrachtnr. 1010-0117-003 Bijlage 4.5

Bijbehorende tekeningen:

- Algemeen plantekening op A4 formaat Bijlage 4.1

2. Uitgangspunten

2.1 Algemeen

De belangrijkste ontwerpgegevens van de mantelbuizen, die gelden voor de boringen:

Kenmerk	**380kV** HDD 1 t/m 4	**150kV** HDD 1
Materiaal	PE	PE
Kwaliteit	PE100	PE100
Treksterkte	10 N/mm^2	10 N/mm^2
Aantal buizen	4	7
Diameter	250 mm	200 mm
Wanddikte	22.7 mm (SDR 11)	18.2 mm (SDR 11)

2.2 Berekening muddrukken tijdens het boren

Voor het afvoeren van de afgeboorde grond is in het boorgat een minimale muddruk nodig. Tevens mag de druk in het boorgat niet groter worden dan de maximaal toelaatbare muddruk. Bij overschrijding van deze druk bestaat het gevaar voor bezwijken van de grond en uitstromen van boorvloeistof aan het maaiveld. Voor de muddrukberekening worden de minst diepe boringen (380kV HDD 1 t/m 4) als maatgevend beschouwd.
De maximaal toelaatbare muddruk en de minimaal benodigde muddrukken zijn berekend in Bijlage 4.2. De resultaten worden in hoofdstuk 3 gepresenteerd.

2.3 Berekening trekkracht tijdens het installeren van de buis

Voor de berekening van de trekkracht die benodigd is om de mantelbuis in het boorgat in te trekken worden de wrijvingcoëfficiënten volgens de NEN gehanteerd. Tevens worden de hierdoor in de buis optredende spanningen zowel in het boorgat als op de rollenbaan berekend. Voor zowel de boringen ten behoeve van 380kV als voor 150kV wordt apart een trekkrachtberekening uitgevoerd.
De volledige uitvoer van deze berekening is bijgevoegd in Bijlage 4.3. In hoofdstuk 3 worden de berekende waarden gepresenteerd.

2.4 Berekening sterkte van de mantelbuizen in de gebruiksfase

Voor de sterkte van de mantelbuizen worden voor een aantal locaties doorsnedeberekeningen gemaakt. De volgende doorsneden worden beschouwd:

380kV:
- Punt met de grootste dekking (ca. 17m-maaiveld), hierbij wordt met gereduceerde gronddruk gerekend.
- Diepte van 8xD_{gat}, hierbij wordt met neutrale gronddruk gerekend.

150kV:
- Punt met de grootste dekking (ca. 25m-maaiveld), hierbij wordt met gereduceerde gronddruk gerekend.
- Diepte van 8xD_{gat}, hierbij wordt met neutrale gronddruk gerekend.

De volledige uitvoer van deze berekening is bijgevoegd in Bijlage 4.4. In hoofdstuk 3 worden de berekende waarden gepresenteerd.

2.5 Kwelproblematiek

In het kader van de kwelproblematiek worden de hieronder vermelde situaties bekeken.

- Tijdens de uitvoering van de boring
- Tijdens het maken van de aansluiting
- Op lange termijn

2.5.1 Kwel tijdens de uitvoering van de boring

De intredepunten van de maatgevende boringen (150kV HDD 1) hebben een maaiveldhoogte van 4.3m-N.A.P. De uittredepunten van de boringen hebben een maaiveldhoogte van 4.8m-N.A.P. Het hart van de boringen ligt op het diepste punt op 28m-N.A.P.

Het eerste watervoerende zandpakket ligt op een diepte van ca. 10m-N.A.P. en wordt aangeboord.

Volgens de door de opdrachtgever verstrekte informatie bedraagt de gemiddelde stijghoogte van het spanningswater in het eerste watervoerende pakket ca. 4.7m-N.A.P.

De stijghoogte van het spanningswater is hoger dan het maaiveld niveau.
Op het grensvlak werkt een opwaartse waterdruk van (4.7 - 10) x 10 kN/m^3 = 53 kN/m^2
De bentonietkolom oefent bij een bentoniet gewicht van 12 kN/m^3 een neerwaartse kracht uit van
(4.8 - 10) x 12 kN/m^3 = 62.4 kN/m^2
De neerwaartse druk van de bentonietkolom is groter dan de opwaartse waterdruk, er is hiermee geen gevaar voor kwel tijdens de uitvoering van de boringen.

Muduitbraken ter plaatse van de watergangen zijn volgens de berekeningen niet te verwachten (zie hoofdstuk 3 of bijlage 4.2). Kwel vanuit het watervoerende zandpakket naar de watergangen is hierdoor niet aan de orde.

2.5.2 Kwel tijdens het maken dan de aansluiting

Ten tijde van het maken van de aansluitingen moet tijdelijk een ontgraving van ca. 3m-maaiveld worden gemaakt, waarbij een kwelscherm met kleikist dient te worden aangebracht.

Op het grensvlak werkt een opwaartse waterdruk van (4.7 - 10) x 10 kN/m^3 = 53 kN/m^2
De bentonietkolom oefent bij een bentoniet gewicht van 12 kN/m^3 een neerwaartse kracht uit van
(7.8 - 10) x 12 kN/m^3 = 26.4 kN/m^2
Hoewel het gebruik van zwaardere bentoniet een oplossing zou kunnen zijn, kan hier ook met verzwaarde bentoniet geen evenwicht worden bereikt.

Tijdens het maken van de aansluitingen dient daarom kortdurend spanningsbemaling te worden toegepast.

2.5.3 Kwel op lange termijn

Zowel aan de intrede- als aan de uittredezijde dienen kwelschermen in kleikisten geplaatst te worden om de kwel op lange termijn te voorkomen.

3. Conclusies

3.1 Muddrukken tijdens boren

Overzicht minimum en maximum muddrukken tijdens boren:

Locatie		Afstand tot intredepunt	Minimaal benodigde muddruk (Bijlage 4.2)	Maximaal toelaatbare muddruk (Bijlage 4.2)
IN	Intredepunt	0 m		
A		21 m	85 kN/m²	164 kN/m²
B		43 m	159 kN/m²	226 kN/m²
C		73 m	224 kN/m²	429 kN/m²
D		100 m	245 kN/m²	534 kN/m²
E		128 m	262 kN/m²	544 kN/m²
F		156 m	277 kN/m²	521 kN/m²
G		183 m	293 kN/m²	519 kN/m²
H		211 m	308 kN/m²	516 kN/m²
I		238 m	324 kN/m²	514 kN/m²
J		265 m	340 kN/m²	511 kN/m²
K		293 m	355 kN/m²	506 kN/m²
L		321 m	345 kN/m²	396 kN/m²
M		348 m	297 kN/m²	199 kN/m²
UIT	Uittredepunt	377 m		

Uit de resultaten blijkt dat tijdens het boren van de eindfase van de pilot (na doorsnede L) muduitbraken kunnen voorkomen. Tijdens de uitvoering dient hier rekening mee gehouden te worden door in de eindfase van de pilotboring zo weinig mogelijk bentoniet te verpompen met een zo laag mogelijke druk.

3.2 Sterkte tijdens installeren

3.2.1 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 380kV tijdens installeren

Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuis tijdens installatie:

380kV HDD 1 t/m 4	Smax (Bijlage 4.3)	max % <100%	
Spanning in boorgat	2,5 N/mm²	25 %	
Spanning tijdens intrekken	5,7 N/mm²	57 %	
Trekkracht			116 kN

De mantelbuizen worden gevuld met bentoniet in het boorgat getrokken. Hiervoor wordt een trekkracht van maximaal 12 ton verwacht.

3.2.2 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 150kV tijdens installeren

Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuis tijdens installatie:

150kV HDD 1	Smax (Bijlage 4.3)	max % <100%	
Spanning in boorgat	2,5 N/mm²	25 %	
Spanning tijdens intrekken	5,5 N/mm²	55 %	
Trekkracht			148 kN

De mantelbuizen worden gevuld met bentoniet in het boorgat getrokken. Hiervoor wordt een trekkracht van maximaal 15 ton verwacht.

3.3 Sterkte mantelbuizen tijdens gebruik

3.3.1 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 380kV tijdens gebruik

Overzicht van de berekende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met de grootste dekking:

Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	0,8 N/mm²	9 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		0,8 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,72 m	waterkolom

Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met een diepte van $8xD_{gat}$:

Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	2,3 N/mm²	28 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		2,4 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,72 m	waterkolom

Uit de bovenstaande resultaten volgt dat de voorgestelde buis tijdens de gebruiksfase voldoet aan de in de normen gestelde eisen.

3.3.2 Sterkte mantelbuizen t.b.v. 150kV tijdens gebruik

Overzicht van de berekende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met de grootste dekking:

Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	0,7 N/mm²	8 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		0,7 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,89 m	waterkolom

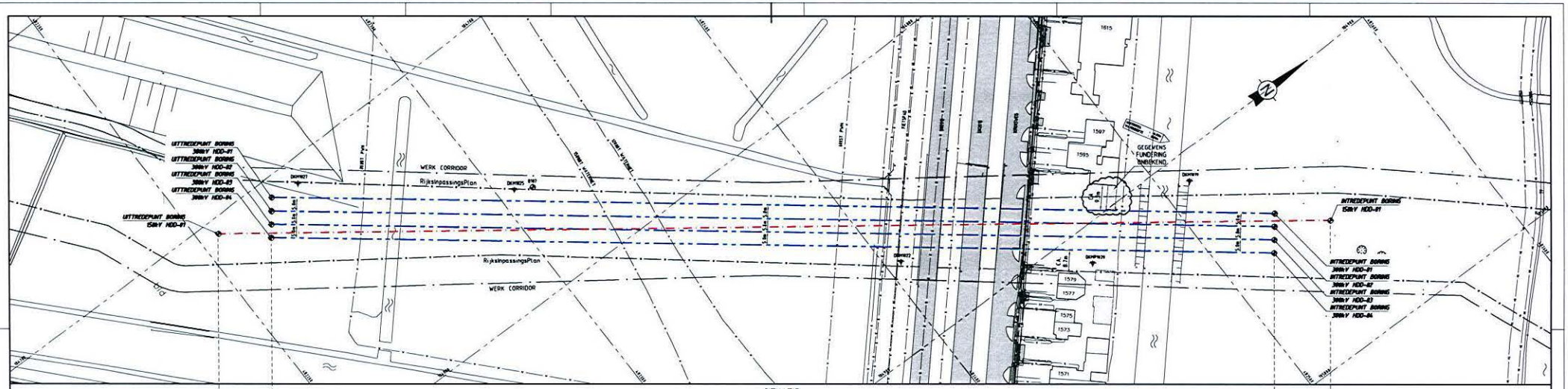
Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuizen tijdens gebruik ter plaatse van het punt met een diepte van $8xD_{gat}$:

Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
Leiding drukloos	2,2 N/mm²	28 %	toetswaarde
Leiding onder druk niet van toepassing	nvt	nvt	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		2,4 %	Do
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		23,89 m	waterkolom

Uit de bovenstaande resultaten volgt dat de voorgestelde buis tijdens de gebruiksfase voldoet aan de in de normen gestelde eisen.

4. Bijlagen

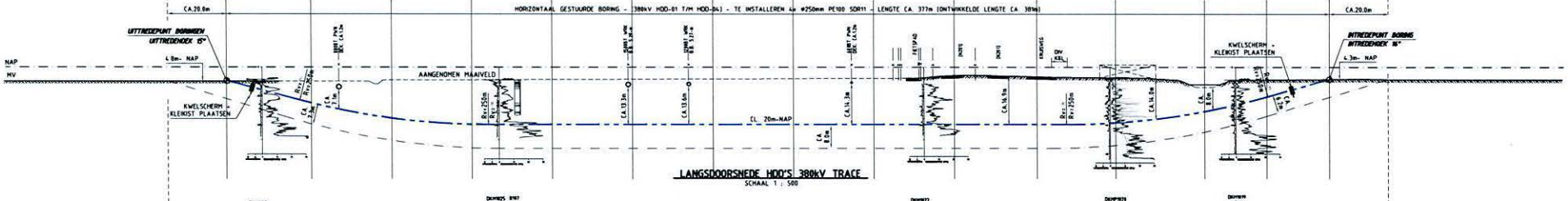
4.1 Tekening VIR-0.000503, Referentienr. TP13141-K-X-03



SITUATIE
SCHAAL 1 : 500

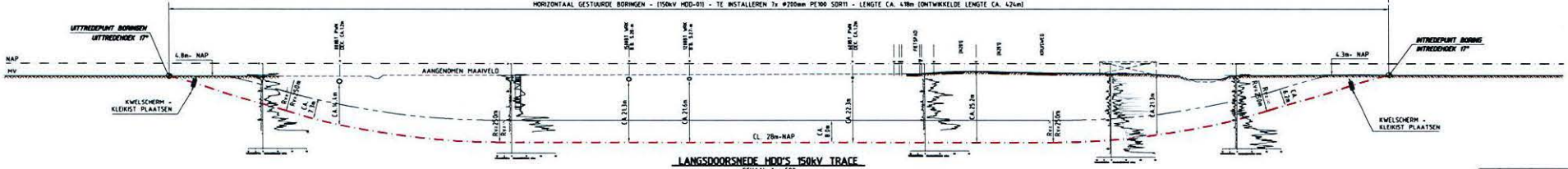
U I T M L K J I H G F E D C B A I N

HORIZONTAAL GESTUURDE BORING - 380kV HDD-01 T/M HDD-04 - TE INSTALLEREN 4x Ø250mm PE100 SDR11 - LENGTE CA. 377m (ONTWIKKELDE LENGTE CA. 381m)



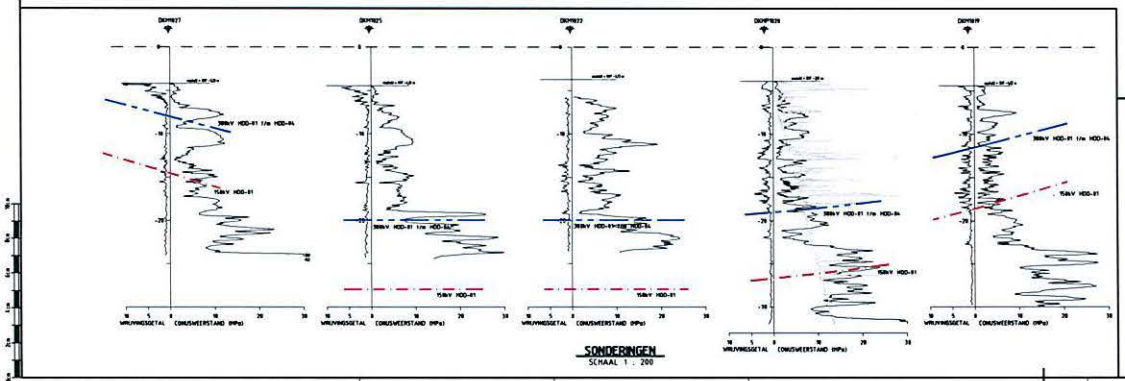
LANGSDOORSNEDE HDD'S 380kV TRACE
SCHAAL 1 : 500

HORIZONTAAL GESTUURDE BORINGEN - 150kV HDD-01 - TE INSTALLEREN 7x Ø200mm PE100 SDR11 - LENGTE CA. 418m (ONTWIKKELDE LENGTE CA. 424m)

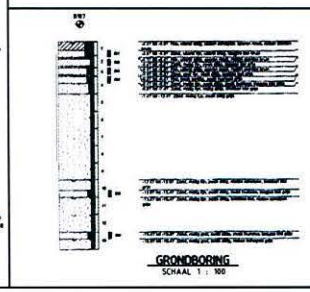


LANGSDOORSNEDE HDD'S 150kV TRACE
SCHAAL 1 : 500

MANTELBUIZEN Ø250PE NA INSTALLEREN VOORZIEN VAN EXPANSIE/ONTLUCHTING VOORZIENING T.B.V FIT FOR COOLING (EXACTE LOCATIE EN AFMETINGEN NADER TE BEPALEN)



SONDERINGEN
SCHAAL 1 : 200



GRONDBORING
SCHAAL 1 : 100

TE INSTALLEREN (380kV) PER BORING 4x Ø250 PE100 SDR11 4x UITVOEREN

DOORSNEDE HDD'S 380kV TRACE
SCHAAL 1 : 20

TE INSTALLEREN (150kV) PER BORING 7x Ø200 PE100 SDR13.6 1x UITVOEREN

DOORSNEDE HDD'S 150kV TRACE
SCHAAL 1 : 20

COORDINATENLIJST OP BASIS VAN RD

PUNT OMSCHRIJVING	X	Y
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	104.939.12	482578.62
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-01	104.706.87	482231.65
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	104.943.05	482525.54
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-02	104.710.81	482278.57
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	104.946.99	482522.46
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-03	104.714.75	482275.49
INTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	104.950.93	482519.38
UITTREDEPUNT BORING 380kV HDD-04	104.718.69	482272.41
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	104.953.86	482543.69
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	104.705.54	482287.44

OPMERKINGEN:
- SITUATIE ONTVANGEN VAN OPDRACHTGEVER
- BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN INGETEKEND A.D.H.V. KLIC GEGEVENS
- LIJNSTEMPEL AFGEMETEN UIT HETING VESTAMAD
- GRONDMONSTERS AFGEMETEN VAN FUGRO RAPPORT (EDP.NR.16-8107-183)
- DEPTE LIGGING MPE LEIDINGEN AFGEMETEN VAN MPE TEKENING A-03-70 EN T-42-167
- DEPTE LIGGING PWN LEIDING AFGEMETEN VAN PWN TEKENING 73.164
- DEPTE WATERGANGEN GEMINEN VAN LEGGER HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND

-EXACTE LIGGING BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN VOOR AANVANG WERKZAAMHEDEN NADER TE BEPALEN EN INDIEN NODIG TIJDELIJK OMLEGGEN OF BOORPROFIEL HIEROP AAN TE PASSEN

2.0	01-11-13	OPMERKINGEN RFA VERWERKT	SMA / JBH
1.0	02-08-13	DEFINITIEF ONTWERP	SMA / JBH
0.1	17-07-13	CONCEPT DEFINITIEF ONTWERP	SMA / JBH
Wijz.	Datum	Omschrijving	Get. / Goed

VolkerInfra Randstad BMJ
TENNET
OPDRACHTGEVER: TENNET
PROJECT: RANDSTAD NOORD 380kV & 150kV
BENAMING: ALGEMEEN PLAN 380kV & 150kV TRACE HDD'S ONDER KRUISWEG [N201]

Tekening No.: VIR-0.000.503
Referentie No.: TP13141-K-X-03
Wijz.: 2.0

Schaal: 1 : 500
Datum: 17-07-13
Get.: SMA
Get.: JBH
Formaat: A0

Data: 31-10-2013 / Tijd: 15:48 / Drawing: S:\UCT\2013\TP13141\Technologie\KABELWRK\STRUCVI-03.dwg

4.2 Muddrukberekening

Muddrukken bij horizontaal gestuurde boring volgens NEN3650-1:2012 E.2
rev. 33, 25-10-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	TenneT
Projectomschrijving	Randstad 380kV Noordring
Plaats	Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1
Calculatienummer	TP13141
Berekening	X-03 380kV HDD1 t/m 4 Kruising N201 t.h.v. Qruquius
Berekend door	MHU

Te installeren buis of bundel			
Uitwendige diameter buis/bundel	d	600	mm

Boorstelling			
Type boorstelling		27	ton
Uitwendige diameter pilotbuis	d-uitw.	89	mm
Inwendige diameter pilotbuis	d-inw.	66	mm

Boorvloeistof			
Volumegewicht boorvloeistof	v_{bo}	10,50	kN/m^3
Volumegewicht grond / boorvloeistof mengsel	v_b	12,00	kN/m^3
Schijnbare viscositeit	visc	100	MarshFunnelseconden
Yieldpoint boorvloeistof	y_b	0,01	kN/m^2
Viscositeit	eta	0,11	Pas
Boorbuizen			
Lengte boorbuis	L	4,6	m
Lengte koppeling	L-kopp	0,5	m
Inwendige diameter koppeling	d-kop	61	mm
Nik. Ruwheid	k	1	mm

SAMENVATTING INVOER/RESULTATEN

Lokatie	Omschrijving	Afstand tot intredepunt	Diepte cl t.o.v ref. lijn [m]	Pmin* in pilot gat	Pmax* toelaatbaar in gat tijdens ruimen
IN	Intredepunt	0,0	0,0 m	-	0 kN/m2
A		21,4	-6,1 m	85	164 kN/m2
B		42,7	-11,2 m	159	226 kN/m2
C		73,1	-15,2 m	224	429 kN/m2
D		100,1	-15,7 m	245	534 kN/m2
E		128,4	-15,7 m	262	544 kN/m2
F		155,9	-15,7 m	277	521 kN/m2
G		183,4	-15,7 m	293	519 kN/m2
H		210,9	-15,7 m	308	516 kN/m2
I		238,4	-15,7 m	324	514 kN/m2
J		265,9	-15,7 m	340	511 kN/m2
K		293,4	-15,7 m	355	506 kN/m2
L		320,9	-13,5 m	345	396 kN/m2
M		348,4	-8,2 m	297	199 kN/m2
UIT	Uittredepunt	377,4	-0,5 m	-	0 kN/m2
				Pmin benodigd bij max. mud debiet	

noot *: Pmin in pilot gat vergelijken met Pmax tijdens ruimen is de meest ongunstige benadering

Berekening van de maximaal toelaatbare boorvloeistofdrukken P'max
volgens NEN 3650-1:2003 bijlage E.2

INVOER/UITVOER

Lokatie	IN	A	B	C	D	
Grondsoort (zand / klei)	-	zand	zand	zand	zand	
Gronddekking	-	6	8,6	15,8	16,7	m
Diepte water onder mv (+)	-	1,6	-0,9	2	2,7	m
Hoek inwendige wrijving	-	27,5	27,5	30	32,5	gr
Volumegewicht nat	-	18	18	19	19	kN/m3
Volumegewicht droog	-	16	16	17	17	kN/m3
Cohesie	-	0	0	0	0	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	-	0,33	0,33	0,33	0,33	
CPT Conusweerstand: qc	-	2	2	4	8	MPa
Rpmax	-	0,23	0,22	0,20	0,26	m
Elasticiteitsmodulus	-	3800	3800	7600	15200	kN/m2
P'max in gat		164	226	429	534	kN/m2

Location	E	F	G	H	I	
Grondsoort (zand / klei)	zand	zand	zand	zand	zand	
Gronddekking	17,1	16,2	16,1	16	15,9	m
Diepte water onder mv (+)	3,1	2,2	2,1	2	1,9	m
Hoek inwendige wrijving	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	gr
Volumegewicht nat	19	19	19	19	19	kN/m3
Volumegewicht droog	17	17	17	17	17	kN/m3
Cohesie	0	0	0	0	0	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	
CPT Conusweerstand: qc	8	8	8	8	8	MPa
Rpmax	0,25	0,27	0,27	0,27	0,27	m
Elasticiteitsmodulus	15200	15200	15200	15200	15200	kN/m2
P'max in gat	544	521	519	516	514	kN/m2

Location	J	K	L	M	UIT	
Grondsoort (zand / klei)	zand	zand	zand	zand	-	
Gronddekking	15,8	15,6	13,3	7,7	-	m
Diepte water onder mv (+)	1,8	1,7	1,6	1,2	-	m
Hoek inwendige wrijving	32,5	32,5	30	27,5	-	gr
Volumegewicht nat	19	19	19	18	-	kN/m3
Volumegewicht droog	17	17	17	16	-	kN/m3
Cohesie	0	0	0	0	-	kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	0,33	0,33	0,33	0,33	-	
CPT Conusweerstand: qc	8	8	5	2	-	MPa
Rpmax	0,27	0,27	0,24	0,21	-	m
Elasticiteitsmodulus	15200	15200	9500	3800	-	kN/m2
P'max in gat	511	506	396	199		kN/m2

4.3 Trekkrachten berekening

Voor de berekening van de trekkracht die benodigd is om de leiding in het boorgat in te trekken worden de wrijvingcoëfficiënten volgens de NEN 3650-1:2012 gehanteerd. Tevens worden de hierdoor in de leiding optredende spanningen zowel in het boorgat als op de rollenbaan berekend.

Trekkrachtenberekening van een HD boring volgens de NEN 3650-1:2012

rev 31, 22-08-2011

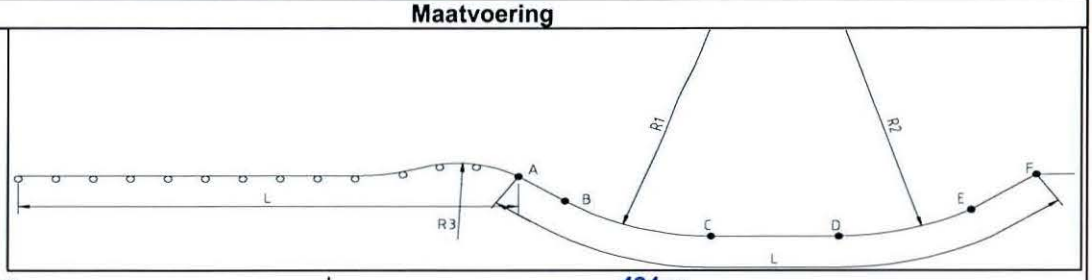
INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad 380kV Noordring**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-03 150kV HDD 1 Kruising N201 t.h.v. Qruquius**
Berekend door	**MHU**

Buisgegevens			
Uitwendige diameter	D_o	**200**	mm
Wanddikte	d	**18,2**	mm
Dikte externe coating	c-e	**0**	mm
Soortelijk gewicht externe coating	sg-e	**0**	kg/m^3
Dikte interne coating	c-i	**0**	mm
Soortelijk gewicht interne coating	sg-i	**0**	kg/m^3
API/DIN17172/EN10208/PE materiaal/ GY		**pe100**	
buizen met flexibele verbindingen		**nee**	
Elasticiteitsmodulus	E	1200	N/mm2
Soortelijk gewicht buis	sg	955	kg/m3

Maatvoering

Schets



Lengte boring	L	**424** m		
Afstand	A-B	**42** m		
Afstand	A-C	**116** m	A-H1	**116** m
Afstand	A-D	**306** m	A-H2	**306** m
Afstand	A-E	**380** m		
Afstand	A-F	**424** m		
Straal boor profiel	R_1	**250** m	excl. 10% marge	
Horizontale straal boor profiel	R_{hor}	**0**		
Straal boor profiel	R_2	**250** m	excl. 10% marge	
Straal rollenbaan	R_3	**50** m		
Uittredehoek [pijp zijde]	α_u	**17** graden	(bij punt A)	
Hellingshoek middenstuk	α_m	**0** graden	(+ naar beneden ri. rig zijde)	
Horizontale hoek middenstuk	a_{hor}	**0** graden		
Intredehoek [rig zijde]	α_i	**17** graden	(bij punt F)	
Aantal buizen	aantal, n	**7** buis/buizen	--	
Bundel gekoppeld		**nee**		
Buisvulling in boorgat	**bentoniet**		Buisvulling (water) ook op rolstellen	**nee**
Extra buisvulling in boorgat	**0,00** kN/m[1]	per buis	Extra buisvulling ook op rolstellen	**nee**
Streng wordt uitgelegd op	**rollen > NEN3650**		Afstand tussen rolstellen	**10** m
Wrijvingscoefficienten volgens		**NEN3650:2012**		
Pipe Pusher capaciteit	**0**	kN	**nee**	
Invloed helling op wrijvingskrachten meenemen			**nee**	

SAMENVATTING RESULTATEN

Benodigde trekkracht vlgs de NEN	F trek buis	**148** kN	15 ton
SI max in boorgat	SI	**2,5** N/mm2	
SI max tijdens intrekken	SI	**5,5** N/mm2	
		55,4 % S-toel	**Voldoet! <100 %**

BEREKENING

Uitgangspunten			
Belastingsfactor	f	1,1	
Onzekerheidsfactor op f1, f2 ,f3	j	1,8	
Wrijvingscoef. rollenbaan/maaiveld	f_1	0,1	
Schuifspanning leiding-boorvloeistof	f_2	0,00005	N/mm^2
Wrijvingscoef. leiding-boorwand	f_3	0,2	

Diverse gegevens							
Toelaatbare korteduur treksterkte	S-toel		10	N/mm^2			
Soortelijk gewicht bentoniet	sg		**1200**	kg/m^3			
Doorsnedeoppervlak	Abuis		10395	mm^2		per buis	
Weerstandsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^3			
Traagheidsmoment voor gekoppelde bundel			**0**	mm^4			
Weerstandmoment	W		433754	mm^3		per buis	
Traagheidsmoment	I		43375426	mm^4		per buis	
Weerstandmoment reken	W_{reken}		3036280	mm^3	voor:	7	buis/buiz
Traagheidsmoment reken	I_{reken}		303627980	mm^4	voor:	7	buis/buiz
gewicht buis x aantal (incl coat.)	g	omlaag	0,6949	kN/m1streng		"	
gewicht vull x aantal buizen	g vull	omlaag	1,7658	kN/m1streng		"	
gewicht extra vull x aantal buizen	g extra	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
opdrijving x aantal buizen	g opw	omhoog	-2,6389	kN/m1streng		"	
g eff in gat = g-gopw	g eff	omhoog	-0,1783	kN/m1streng		"	
g eff op rolstellen	g eff	omlaag	0,6949	kN/m1streng		"	
λ = sqrt(sqrt(k_vxB/4/E/I))	λ		0,002152	mm^{-1}			
Beddingsconstante	k_v		**0,04**	N/mm^3		"	
Oplegbreedte van de bundel	B		781	mm			
Q_{r1} = 0.322xlamda2xExI/B/R_1	Q_{r1}		0,0031	N/mm^2		"	
Q_{rh} = 0.322xlamda2xExI/B/R_h	Q_{rh}		0,0000	N/mm^2		"	
Q_{r2} = 0.322xlamda2xExI/B/R_2	Q_{r2}		0,0031	N/mm^2		"	
Reductiefactor voor bundel = n x 1/n^0.3	b'		3,905	x Omtrek van een buis			

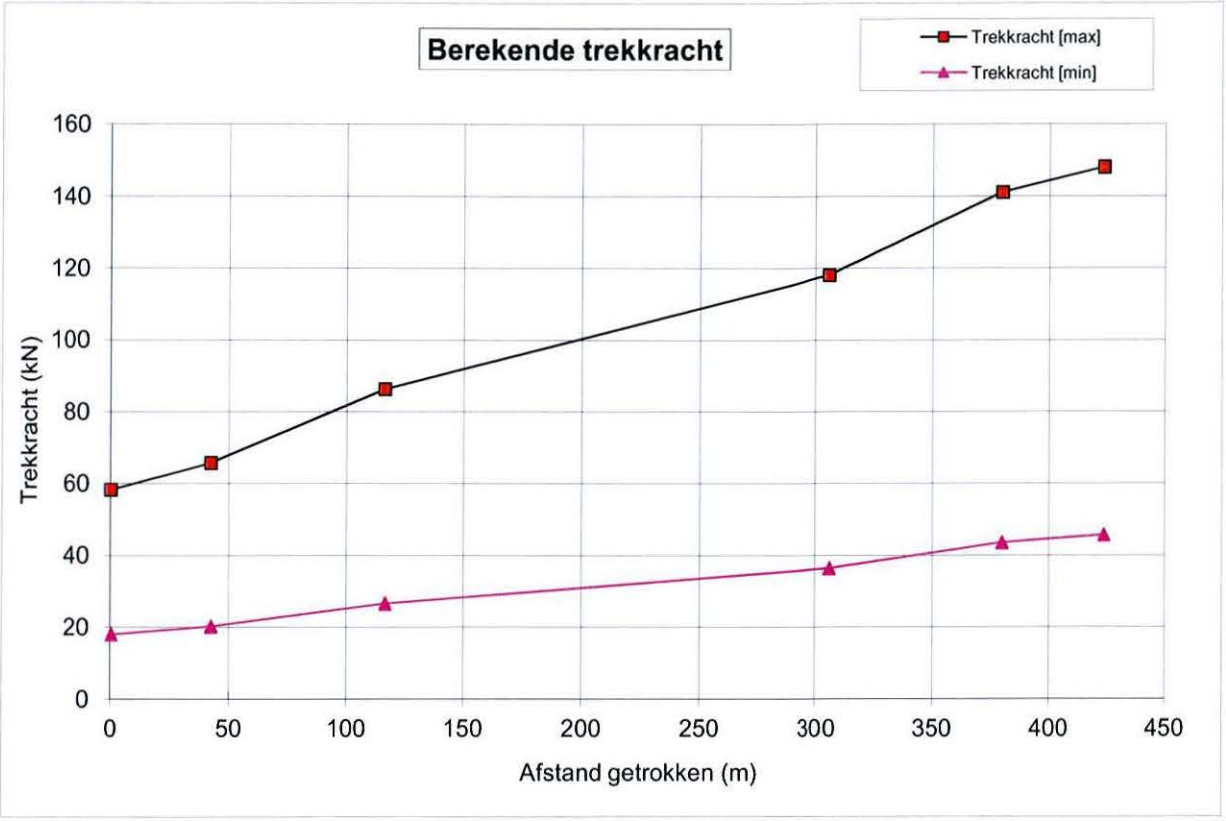
Trekkracht								
Punt	A	B	C	H1	H2	D	E	F
	Start/ rollen	Recht	Bocht		Midden		Bocht	Rig
L (m)	424	382	308	308	119	119	44	1
T_1 (kN)	32,41	29,19	23,52	23,52	9,06	9,06	3,39	0
L_2 (m)	0	42	74	0	189	0	74	44
T_2 (kN)	0	7,33	12,92	0,00	32,95	0,00	12,92	7,63
T_{3a} (kN)	0	0	1,55	0,00	0,00	0,00	1,55	0
T_{3b} (kN)	0	0	2,63	2,63	1,78	1,78	5,78	5
F x f (totale kracht, kN)	32	37	48	48	66	66	78	82
F_d = F x f x j (kN)	58	66	86	86	118	118	141	148

De te verwachten trekkracht ligt tussen 46 kN en 148 kN
De NEN adviseert de trekcapaciteit van de rig hoger te kiezen, namelijk 165 kN
De rigcapaciteit kan anders gekozen worden afhankelijk van lokale ervaring en grondgesteldheid

Spanningen in boorgat								
Totale spanning in boorgat								
Sl = Ftrek/A/aantal	0,8	0,9	1,2	1,2	1,6	1,6	1,9	2,0
Sl = f x (I / W) / R	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Sl tot	0,8	0,9	1,8	1,2	1,6	1,6	2,5	2,0

Spanningen op rollenbaan				
Totale spanning op rollenbaan, lege leiding, zonder extra vulling				
Sr kromming = f x E x (I / W) / R	Sr	2,6	N/mm2	
M buig = f x 1/12 x g/aantal x L^2	M	6,4	kNm	total
Sl = M buig /W + Sr +Ftrek/A/aantal	Sl	5,5	N/mm2	

GRAFIEK


Berekende trekkracht
Trekkracht [max]
Trekkracht [min]
Trekkracht (kN)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
Afstand getrokken (m)

Trekkrachtenberekening van een HD boring volgens de NEN 3650-1:2012

rev 31, 22-08-2011

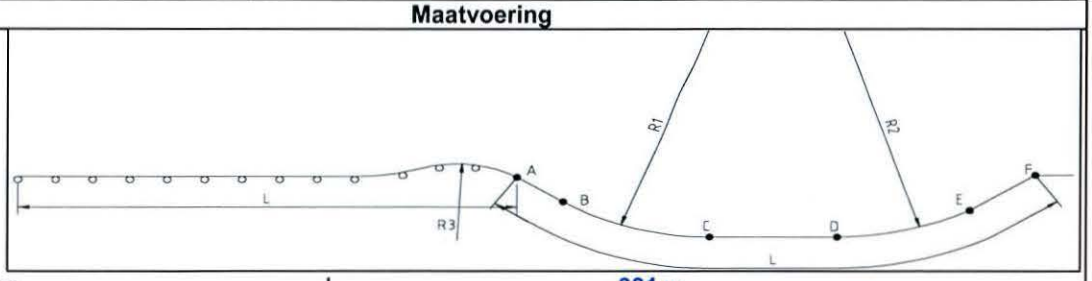
INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad 380kV Noordring**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-03 380kV HDD 1 t/m 4 Kruising N201 t.h.v. Qruquius**
Berekend door	**MHU**

Buisgegevens			
Uitwendige diameter	D_o	**250** mm	
Wanddikte	d	**22,7** mm	
Dikte externe coating	c-e	**0** mm	
Soortelijk gewicht externe coating	sg-e	**0** kg/m^3	
Dikte interne coating	c-i	**0** mm	
Soortelijk gewicht interne coating	sg-i	**0** kg/m^3	
API/DIN17172/EN10208/PE materiaal/ GY		**pe100**	
buizen met flexibele verbindingen		**nee**	
Elasticiteitsmodulus	E	1200 N/mm2	
Soortelijk gewicht buis	sg	955 kg/m3	

Maatvoering

Schets



Lengte boring	L	**381** m		
Afstand	A-B	**26** m		
Afstand	A-C	**91** m	A-H1	**91** m
Afstand	A-D	**289** m	A-H2	**289** m
Afstand	A-E	**359** m		
Afstand	A-F	**381** m		
Straal boor profiel	R_1	**250** m	excl. 10% marge	
Horizontale straal boor profiel	R_{hor}	**0**		
Straal boor profiel	R_2	**250** m	excl. 10% marge	
Straal rollenbaan	R_3	**50** m		
Uittredehoek [pijp zijde]	α_u	**15** graden	(bij punt A)	
Hellingshoek middenstuk	α_m	**0** graden	(+ naar beneden ri. rig zijde)	
Horizontale hoek middenstuk	a_{hor}	**0** graden		
Intredehoek [rig zijde]	α_i	**16** graden	(bij punt F)	
Aantal buizen	aantal, n	**4** buis/buizen	--	

Bundel gekoppeld		**nee**			
Buisvulling in boorgat	**bentoniet**		Buisvulling (water) ook op rolstellen		**nee**
Extra buisvulling in boorgat	**0,00** kN/m[1]	per buis	Extra buisvulling ook op rolstellen		**nee**
Streng wordt uitgelegd op	**rollen > NEN3650**		Afstand tussen rolstellen	**10** m	
Wrijvingscoefficienten volgens		**NEN3650:2012**			
Pipe Pusher capaciteit	**0**	kN	**nee**		
Invloed helling op wrijvingskrachten meenemen			**nee**		

SAMENVATTING RESULTATEN

Benodigde trekkracht vlgs de NEN	F trek buis	**116** kN	12 ton
SI max in boorgat	SI	**2,5** N/mm2	
SI max tijdens intrekken	SI	**5,7** N/mm2	
		57,0 % S-toel	**Voldoet! <100 %**

BEREKENING

Uitgangspunten			
Belastingsfactor	f	1,1	
Onzekerheidsfactor op f1, f2 ,f3	j	1,8	
Wrijvingscoef. rollenbaan/maaiveld	f_1	0,1	
Schuifspanning leiding-boorvloeistof	f_2	0,00005	N/mm²
Wrijvingscoef. leiding-boorwand	f_3	0,2	

Diverse gegevens							
Toelaatbare korteduur treksterkte	S-toel		10	N/mm²			
Soortelijk gewicht bentoniet	sg		1200	kg/m³			
Doorsnedeoppervlak	Abuis		16210	mm²		per buis	
Weerstandsmoment voor gekoppelde bundel			0	mm³			
Traagheidsmoment voor gekoppelde bundel			0	mm⁴			
Weerstandmoment	W		845832	mm³		per buis	
Traagheidsmoment	I		105728989	mm⁴		per buis	
Weerstandmoment reken	W_{reken}		3383328	mm³	voor:	4	buis/buiz
Traagheidsmoment reken	I_{reken}		422915957	mm⁴	voor:	4	buis/buiz
gewicht buis x aantal (incl coat.)	g	omlaag	0,6192	kN/m1streng		"	
gewicht vull x aantal buizen	g vull	omlaag	1,5781	kN/m1streng		"	
gewicht extra vull x aantal buizen	g extra	omhoog	0,0000	kN/m1streng		"	
opdrijving x aantal buizen	g opw	omhoog	-2,3562	kN/m1streng		"	
g eff in gat = g-gopw	g eff	omhoog	-0,1589	kN/m1streng		"	
g eff op rolstellen	g eff	omlaag	0,6192	kN/m1streng		"	
λ = sqrt(sqrt(k_vxB/4/E/I))	λ		0,001899	mm⁻¹			
Beddingsconstante	k_v		0,04	N/mm³		"	
Oplegbreedte van de bundel	B		660	mm			
Q_{r1} = 0.322xlamda2xExI/B/R_1	Q_{r1}		0,0040	N/mm²		"	
Q_{rh} = 0.322xlamda2xExI/B/R_h	Q_{rh}		0,0000	N/mm²		"	
Q_{r2} = 0.322xlamda2xExI/B/R_2	Q_{r2}		0,0040	N/mm²		"	
Reductiefactor voor bundel = n x 1/n^0.3	b'		2,639	x Omtrek van een buis			

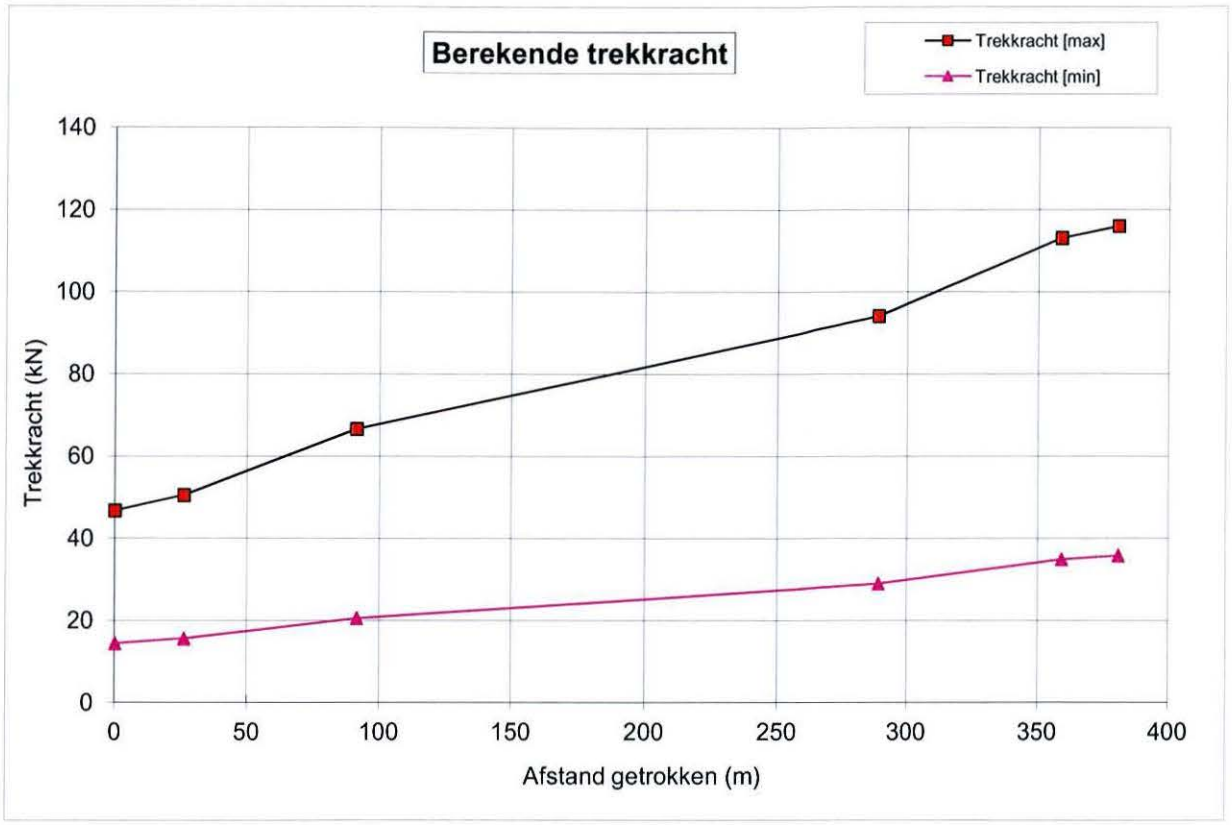
Trekkracht								
Punt	A	B	C	H1	H2	D	E	F
	Start/ rollen	Recht	Bocht		Midden		Bocht	Rig
L (m)	381	355	290	290	92	92	22	0
T_1 (kN)	25,95	24,19	19,73	19,73	6,27	6,27	1,51	0
L_2 (m)	0	26	65	0	198	0	70	22
T_2 (kN)	0	3,86	9,74	0,00	29,45	0,00	10,40	3,26
T_{3a} (kN)	0	0	1,91	0,00	0,00	0,00	1,91	0
T_{3b} (kN)	0	0	1,79	1,79	1,09	1,09	4,10	4
F x f (totale kracht, kN)	26	28	37	37	52	52	63	64
F_d = F x f x j (kN)	47	50	67	67	94	94	113	116

De te verwachten trekkracht ligt tussen 36 kN en 116 kN
De NEN adviseert de trekcapaciteit van de rig hoger te kiezen, namelijk 129 kN
De rigcapaciteit kan anders gekozen worden afhankelijk van lokale ervaring en grondgesteldheid

Spanningen in boorgat								
Totale spanning in boorgat								
Sl = Ftrek/A/aantal	0,7	0,8	1,0	1,0	1,5	1,5	1,7	1,8
Sl = f x (I / W) / R	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
Sl tot	0,7	0,8	1,8	1,0	1,5	1,5	2,5	1,8

Spanningen op rollenbaan				
Totale spanning op rollenbaan, lege leiding, zonder extra vulling				
Sr kromming = f x E x (I / W) / R	Sr	3,3	N/mm2	
M buig = f x 1/12 x g/aantal x L^2	M	5,7	kNm	total
Sl = M buig /W + Sr +Ftrek/A/aantal	Sl	5,7	N/mm2	

GRAFIEK


Berekende trekkracht
Trekkracht [max]
Trekkracht [min]
Trekkracht (kN)
140
120
100
80
60
40
20
0
0
50
100
150
200
250
300
350
400
Afstand getrokken (m)

4.4 Sterkteberekening mantelbuizen in de gebruiksfase

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-03 150kV HDD1, punt met diepte van 8x de gatdiameter**
Berekend door	**MHU**

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**200**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**200**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**18,20**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**NVN-ENV 0,5x load model 2**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**0**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**nvt**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**6**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**16**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**neutraal**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**1,6**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,058**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0406**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**27,5**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**	ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0** mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000** kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955 kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300 N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200 N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**veld**	

Langsspanningen indien van toepassing			
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening			
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)			
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00** N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00** N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00** N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening			
Inclusief totaalfactoren op		**0**	
grondparameters		**0**	
		0	
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00** N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**rechte leiding onder-bocht**	
Spanningsverhogende factor	ix	**1**	>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**	>=0

Overige gegevens			
Wandtraagheidsmoment	I_w	502,38 mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	55,21 mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	90,9 mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	181,8 mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	18,2 mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,21 kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,10 kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,31 kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	18,2 mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,43 *10^6 mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	43,38 *10^6 mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00	
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70	
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,1160 N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0690 N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**2,2**	N/mm^2	
	% R_m, allow	28	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	2,4	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,89	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens			
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0522	N/mm^2
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0365	N/mm^2
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50	
Totaal factor Qn	f	1,10	
Totaal factor Qp	f	1,50	
Totaal factor kv omlaag	f	2,00	
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00	

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	10,40	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	10,40	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / ($E^{1,5}$ x sqrt (H/D_o))		9	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / ($E^{0,5}$ x sqrt (H/D_o))		7	mm	
zmax reken		9	mm	
q_n		0,0520	N/mm^2	
$q_{p\ (fm=0,10)}$		0,2080	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		0,1560	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,017089	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,058	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2003 C.4.2.3
u x D_o		20	mm	
u x D_o <= zmax reken		9	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,161	N/mm^2	
Q_k		32,13	kN/m^1 buis	excl. f

LET OP Qk is hoger dan Qp

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	**17,5**	graden
Cohesie	c_h	**1**	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	**15**	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	**0**	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	**0**	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,18	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**32,5**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**17,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	6,0	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket			
Halve br. afschuivende grondkolom			
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,25	m
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942	
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	15,0	kN/m^3
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h) * (1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$			
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m
$F_{max} = (h \cdot \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o) \cdot 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m
$\alpha = \ln(h)$	α	0,00	
Samendrukkingconstante	C	19	-
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking			
$F_r=(0.9\ F_{max}) / (1 +((B_1 \cdot (3H-2h) \cdot \alpha) / (2\ C \cdot H\ (\delta_d + F_{max}/2B_1 \cdot k_v))))$			
	F_r	0,00	kN/m^1 buis
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket			
$Q_{n,r2} = (h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket			
Halve br. afschuivende grondkolom			
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,21	m
K = 1-sin(phi)	K	0,46	
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	9,67	kN/m^3
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket			
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma') / (K*\tan\phi) * (1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e^{(- K * h * \tan(\phi) / B_1)}$			
	$Q_{n,r}$	1,38	kN/m^1 buis excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk			
Type grondbelasting	neutraal		
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	11,44	kN/m^1 buis incl. f

Berekening horizontale steundrukken

Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	10,52	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	1,25	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	0,25	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,54		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,neutraal}$	5,02	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x $2k_h/3$ x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x $2k_h/3$ x $d_y/2$ x sin 60		13,99	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	$Q_{h,iowa,reken}$	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	6,63	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	4,23	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	4,23	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	0,64		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	0,64		
	$d_{y1}/2$	3,31	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		5,02	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		5,02	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		5,02	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		5,02	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	5,02	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	5,02	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken

Qhr pleistoceen		0,36	kN/m^1 buis
Qhr holoceen		-0,25	kN/m^1 buis
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45-0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45-0.5\phi) \} \times \sin 60$			
	$Q_{h,n,r}$	0,00	kN/m^1 buis

In rekening te brengen horizontale steundrukken

drukloos	4,52	kN/m^1 buis	incl. f
druk	4,52	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens		
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	$R_{m,toel}$	8 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk		
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk		
Spl	S_{pl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)		
	Qgrond	11,44 kN/m^1 buis
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww		
	S_q bodem	4,42 N/mm^2
	S_q top	2,79 N/mm^2
	S_q zijden	-2,86 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	4,42 N/mm^2	
	S_q top	2,79 N/mm^2	
	S_q zijden	-2,86 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)		
	Qh,grond	4,52 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-1,06 N/mm^2
	S_q top	-1,06 N/mm^2
	S_q zijden	1,06 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)		
	Qh,grond	4,52 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-1,06 N/mm^2
	S_q top	-1,06 N/mm^2
	S_q zijden	-1,06 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)		
Stootcoëfficiënt	S	1
Verkeersbelasting	P_v	1,25 kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	0,25 kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,10 N/mm^2
	S_q top	0,06 N/mm^2
	S_q zijden	-0,06 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)		
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,10 N/mm^2
	S_q top	0,10 N/mm^2
	S_q zijden	0,10 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil		
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$		
	S_t	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal		
λ^2		2,11121E-05
$M = 0.322 * K * (E'I/R) * \lambda^2 * r_g$		
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,00 N/mm^2
	S_r top	0,00 N/mm^2
	S_r zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal		
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	nvt	
	S_{rl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting		
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)		
	S_l bodem	0,00 N/mm^2
	S_l top	0,00 N/mm^2
	S_l zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)		
Indirect over te dragen bovenbelasting		
	Q	0,00 N/mm^1
$S = K * Q * r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)		
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$		
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00
$S_q = S_q \times f_{rr}$		
	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De		16,0 mm	
		8,0 % van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor		1	IOWA toegepast
kh reken		0	
d =		4,7 mm	
		2,4 % van De	

Minimale ringstijfheid		
SN = E x Iw / Dg^3	25,08 kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,91	N/mm^2
		19,11	bar
		191,11	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,39	bar
		23,89	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	4,42	2,79	2,86	N/mm^2
S_q Steundruk	-1,06	-1,06	-1,06	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,10	0,06	0,06	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_y max$	3,46	1,78	1,86	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,00**	**0,00**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	0	0	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**2,25**	**1,16**	**1,21**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	28	14	15	% < 100%

Deflectie	
Deflectie	2,4 % van uitwendige diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-03 150kV HDD1, punt met grootste dekking**
Berekend door	**MHU**

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**200**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**200**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**18,20**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**NVN-ENV load model 3**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**0**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**nvt**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**25,2**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**17**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**gered. pleistoceen**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**3**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,058**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0406**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**32,5**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**	ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0** mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000** kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955 kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300 N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200 N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**veld**	

Langsspanningen indien van toepassing			
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening			
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)			
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00** N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00** N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00** N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening			
Inclusief totaalfactoren op		**0**	
grondparameters		**0**	
		0	
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00** N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**rechte leiding onder-bocht**	
Spanningsverhogende factor	ix	**1**	>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**	>=0

Overige gegevens			
Wandtraagheidsmoment	I_w	502,38 mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	55,21 mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	90,9 mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	181,8 mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	18,2 mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,21 kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,10 kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,31 kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	18,2 mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,43 *10^6 mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	43,38 *10^6 mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00	
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70	
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,1160 N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0690 N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**0,7**	N/mm^2	
	% R_m, allow	8	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	0,7	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,89	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens				
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0522	N/mm^2	
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0365	N/mm^2	
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm	
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50		
Totaal factor Qn	f	1,10		
Totaal factor Qp	f	1,50		
Totaal factor kv omlaag	f	2,00		
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00		

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	41,28	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	41,28	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / ($E^{1,5}$ x sqrt (H/D_o))		4	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / ($E^{0,5}$ x sqrt (H/D_o))		4	mm	
zmax reken		4	mm	
q_n		0,2064	N/mm^2	
$q_{p\ (fm=0,10)}$		2,8070	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		2,6006	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,583842	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,058	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2003 C.4.2.3
u x D_o		20	mm	
u x D_o <= zmax reken		4	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,254	N/mm^2	
Q_k		50,73	kN/m^1 buis	excl. f

LET OP Qk is hoger dan Qp

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	**17,5**	graden
Cohesie	c_h	**1**	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	**15**	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	**0**	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	**0**	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,18	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**32,5**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**17,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	25,2	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket			
Halve br. afschuivende grondkolom			
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\,\phi) >= R$	B_1	0,25	m
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942	
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	15,0	kN/m^3
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h) * (1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$			
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m
$F_{max} = (h \cdot \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o) \cdot 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m
$\alpha = \ln(h)$	α	0,00	
Samendrukkingconstante	C	19	-
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking			
$F_r=(0.9\,F_{max}) / (1 +((B_1 \cdot (3H-2h) \cdot \alpha) / (2\,C \cdot H\,(\delta_d + F_{max}/2B_1 \cdot k_v))))$			
	F_r	0,00	kN/m^1 buis
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket			
$Q_{n,r2} = (h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket			
Halve br. afschuivende grondkolom			
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\,\phi) >= R$	B_1	0,21	m
K = 1-sin(phi)	K	0,46	
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	8,19	kN/m^3
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket			
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma') / (K*\tan\phi) * (1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e^{(- K * h * \tan(\phi) / B_1)}$			
	$Q_{n,r}$	1,17	kN/m^1 buis excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk			
Type grondbelasting	gered. pleistoceen		
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	1,28	kN/m^1 buis incl. f

Berekening horizontale steundrukken

Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	41,42	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	7,50	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	1,50	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,46		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,neutraal}$	17,20	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x $2k_h/3$ x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x $2k_h/3$ x $d_y/2$ x sin 60		3,92	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	$Q_{h,iowa,reken}$	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	1,86	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	-6,37	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	-6,37	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	-3,42		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	-3,42		
	$d_{y1}/2$	0,93	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		17,20	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		17,20	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		17,20	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		17,20	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	17,20	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	17,20	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken

Qhr pleistoceen		0,30	kN/m^1 buis
Qhr holoceen		-0,25	kN/m^1 buis
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45\text{-}0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45\text{-}0.5\phi) \} \times \sin 60$			
	$Q_{h,n,r}$	0,30	kN/m^1 buis

In rekening te brengen horizontale steundrukken

drukloos	0,27	kN/m^1 buis	incl. f
druk	0,00	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens		
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	$R_{m,toel}$	8 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk		
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk		
Spl	S_{pl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)			
	Qgrond	1,28 kN/m^1 buis	
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww			
	S_q bodem	0,49 N/mm^2	
	S_q top	0,31 N/mm^2	
	S_q zijden	-0,32 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	0,49 N/mm^2	
	S_q top	0,31 N/mm^2	
	S_q zijden	-0,32 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)		
	Qh,grond	0,27 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-0,06 N/mm^2
	S_q top	-0,06 N/mm^2
	S_q zijden	0,06 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)		
	Qh,grond	0,00 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)		
Stootcoëfficiënt	S	1
Verkeersbelasting	P_v	7,50 kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	1,50 kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,58 N/mm^2
	S_q top	0,37 N/mm^2
	S_q zijden	-0,38 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)		
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,58 N/mm^2
	S_q top	0,58 N/mm^2
	S_q zijden	0,58 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil		
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$		
	S_t	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal		
λ^2	2,11121E-05	
$M = 0.322 * K * (E'I/R) * \lambda^2 * r_g$		
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,00 N/mm^2
	S_r top	0,00 N/mm^2
	S_r zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal		
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	nvt	
	S_{rl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting		
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)		
	S_l bodem	0,00 N/mm^2
	S_l top	0,00 N/mm^2
	S_l zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)		
Indirect over te dragen bovenbelasting		
	Q	0,00 N/mm^1
$S = K * Q * r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)		
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$		
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00
$S_q = S_q \times f_{rr}$		
	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De		16,0 mm	
		8,0 % van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor		1	IOWA toegepast
kh reken		0	
d =		1,5 mm	
		0,7 % van De	

Minimale ringstijfheid		
SN = E x Iw / Dg^3	25,08 kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,91	N/mm^2
		19,11	bar
		191,11	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,39	bar
		23,89	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	0,49	0,31	0,32	N/mm^2
S_q Steundruk	-0,06	-0,06	-0,06	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,58	0,37	0,38	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_y max$	1,01	0,61	0,63	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,00**	**0,00**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	0	0	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**0,66**	**0,40**	**0,41**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	8	5	5	% < 100%

Deflectie	
Deflectie	0,7 % van uitwendige diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	0,79	0,53	0,79	N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-03 380kV HDD1 t/m 4, punt met diepte van 8x de gatdiameter**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**250**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**250**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**22,70**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**NVN-ENV 0,5x load model 2**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**0**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**nvt**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**6**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**16**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**neutraal**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**1,6**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,049**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0343**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**27,5**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**	ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0** mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000** kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955 kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300 N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200 N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**veld**	

Langsspanningen indien van toepassing			
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening			
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)			
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00** N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00** N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00** N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening			
Inclusief totaalfactoren op		**0**	
grondparameters		**0**	
		0	
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00** N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**rechte leiding onder-bocht**	
Spanningsverhogende factor	ix	**1**	>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**	>=0

Overige gegevens			
Wandtraagheidsmoment	I_w	974,76 mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	85,88 mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	113,7 mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	227,3 mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	22,7 mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,33 kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,15 kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,49 kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	22,7 mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,85 *10^6 mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	105,73 *10^6 mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00	
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70	
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,0980 N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0583 N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN STAAL

Uitvoerresultaten-elastisch/plastisch				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Belastingcombinatie 2	BC2, S_p	**0**	N/mm^2	
		0	% toetswaarde	**voldoet**
	drukloos			
Belastingcombinatie 3	BC3, S_v	**4**	N/mm^2	
		23	% toetswaarde	**voldoet**
	onder druk			
Belastingcombinatie 4	BC4, Sv	**nvt**	N/mm^2	
		nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	2,2	% Do	**voldoet**

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**2,3**	N/mm^2	
	% R_m, allow	28	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	2,4	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,72	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens				
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0441	N/mm^2	
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0309	N/mm^2	
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm	
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50		
Totaal factor Qn	f	1,10		
Totaal factor Qp	f	1,50		
Totaal factor kv omlaag	f	2,00		
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00		

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	13,00	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	13,00	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / ($E^{1,5}$ x sqrt (H/D_o))		13	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / ($E^{0,5}$ x sqrt (H/D_o))		10	mm	
zmax reken		13	mm	
q_n		0,0520	N/mm^2	
$q_{p\ (fm=0,10)}$		0,1768	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		0,1248	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,009782	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,049	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2003 C.4.2.3
u x D_o		25	mm	
u x D_o <= zmax reken		13	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,147	N/mm^2	
Q_k		36,84	kN/m^1 buis	excl. f

LET OP Qk is hoger dan Qp

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	**0**	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	**17,5**	graden
Cohesie	c_h	**1**	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	**15**	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	**0**	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	**0**	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,20	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**32,5**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**17,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	6,0	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket			
Halve br. afschuivende grondkolom			
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,31	m
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942	
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	15,0	kN/m^3
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h)\ * (1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$			
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m
$F_{max} = (h\ .\ \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o)\ .\ 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m
$\alpha = \ln(h)$	α	0,00	
Samendrukkingconstante	C	19	-
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking			
$F_r=(0.9\ F_{max}) / (1 +(\ (B_1\ .\ (3H-2h)\ .\ \alpha) / (2\ C\ .\ H\ (\delta_d + F_{max}/2B_1\ .\ k_v))))$			
	F_r	0,00	kN/m^1 buis
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket			
$Q_{n,r2} = (\ h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket			
Halve br. afschuivende grondkolom			
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,26	m
K = 1-sin(phi)	K	0,46	
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	9,67	kN/m^3
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket			
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma') / (K*\tan\phi)\ * (1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e^{(- K * h * \tan(\phi) / B_1)}$			
	$Q_{n,r}$	2,15	kN/m^1 buis excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk			
Type grondbelasting	neutraal		
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	14,30	kN/m^1 buis incl. f

Berekening horizontale steundrukken				
Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	13,19	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	1,25	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	0,31	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,54		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,neutraal}$	6,29	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x $2k_h/3$ x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x $2k_h/3$ x $d_y/2$ x sin 60		18,59	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	$Q_{h,iowa,reken}$	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	8,35	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	5,31	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	5,31	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	0,64		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	0,64		
	$d_{y1}/2$	4,17	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		6,29	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		6,29	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		6,29	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		6,29	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	6,29	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	6,29	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken			
Qhr pleistoceen		0,56	kN/m^1 buis
Qhr holoceen		-0,32	kN/m^1 buis
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45-0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45-0.5\phi) \} \times \sin 60$			
	$Q_{h,n,r}$	0,00	kN/m^1 buis

In rekening te brengen horizontale steundrukken			
drukloos	5,66	kN/m^1 buis	incl. f
druk	5,66	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING STAAL

Materiaalgegevens			
Vloeigrens bij 20gr	R_e	10 N/mm^2	
Vloeigrens bij temperatuur	$R_{e(t)}$	10 N/mm^2	
Toetswaarde BC2		9 N/mm^2	S x $R_{e(t)}$/ 1,1
Toetswaarde BC3 en BC4		15 N/mm^2	S x 0,85 x (Re+Re(t)) /1,1

Belastingcombinatie BC2, alleen inwendige druk			
Ontwerpdruk	bf	1,25	
S_p = (bf x p_d x D_g) / (20 x d)		0,00 N/mm^2	
Incidentele druk	bf	1,10	
S_p = (bf x p_{inc} x D_g) / (20 x d)		0,00 N/mm^2	
S_p max		0,00 N/mm^2	

Belastingcombinatie BC3 en BC4

Staalspecifieke rekenfactoren			
Belastingfactor gewicht/vulling	bf	1,10 -	
Belastingfactor verkeersbelasting	bf	1,35 -	
Belastingfactor temperatuurverschil	bf	1,10	
Belastingfactor opgelegde vervorming	bf	1,10	
Belastingfactor ontwerpdruk	bf	1,15 -	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk			
S_p = (bf x p_d x D_g) / (20 x d)	S_p	0,00 N/mm^2	

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk			
Spl =0.3xSp (lange veldstrekking)	S_{pl}	0,00 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)			
S_q = K x ($Q_{grond\ x\ bf}$ +Q_{eg} x bf +Q_{vu} x bf -Q_{op} x bf) x r_g / W_w			
	S_q bodem	4,48 N/mm^2	
	S_q top	2,82 N/mm^2	
	S_q zijden	-2,89 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
f_{rr} = 1/(1 + (2 x bf x p_d x rg^3 x k_y) / EI_w))			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor direct over te dragen belasting
S_q = S_q x f_{rr}	S_q bodem	4,48 N/mm^2	
	S_q top	2,82 N/mm^2	
	S_q zijden	-2,89 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)			
S_q = K x Q_h x r_g / W_w	S_q bodem	-1,07 N/mm^2	
	S_q top	-1,07 N/mm^2	
	S_q zijden	1,07 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)		
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-1,07 N/mm^2
	S_q top	-1,07 N/mm^2
	S_q zijden	1,07 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)		
Stootcoëfficiënt	S	1
Verkeersbelasting	P_v	1,25 kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S \times bf$	Q_v	0,42 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_v \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,13 N/mm^2
	S_q top	0,08 N/mm^2
	S_q zijden	-0,08 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)		
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,13 N/mm^2
	S_q top	0,08 N/mm^2
	S_q zijden	-0,05 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil		
$S_t = \alpha_g \times d_t \times bf \times E$		
	S_t	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale buigstraal		
λ^2		1,39E-05
$M = 0.322*K*(EI/R)*\lambda^2*r_g$		
$S_p = bf * M / W_w$	S_r bodem	0,00 N/mm^2
	S_r top	0,00 N/mm^2
	S_r zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale buigstraal		
	R_v	0 m
$S_{rl} = (E * D) / (2 * R_v)$		**nvt** buigingsrichting van de elastische buigstraal
	S_{rl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. uitvoeringszetting		
λ= stijfheidsverhouding grond/buis		
$\lambda = sqrt(sqrt((k_v*bf*D_e/(4EI))))$	λ	3,73E-03 mm^{-1}
$L = 2*10.43*sqrt(sqrt(4*E*I/D_e/k_v/bf))$	L	5596 mm
lengte fictieve ligger reken	L	40000 mm
$\alpha = (6-(\lambda^2*L^2))/(6*(2+\lambda*L))$		
	α	-24,52
$Q_z = y_c / ((5*L^4)/(384*E*I) + (2*\alpha*L^3)/(32*E*I*\lambda))$		
Zettingsbelasting	Q_z	0,00 N/mm^1
$M_A = (Q_z*L*\alpha)/(2*\lambda)$	M_A	0,00 *10^6 N/mm
$M_C = Q_z*L^2/8 + M_A$	M_C	0,00 *10^6 N/mm
$x = (arctan(1/(1-2*\alpha)))/\lambda$		5 mm
$M_{A1} = -Q_z*L*(e^{(-\lambda*x)})*((1-\alpha)*sin(\lambda*x) - \alpha*cos(\lambda*x))/(2*\lambda)$		
	M_{A1}	0,00 *10^6 N/mm

S_l = M/W			
punt A1, oplegzone, dwarskracht is nul	S_l	0,00 N/mm^2	trek boven
punt A, grens oplegzone/zetting	S_l	0,00 N/mm^2	trek boven
punt C, midden zettingsgebied	S_l	0,00 N/mm^2	trek onder

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. uitvoeringszetting (leiding drukloos)			
$y= Q_z*L*\lambda*(e^{(-\lambda*x)})*((1-\alpha)*\cos(\lambda*x) + \alpha*\sin(\lambda*x))/(k_v*D_e)$			
	y_{A1}	0,00 mm	
	y_A	0,00 mm	x=0
$Q_r = k_v*y*D_e$	Q_rA1	0,00 N/mm^1	
	Q_rA	0,00 N/mm^1	
$S= K*Q*r_g/W_w$		punt A	
	S_q bodem	0,00 N/mm^2	
	S_q top	0,00 N/mm^2	
	S_q zijden	0,00 N/mm^2	

Spanningen in omtrek t.g.v. zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening (leiding drukloos)			
Indirect over te dragen bovenbelasting	Q	0,00 N/mm^1	
$S= K*Q*r_g/W_w$	S_q bodem	0,00 N/mm^2	
	S_q top	0,00 N/mm^2	
	S_q zijden	0,00 N/mm^2	
Totaal (inclusief Sy t.g.v. moment in langsrichting (alleen van toepassing voor bochten))			
	S_q bodem	0,00 N/mm^2	
	S_q top	0,00 N/mm^2	
	S_q zijden	0,00 N/mm^2	

Spanningen in omtrek t.g.v. uitvoerings- of ligger model zetting en/of buigstraal (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times bf \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / EI_w))$		punt A	
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor indirect over te dragen belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$			
	S_q bodem	0,00 N/mm^2	
	S_q top	0,00 N/mm^2	
	S_q zijden	0,00 N/mm^2	

Deflectie (leiding drukloos)		
$d_y = ((k_y * (Q-0.096*Q_{n,h})*rg^3) / (E*I_w)$	5,62 mm	
	2,25 % Do	
Toelaatbaar	37,50 mm	15,00 % Do

TOETSINGEN

Belastingcombinatie BC2, alleen inwendige druk		
Maximum van ontwerp en incidentele overdruk		
S_p	**0,00**	N/mm^2
	0	% toetswaarde

Belastingcombinatie BC3, uitwendige belastingen, drukloos					
		bodem	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	+/-	4,48	2,82	2,89	N/mm^2
S_q Steundruk	-/+	-1,07	-1,07	-1,07	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	+/-	0,13	0,08	0,08	N/mm^2
Sl Zetting liggermodel	+/-	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r Vertikale gronddruk buigstraal	+/-	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_y totaal (omtreksrichting, max)		3,53	1,83	1,91	N/mm^2
S_y totaal (omtreksrichting, min)		-3,53	-1,83	-1,91	N/mm^2
S_{pl} Inwendige druk		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
Sl Zetting liggermodel		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_t temperatuur		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} buigstraal		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_x totaal (langsrichting)		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_v = \mathrm{sqrt}(S_x^2+S_y,max^2-S_x*S_y,max)$		3,53	1,83	1,91	N/mm^2
$S_v = \mathrm{sqrt}(S_x^2+S_y,min^2-S_x*S_y,min)$		3,53	1,83	1,91	N/mm^2
S_v maatgevend		**3,53**	**1,83**	**1,91**	N/mm^2
		23	12	12	% toetswaarde

Belastingcombinatie BC4 niet van toepassing voor een mantelbuis					
		bodem	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk					N/mm^2
S_q Grondbelasting	+/-				N/mm^2
S_q Steundruk	-/+				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	+/-				N/mm^2
Sl Zetting liggermodel	+/-				N/mm^2
S_r Vertikale gronddruk buigstraal	+/-				N/mm^2
S_y totaal (omtreksrichting, max)					N/mm^2
S_y totaal (omtreksrichting, min)					N/mm^2
S_{pl} Inwendige druk					N/mm^2
Sl Zetting liggermodel					N/mm^2
S_t temperatuur					N/mm^2
S_{rl} bochtstraal					N/mm^2
S_x totaal (langsrichting)					N/mm^2
$S_v = \mathrm{sqrt}(S_x^2+S_y,max^2-S_x*S_y,max)$					N/mm^2
$S_v = \mathrm{sqrt}(S_x^2+S_y,min^2-S_x*S_y,min)$					N/mm^2
S_v maatgevend					N/mm^2
					% toetswaarde

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens		
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	$R_{m,toel}$	8 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk		
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk		
Spl	S_{pl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)		
	Qgrond	14,30 kN/m^1 buis
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww		
	S_q bodem	4,44 N/mm^2
	S_q top	2,80 N/mm^2
	S_q zijden	-2,87 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	4,44 N/mm^2	
	S_q top	2,80 N/mm^2	
	S_q zijden	-2,87 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)		
	Qh,grond	5,66 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-1,07 N/mm^2
	S_q top	-1,07 N/mm^2
	S_q zijden	1,07 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)		
	Qh,grond	5,66 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-1,07 N/mm^2
	S_q top	-1,07 N/mm^2
	S_q zijden	-1,07 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)		
Stootcoëfficiënt	S	1
Verkeersbelasting	P_v	1,25 kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	0,31 kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,10 N/mm^2
	S_q top	0,06 N/mm^2
	S_q zijden	-0,06 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)		
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,10 N/mm^2
	S_q top	0,10 N/mm^2
	S_q zijden	0,10 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil		
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$		
	S_t	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal		
λ^2		1,38962E-05
$M = 0.322 * K * (E'I/R) * \lambda^2 * r_g$		
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,00 N/mm^2
	S_r top	0,00 N/mm^2
	S_r zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal		
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	nvt	
	S_{rl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting		
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)		
	S_l bodem	0,00 N/mm^2
	S_l top	0,00 N/mm^2
	S_l zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)		
Indirect over te dragen bovenbelasting		
	Q	0,00 N/mm^1
$S = K * Q * r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)		
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$		
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00
$S_q = S_q \times f_{rr}$		
	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De	20,0	mm	
	8,0	% van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor	1		IOWA toegepast
kh reken	0		
d =	5,9	mm	
	2,4	% van De	

Minimale ringstijfheid			
SN = E x Iw / Dg^3	24,90	kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,90	N/mm^2
		18,97	bar
		189,72	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,37	bar
		23,72	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	4,44	2,80	2,87	N/mm^2
S_q Steundruk	-1,07	-1,07	-1,07	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,10	0,06	0,06	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_y max$	3,47	1,79	1,87	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,00**	**0,00**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	0	0	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**2,26**	**1,16**	**1,21**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	28	15	15	% < 100%

Deflectie	
Deflectie	2,4 % van uitwendige diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

rev10a: 26-09-2011

INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	**TenneT**
Projectomschrijving	**Randstad Noord 380kV & 150kV**
Plaats	**Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk, Perceel 1**
Calculatienummer	**TP13141**
Berekening	**X-03 380kV HDD1 t/m 4, punt met de grootste dekking**
Berekend door	**EHO**

Buisgegevens				
Materiaalsoort		**PE**		
Uitwendige diameter	D_e	**250**	mm	
Uitwendige isolatie/coating	e	**0**		
Uitwendige diameter incl bekleding	D_o	**250**	mm	
SDR waarde		**11**		
Wanddikte	d_n	**22,70**	mm	
Materiaalkwaliteit		**PE100**		
Treksterkte	Strek	**10**	N/mm^2	
Schadefactor	S	**1**		
Ontwerpdruk	p_d	**0**	bar	**mantelbuis: geen inw. druk**
		0		
Verkeersklasse		**NVN-ENV load model 3**		VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	d_t	**0**	K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	R_v	**0**	m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		**nvt**		zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		**ja**		ja, nee

Grondgegevens				
Dekking	H	**17,2**	m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	sg	**17**	kN/m^3	
Grondtype bedding		**zand**	-	veen,klei,zand,hardzand
Type grondbelasting		**gered. pleistoceen**	-	neutraal,reeel, passief
Diepte grondwaterstand	H_w	**3**	m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	f_v	**0**	mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Verticale beddingsconstante	k_v	**0,049**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	k_h	**0,0343**	N/mm^3	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	**32,5**	°	
Opleghoek p=p berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Opleghoek p=0 berekening	β	**30**	°	30,70,90,120
Lineaire uitzettingscoefficient	α_g	1,30E-04	mm/mm/K	
Sleufbreedte		**smaller dan 1,5D**		Qp=Qk=Qn, reken met Qn

HD boring		**ja**	ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		**0** mm	opzoeken NEN3650-1:2012 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	G_{vul}	**1000** kg/m^3	
Volumegewicht buismateriaal	G	955 kg/m^3	
Elasticiteitsmodulus lang	E'	300 N/mm^2	
Elasticiteitsmodulus kort	E	1200 N/mm^2	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		**veld**	

Langsspanningen indien van toepassing			
Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening			
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model (+ is trek)			
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	**0,00** N/mm^2	
grondparameters	Sq top	**0,00** N/mm^2	
	Sq zijden	**0,00** N/mm^2	
Spanningen & belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening			
Inclusief totaalfactoren op		**0**	
grondparameters		**0**	
		0	
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	**0,00** N/mm^1	
Rechte buis of gevormde bocht		**rechte leiding onder-bocht**	
Spanningsverhogende factor	ix	**1**	>=1
Spanningsverhogende factor	iy	**0**	>=0

Overige gegevens			
Wandtraagheidsmoment	I_w	974,76 mm^4/mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	W_w	85,88 mm^3/mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	r_g	113,7 mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	D_g	227,3 mm	D_e-d
Minimum wanddikte	d	22,7 mm	
Gewicht vulling	Q_{vul}	0,33 kN/m^1 buis	
Eigen gewicht	Q_{eg}	0,15 kN/m^1 buis	
Opdrijving	Q_{op}	0,49 kN/m^1 buis	
	d_n-c_t	22,7 mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0,85 *10^6 mm^3	
Traagheidsmoment van de buis	I	105,73 *10^6 mm^4	
Totaalfactor verticale bedding	f	2,00	
Totaalfactor horizontale bedding	f	1,70	
Verticale beddingsconstante	k_v x f	0,0980 N/mm^3	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	k_h x f	0,0583 N/mm^3	incl totaalfactor

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN STAAL

Uitvoerresultaten-elastisch/plastisch				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Belastingcombinatie 2	BC2, S_p	**0**	N/mm^2	
		0	% toetswaarde	**voldoet**
	drukloos			
Belastingcombinatie 3	BC3, S_v	**1**	N/mm^2	
		9	% toetswaarde	**voldoet**
	onder druk			
Belastingcombinatie 4	BC4, Sv	**nvt**	N/mm^2	
		nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	1,0	% Do	**voldoet**

2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

SAMENVATTING RESULTATEN PE

Uitvoerresulaten				**Leiding voldoet aan alle toetsen**
Leiding drukloos	S_{max}	**0,8**	N/mm^2	
	% R_m, allow	9	% toetswaarde	**<100%, voldoet**
Leiding onder druk niet van toepassing	S_{max}	**nvt**	N/mm^2	
	% R_m, allow	nvt	% toetswaarde	**nvt**

Deflectie bij drukloze leiding	0,8	% Do	**voldoet**

Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk	23,72	m waterkolom

3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens				
Rekenwaarde vertikale bedding	k_v(min)	min 0,0441	N/mm^2	
Rekenwaarde horizontale bedding	k_h(min)	min 0,0309	N/mm^2	
Rekenwaarde uitvoeringszakking	y_c	0	mm	
Totaal factor uitvoeringszakking	f	1,50		
Totaal factor Qn	f	1,10		
Totaal factor Qp	f	1,50		
Totaal factor kv omlaag	f	2,00		
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	f_m	0,00		

Berekening verticale gronddrukken				
Neutrale grondbelasting				
Q_n= ((sgxH_w)+((sg-10)x(H-H_w)))*D_o	Q_n	37,60	kN/m^1 buis	excl. f
Passieve grondbelasting				
Q_p = (Q_n x (1+ f_m x (H / D_o)))	Q_p	37,60	kN/m^1 buis	excl. f
Reële grondbelasting				
Grondtype aanvulmateriaal		veen		
E-modulus aanvulmateriaal		1	MPa	veen: 0,2; klei:1-2-4; zand: 5-10-20
zmax klei/veen = 0,25 x D_o / ($E^{1,5}$ x sqrt (H/D_o))		8	mm	
zmax zand = 0,2 x D_o / ($E^{0,5}$ x sqrt (H/D_o))		6	mm	
zmax reken		8	mm	
q_n		0,1504	N/mm^2	
$q_{p\ (fm=0,10)}$		1,1852	N/mm^2	Qp met fm= 0,10
q_p-q_n		1,0348	N/mm^2	
$k_{v,top}$ = (q_p-q_n) / zmax		0,137325	N/mm^3	
$k_{v,bodem}$ uit tabel		0,049	N/mm^3	
u		0,1		autom. uit tabel 3650-1:2003 C.4.2.3
u x D_o		25	mm	
u x D_o <= zmax reken		8	mm	
q_k = (q_n + u x D_o x $k_{v,top}$) / (1 + $k_{v,top}$/$k_{v,bodem}$)		0,312	N/mm^2	
Q_k		77,92	kN/m^1 buis	excl. f

LET OP Qk is hoger dan Qp

Berekening gereduceerde gronddrukken

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur				
Opgave gered. gronddruk door adviseur	$Q_{n,r}$	0	kN/m^1 buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur	$Q_{h,n,r}$	0	kN/m^1 buis	excl. f

Gegevens holoceen			
Inwendige wrijvingshoek	ϕ_h	17,5	graden
Cohesie	c_h	1	kN/m^2
Volume gewicht holoceen	γ_h	15	kN/m^3
Dikte holocene laag	h_h	0	m
Dikte samendrukbare grondmassief	H	0	m
Straal boorgat	$R_{boorgat}$	0,20	m

Gegevens pleistoceen			
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	ϕ	**32,5**	graden
Volume gewicht pleistoceen	γ	**17,0**	kN/m^3
Diepte buis in pleistoceen	h	17,2	m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket			
Halve br. afschuivende grondkolom			
$B_1 = 0.5*D_o+D_o*\tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,31	m
K = 1-sin(phi)	K	0,6992942	
Effectief volumegewicht holoceen	γ'_h	15,0	kN/m^3
$Q_{n,r1} = D_o*B_1*(\gamma' - c_h/B_1) / (K*\tan\phi_h)\ *\ (1 - e^{(-K*h_h*\tan\phi_h / B_1)}$			
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0,00	kN/m
$F_{max} = (h\ .\ \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o)\ .\ 2B_1$	F_{max}	0,00	kN/m
$\alpha = \ln(h)$	α	0,00	
Samendrukkingconstante	C	19	-
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	k_v	5000	kN/m^3
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef	δ_d	0,004	m
F_r is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking			
$F_r=(0.9\ F_{max}) / (1 +(\ (\ B_1\ .\ (3H-2h)\ .\ \alpha) / (2\ C\ .\ H\ (\delta_d + F_{max}/2B_1\ .\ k_v))))$			
	F_r	0,00	kN/m^1 buis
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holoceen pakket			
$Q_{n,r2} = (\ h*\gamma'_h - F_r / 2B_1) * D_o$	$Q_{n,r2}$	0,00	kN/m^1 buis excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket			
Halve br. afschuivende grondkolom			
$B_1 = 0.5 * D_o + D_o * \tan(45 - 1/2\ \phi) >= R$	B_1	0,26	m
K = 1-sin(phi)	K	0,46	
Effectief volumegewicht pleistoceen	γ'	8,74	kN/m^3
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket			
$Q_{n,r} = (D_o*B_1*\gamma') / (K*\tan\phi)\ *\ (1 - e^{(-K*h*\tan\phi / B_1)} + \gamma'_h * h_h * D_o * e^{(- K * h * \tan(\phi) / B_1)}$			
	$Q_{n,r}$	1,94	kN/m^1 buis excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk			
Type grondbelasting	gered. pleistoceen		
$Q_{grond\ reken}$	Q x f	2,14	kN/m^1 buis incl. f

Berekening horizontale steundrukken

Neutrale steundruk				
Q_n buisasniveau	Q_n buisas	37,82	kN/m^1 buis	Neutrale grond belasting
P_v buisasniveau	P_v buisas	7,50	kN/m^2	
Q_v buisasniveau	Q_v buisas	1,88	kN/m^1 buis	Verkeersbelasting
Kn	Kn	0,46		Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n+Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h,neutraal}$	15,91	kN/m^1 buis	Horizontale belasting hoek 120°
Iowa steundruk				
dE	dE	0	mm	
iowa max = Do x $2k_h/3$ x dE x sin 60		0,00	kN/m^1 buis	
Q_h, iowa = Do x $2k_h/3$ x $d_y/2$ x sin 60		5,89	kN/m^1 buis	
Q_h, reken = Qh, iowa, min	$Q_{h,iowa,reken}$	0,00	kN/m^1 buis	HD boring, geen iowa toelaatbaa
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk				
deflectie zonder steundruk	d_{y1}	2,64	mm	
deflectie met neutraale steundr. en iowa	d_{y2}	-5,02	mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	-5,02	mm	
	d_{y2}/d_{y1}	-1,90		
	$d_{y2'}/d_{y1}$	-1,90		
	$d_{y1}/2$	1,32	mm	
Zandgrond en drukloos				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		15,91	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Zandgrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n + Qh, iowa		15,91	kN/m^1 buis	als frr > dy2/dy1 toelaatbaar
Zandgrond en drukleiding				
steundruk niet toelaatbaar		0,00	kN/m^1 buis	als dy1/2 < dE toelaatbaar
Klei/veengrond drukloos				
Qh = Qh,n		15,91	kN/m^1 buis	altijd toelaatbaar
Klei/veengrond en lagedrukleiding				
Qh = Qh,n		15,91	kN/m^1 buis	als frr > dy2'/dy1 toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk				
grondsoort		zand		
drukloos	Q_h	15,91	kN/m^1 buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	Q_h	15,91	kN/m^1 buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken

Qhr pleistoceen		0,51	kN/m^1 buis
Qhr holoceen		-0,32	kN/m^1 buis
$Q_{h,n,r} = \{ \tan^2(45-0.5\phi) \times Q_{n,r} - 2 \times c \times Do \times \tan(45-0.5\phi) \} \times \sin 60$			
	$Q_{h,n,r}$	0,51	kN/m^1 buis

In rekening te brengen horizontale steundrukken

drukloos	0,46	kN/m^1 buis	incl. f
druk	0,00	kN/m^1 buis	incl. f

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING STAAL

Materiaalgegevens			
Vloeigrens bij 20gr	R_e	10 N/mm^2	
Vloeigrens bij temperatuur	$R_{e(t)}$	10 N/mm^2	
Toetswaarde BC2		9 N/mm^2	S x $R_{e(t)}$/ 1,1
Toetswaarde BC3 en BC4		15 N/mm^2	S x 0,85 x (Re+Re(t)) /1,1

Belastingcombinatie BC2, alleen inwendige druk			
Ontwerpdruk	bf	1,25	
S_p = (bf x p_d x D_g) / (20 x d)		0,00 N/mm^2	
Incidentele druk	bf	1,10	
S_p = (bf x p_{inc} x D_g) / (20 x d)		0,00 N/mm^2	
S_p max		0,00 N/mm^2	

Belastingcombinatie BC3 en BC4

Staalspecifieke rekenfactoren			
Belastingfactor gewicht/vulling	bf	1,10	-
Belastingfactor verkeersbelasting	bf	1,35	-
Belastingfactor temperatuurverschil	bf	1,10	
Belastingfactor opgelegde vervorming	bf	1,10	
Belastingfactor ontwerpdruk	bf	1,15	-

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk			
S_p = (bf x p_d x D_g) / (20 x d)	S_p	0,00 N/mm^2	

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk			
Spl =0.3xSp (lange veldstrekking)	S_{pl}	0,00 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)			
S_q = K x ($Q_{grond\ x\ bf}$ +Q_{eg} x bf +Q_{vu} x bf -Q_{op} x bf) x r_g / W_w			
	S_q bodem	0,69 N/mm^2	
	S_q top	0,44 N/mm^2	
	S_q zijden	-0,45 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
f_{rr} = 1/(1 + (2 x bf x p_d x rg^3 x k_y) / EI_w))			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor direct over te dragen belasting
S_q = S_q x f_{rr}	S_q bodem	0,69 N/mm^2	
	S_q top	0,44 N/mm^2	
	S_q zijden	-0,45 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)			
S_q = K x Q_h x r_g / W_w	S_q bodem	-0,09 N/mm^2	
	S_q top	-0,09 N/mm^2	
	S_q zijden	0,09 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)		
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)		
Stootcoëfficiënt	S	1
Verkeersbelasting	P_v	7,50 kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S \times bf$	Q_v	2,53 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_v \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,79 N/mm^2
	S_q top	0,50 N/mm^2
	S_q zijden	-0,51 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)		
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f\ ) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,79 N/mm^2
	S_q top	0,50 N/mm^2
	S_q zijden	-0,30 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil		
$S_t = \alpha_g \times d_t \times bf \times E$		
	S_t	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale buigstraal		
λ^2		1,39E-05
$M= 0.322*K*(EI/R)*\lambda^2*r_g$		
$S_p = bf * M / W_w$	S_r bodem	0,00 N/mm^2
	S_r top	0,00 N/mm^2
	S_r zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale buigstraal		
	R_v	0 m
$S_{rl} = (E * D) / (2 * R_v)$		**nvt** buigingsrichting van de elastische buigstraal
	S_{rl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. uitvoeringszetting		
λ= stijfheidsverhouding grond/buis		
$\lambda=sqrt(sqrt((k_v*bf*D_e/(4EI))))$	λ	3,73E-03 mm^{-1}
$L = 2*10.43*sqrt(sqrt(4*E*I/D_e/k_v/bf))$	L	5596 mm
lengte fictieve ligger reken	L	40000 mm
$\alpha= (6-(\lambda^2*L^2))/(6*(2+\lambda*L))$		
	α	-24,52
$Q_z = y_c / ((5*L^4)/(384*E*I) + (2*\alpha*L^3)/(32*E*I*\lambda))$		
Zettingsbelasting	Q_z	0,00 N/mm^1
$M_A=(Q_z*L*\alpha)/(2*\lambda)$	M_A	0,00 *10^6 N/mm
$M_C=Q_z*L^2/8 + M_A$	M_C	0,00 *10^6 N/mm
$x = (arctan(1/(1-2*\alpha)))/\lambda$		5 mm
$M_{A1} = -Q_z*L*(e^{(-\lambda*x)})*((1-\alpha)*sin(\lambda*x) - \alpha*cos(\lambda*x))/(2*\lambda)$		
	M_{A1}	0,00 *10^6 N/mm

$S_l = M/W$				
punt A1, oplegzone, dwarskracht is nul	S_l	0,00	N/mm^2	trek boven
punt A, grens oplegzone/zetting	S_l	0,00	N/mm^2	trek boven
punt C, midden zettingsgebied	S_l	0,00	N/mm^2	trek onder

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. uitvoeringszetting (leiding drukloos)				
$y= Q_z*L*\lambda*(e^{(-\lambda*x)})*((1-\alpha)*\cos(\lambda*x) + \alpha*\sin(\lambda*x))/(k_v*D_e)$				
	y_{A1}	0,00	mm	
	y_A	0,00	mm	x=0
$Q_r = k_v*y*D_e$	Q_rA1	0,00	N/mm^1	
	Q_rA	0,00	N/mm^1	
$S= K*Q*r_g/W_w$		punt A		
	S_q bodem	0,00	N/mm^2	
	S_q top	0,00	N/mm^2	
	S_q zijden	0,00	N/mm^2	

Spanningen in omtrek t.g.v. zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening (leiding drukloos)			
Indirect over te dragen bovenbelasting	Q	0,00	N/mm^1
$S= K*Q*r_g/W_w$	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2
Totaal (inclusief Sy t.g.v. moment in langsrichting (alleen van toepassing voor bochten))			
	S_q bodem	0,00	N/mm^2
	S_q top	0,00	N/mm^2
	S_q zijden	0,00	N/mm^2

Spanningen in omtrek t.g.v. uitvoerings- of ligger model zetting en/of buigstraal (leiding onder druk)				
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times bf \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / EI_w))$		punt A		
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00		voor indirect over te dragen belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$				
	S_q bodem	0,00	N/mm^2	
	S_q top	0,00	N/mm^2	
	S_q zijden	0,00	N/mm^2	

Deflectie (leiding drukloos)			
$d_y = ((k_y * (Q-0.096*Q_{n,h})*rg^3) / (E*I_w)$	2,42	mm	
	0,97	% Do	
Toelaatbaar	37,50	mm	15,00 % Do

TOETSINGEN

Belastingcombinatie BC2, alleen inwendige druk		
Maximum van ontwerp en incidentele overdruk		
S_p	**0,00**	N/mm^2
	0	% toetswaarde

Belastingcombinatie BC3, uitwendige belastingen, drukloos					
		bodem	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	+/-	0,69	0,44	0,45	N/mm^2
S_q Steundruk	-/+	-0,09	-0,09	-0,09	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	+/-	0,79	0,50	0,51	N/mm^2
Sl Zetting liggermodel	+/-	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r Vertikale gronddruk buigstraal	+/-	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_y totaal (omtreksrichting, max)		1,39	0,85	0,87	N/mm^2
S_y totaal (omtreksrichting, min)		-1,39	-0,85	-0,87	N/mm^2
S_{pl} Inwendige druk		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
Sl Zetting liggermodel		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_t temperatuur		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} buigstraal		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_x totaal (langsrichting)		0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_v = \mathrm{sqrt}(S_x^2+S_y,max^2-S_x*S_y,max)$		1,39	0,85	0,87	N/mm^2
$S_v = \mathrm{sqrt}(S_x^2+S_y,min^2-S_x*S_y,min)$		1,39	0,85	0,87	N/mm^2
S_v maatgevend		**1,39**	**0,85**	**0,87**	N/mm^2
		9	5	6	% toetswaarde

Belastingcombinatie BC4 niet van toepassing voor een mantelbuis					
		bodem	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk					N/mm^2
S_q Grondbelasting	+/-				N/mm^2
S_q Steundruk	-/+				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	+/-				N/mm^2
Sl Zetting liggermodel	+/-				N/mm^2
S_r Vertikale gronddruk buigstraal	+/-				N/mm^2
S_y totaal (omtreksrichting, max)					N/mm^2
S_y totaal (omtreksrichting, min)					N/mm^2
S_{pl} Inwendige druk					N/mm^2
Sl Zetting liggermodel					N/mm^2
S_t temperatuur					N/mm^2
S_{rl} bochtstraal					N/mm^2
S_x totaal (langsrichting)					N/mm^2
$S_v = \mathrm{sqrt}(S_x^2+S_y,max^2-S_x*S_y,max)$					N/mm^2
$S_v = \mathrm{sqrt}(S_x^2+S_y,min^2-S_x*S_y,min)$					N/mm^2
S_v maatgevend					N/mm^2
					% toetswaarde

4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens		
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	R_m, toel	8 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk		
$S_p = p_d * (re^2+ri^2)/(re^2-ri^2)$	S_p	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk		
Spl	S_{pl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)		
	Qgrond	2,14 kN/m^1 buis
Sq = K x (Qgrond +Qeg +Qvu -Qop) x rg / Ww		
	S_q bodem	0,66 N/mm^2
	S_q top	0,42 N/mm^2
	S_q zijden	-0,43 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)			
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times rg^3 \times k_y) / E'I_w))$			
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00	voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$	S_q bodem	0,66 N/mm^2	
	S_q top	0,42 N/mm^2	
	S_q zijden	-0,43 N/mm^2	

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)		
	Qh,grond	0,46 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	-0,09 N/mm^2
	S_q top	-0,09 N/mm^2
	S_q zijden	0,09 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)		
	Qh,grond	0,00 kN/m^1 buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)		
Stootcoëfficiënt	S	1
Verkeersbelasting	P_v	7,50 kN/m^2
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	Q_v	1,88 kN/m^1 buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,58 N/mm^2
	S_q top	0,37 N/mm^2
	S_q zijden	-0,38 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)		
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,58 N/mm^2
	S_q top	0,58 N/mm^2
	S_q zijden	0,58 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil		
$S_t = \alpha_g * d_t * f * E'$		
	S_t	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de vertikale bochtstraal		
λ^2	1,38962E-05	
$M = 0.322 * K * (E'I/R) * \lambda^2 * r_g$		
$S_p = f * M / W_w$	S_r bodem	0,00 N/mm^2
	S_r top	0,00 N/mm^2
	S_r zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. vertikale bochtstraal		
$S_{rl} = (E' * D) / (2 * R_v)$	nvt	
	S_{rl}	0,00 N/mm^2

Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting		
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)		
	S_l bodem	0,00 N/mm^2
	S_l top	0,00 N/mm^2
	S_l zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)		
Indirect over te dragen bovenbelasting		
	Q	0,00 N/mm^1
$S = K * Q * r_g / W_w$		
	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Spanningen in omtrekrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)		
$f_{rr} = 1/(1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E'I_w))$		
Reroundingeffect	f_{rr}	1,00
$S_q = S_q \times f_{rr}$		
	S_q bodem	0,00 N/mm^2
	S_q top	0,00 N/mm^2
	S_q zijden	0,00 N/mm^2

Deflectie (leiding drukloos)			
Toelaatbare deflectie			
d_toel = 0.08*S*De		20,0 mm	
		8,0 % van De	
Deflectie			
d = D ((0.113*Q-0.096*0.866*Qn,h+0.071*Qindir)*rg^3) / (E' x Iw +0.061kh x rg^4)			
Deflectionlag factor		1	IOWA toegepast
kh reken		0	
d =		2,1 mm	
		0,8 % van De	

Minimale ringstijfheid		
SN = E x Iw / Dg^3	24,90 kN/m2	voldoet > 0,5

Implosie			
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1,90	N/mm^2
		18,97	bar
		189,72	m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0,24	N/mm^2
		2,37	bar
		23,72	m waterkolom

TOETSINGEN

Spanningen drukloos				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_q Grondbelasting	0,66	0,42	0,43	N/mm^2
S_q Steundruk	-0,09	-0,09	-0,09	N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting	0,58	0,37	0,38	N/mm^2
S_q Zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_y max$	1,16	0,70	0,72	N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_l zetting	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{b;x}$	0,00	0,00	0,00	N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur	0,00	0,00	0,00	N/mm^2

Toetsing spanningen				
Toetsing	*bodem*	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$	**0,00**	**0,00**	**0,00**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	0	0	0	% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$	**0,75**	**0,45**	**0,47**	N/mm^2
R_m,toel	8,00	8,00	8,00	N/mm^2
% R_m,toel	9	6	6	% < 100%

Deflectie	
Deflectie	0,8 % van uitwendige diameter

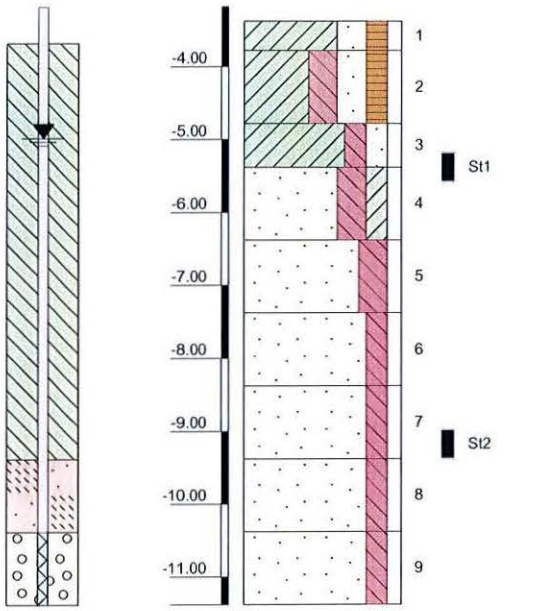
Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis				
Spanningen in omtreksrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_p Inwendige druk				N/mm^2
S_q Grondbelasting				N/mm^2
S_q Steundruk				N/mm^2
S_{ver} Verkeersbelasting				N/mm^2
S_q zetting				N/mm^2
S_r elastische vertikale bochtstraal				N/mm^2
$S_y max$				N/mm^2
Spanningen in langsrichting	*bodem*	*top*	*zijden*	
S_{pl} Inwendige druk				N/mm^2
S_l zetting				N/mm^2
S_{rl} elastische verticale bochtstraal				N/mm^2
$S_{b;x}$				N/mm^2
$S_{T;x}$ temperatuur				N/mm^2

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
	bodem	*top*	*zijden*	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%
$S_y = S_p + a * (S_y max + i_y * S_{b;x})$				N/mm^2
R_m,toel				N/mm^2
% R_m,toel				% < 100%

4.5 Grondonderzoek

Boring: B106

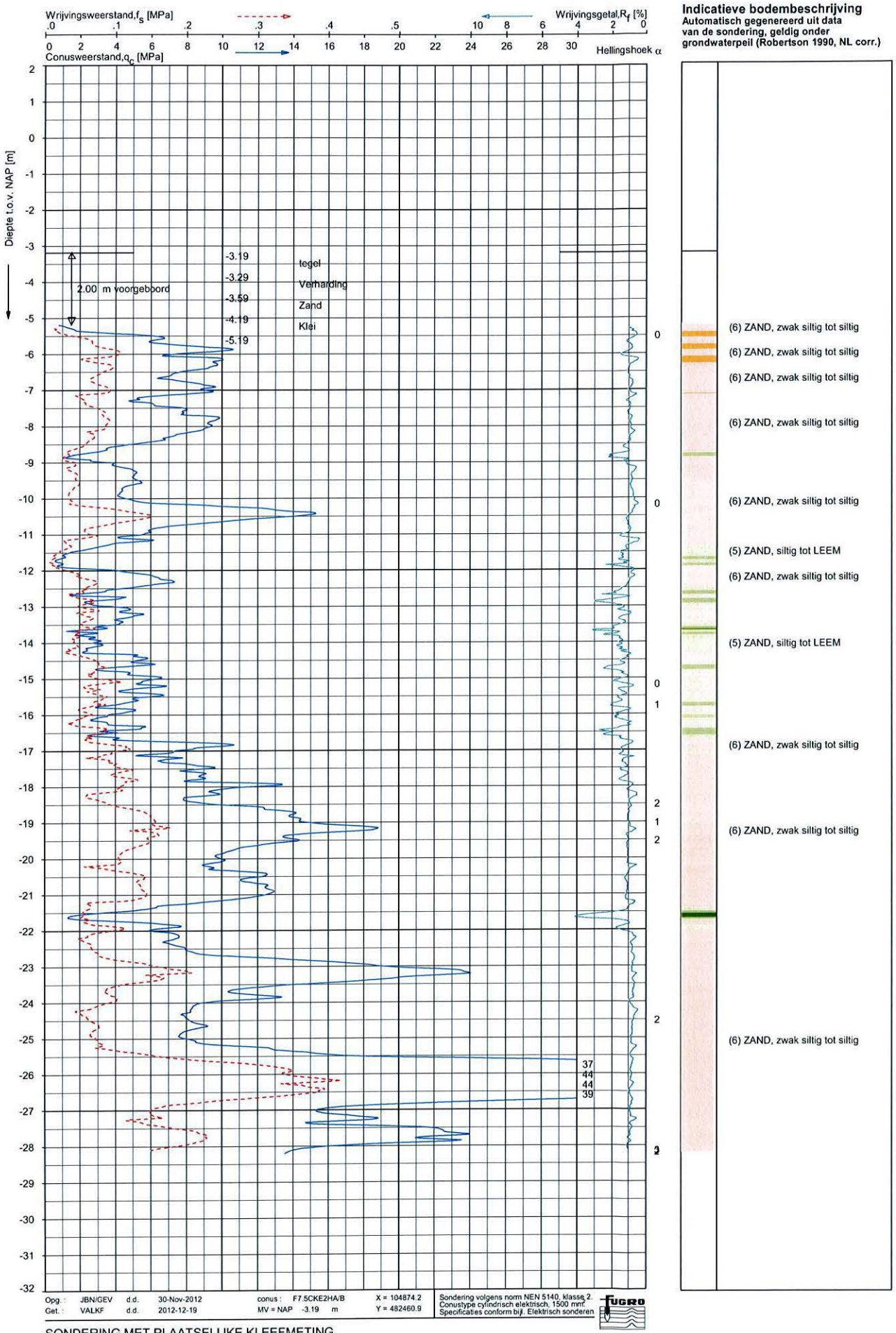
Veldclassificatie



Bodembeschrijving volgens NEN 5104
-3.38 tot -3.78 Klei, matig humeus, sterk zandig, matig stevig bruin
-3.78 tot -4.78 Klei, sterk siltig, sterk zandig, matig humeus, matig slap geel
-4.78 tot -5.38 Klei, matig siltig, matig zandig, matig stevig grijs
-5.38 tot -6.38 Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig kleiig geel
-6.38 tot -7.38 Zand, matig fijn, sterk siltig geel
-7.38 tot -8.38 Zand, matig fijn, matig siltig grijs
-8.38 tot -9.38 Zand, matig fijn, matig siltig grijs
-9.38 tot -10.38 Zand, matig fijn, matig siltig grijs
-10.38 tot -11.38 Zand, matig fijn, matig siltig grijs

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -3.38	Boorvloeistof:	
X: 104848.304	GWS (m tov NAP):	bk PB1 (m tov NAP): -3.18	WS PB1 (m tov NAP): -4.98	Datum uitvoering: 10-12-2012
Y: 482427.198	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: ahd
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: ahd



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: JBN/GEV d.d. 30-Nov-2012
Get.: VALKF d.d. 2012-12-19
conus: F7.5CKE2HA/B
MV = NAP -3.19 m
X = 104874.2
Y = 482460.9
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

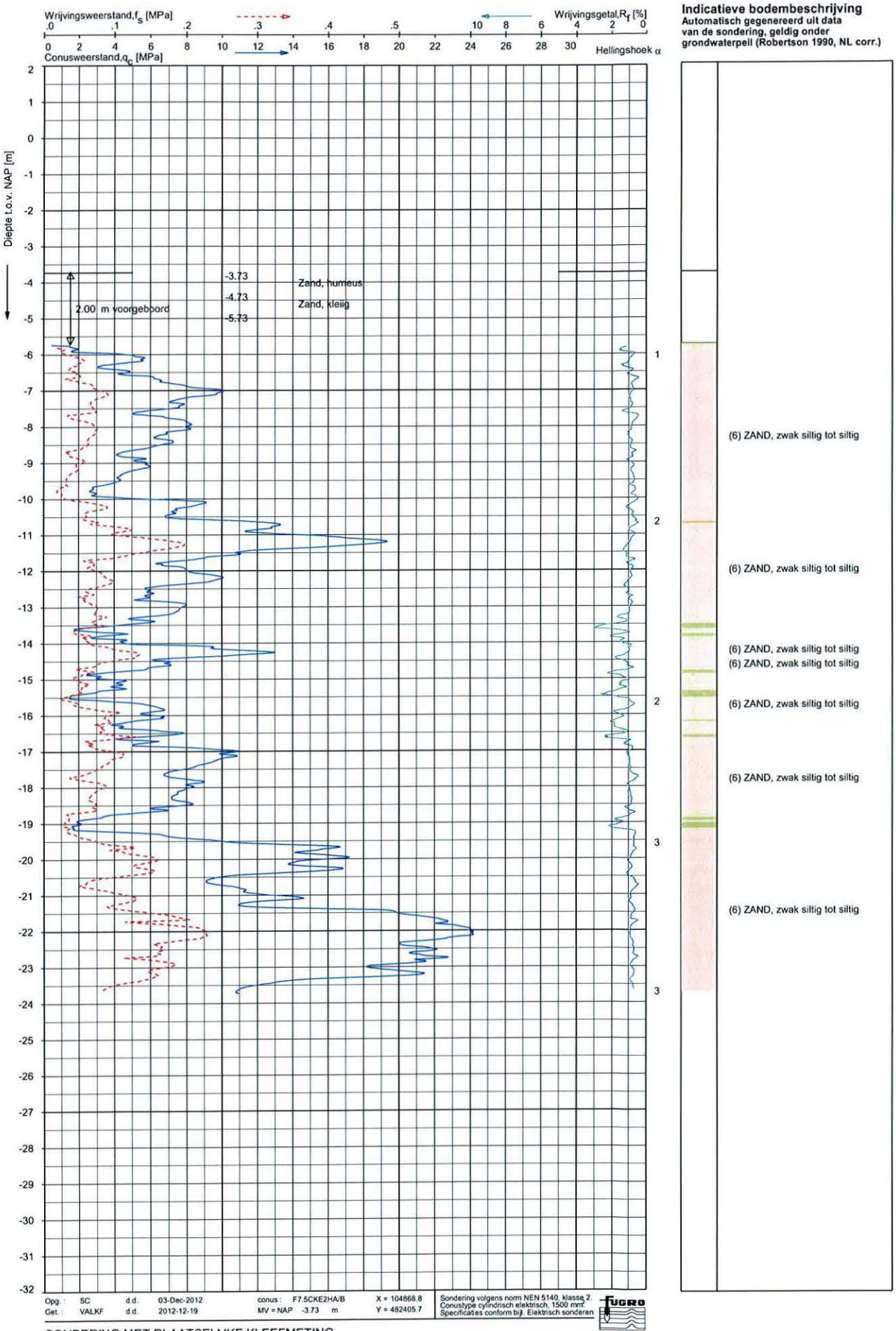
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1021

UNIPLOT 05.20.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2012-12-19 14:57:21

1010-0117-003

DKM1021 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.:	SC	d.d.	03-Dec-2012	conus:	F7.5CKE2HA/B	X = 104868.8
Get.:	VALKF	d.d.	2012-12-19	MV = NAP	-3.73 m	Y = 482405.7

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

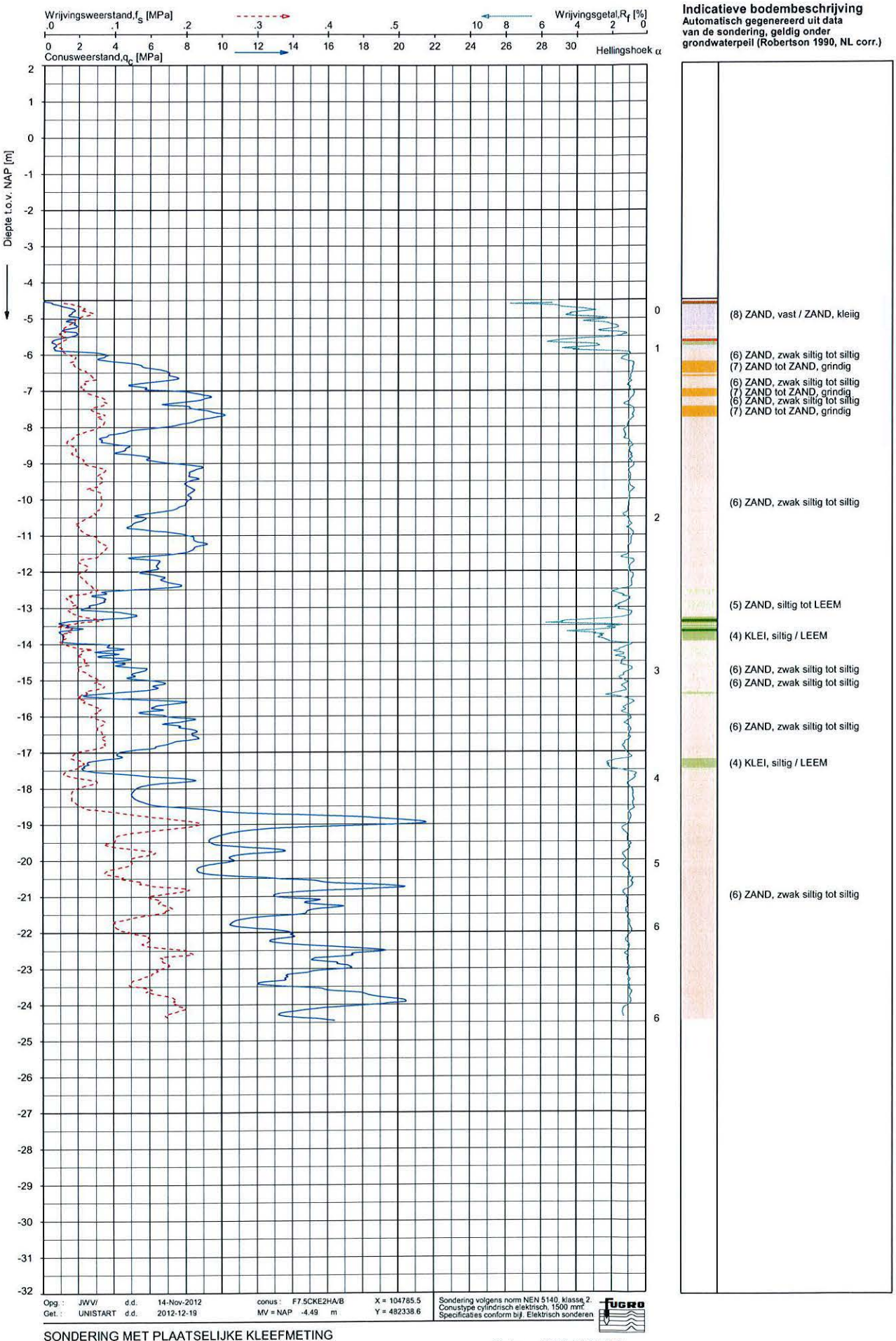
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1022

UNIPLOT 05.20.nl / QeFsClass-N3.cmd / 2012-12-19 14:57:23

1010-0117-003

DKM1022 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: JWV/ d.d. 14-Nov-2012
Get.: UNISTART d.d. 2012-12-19

conus: F7.5CKE2HA/B
MV = NAP -4.49 m

X = 104785.5
Y = 482338.6

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

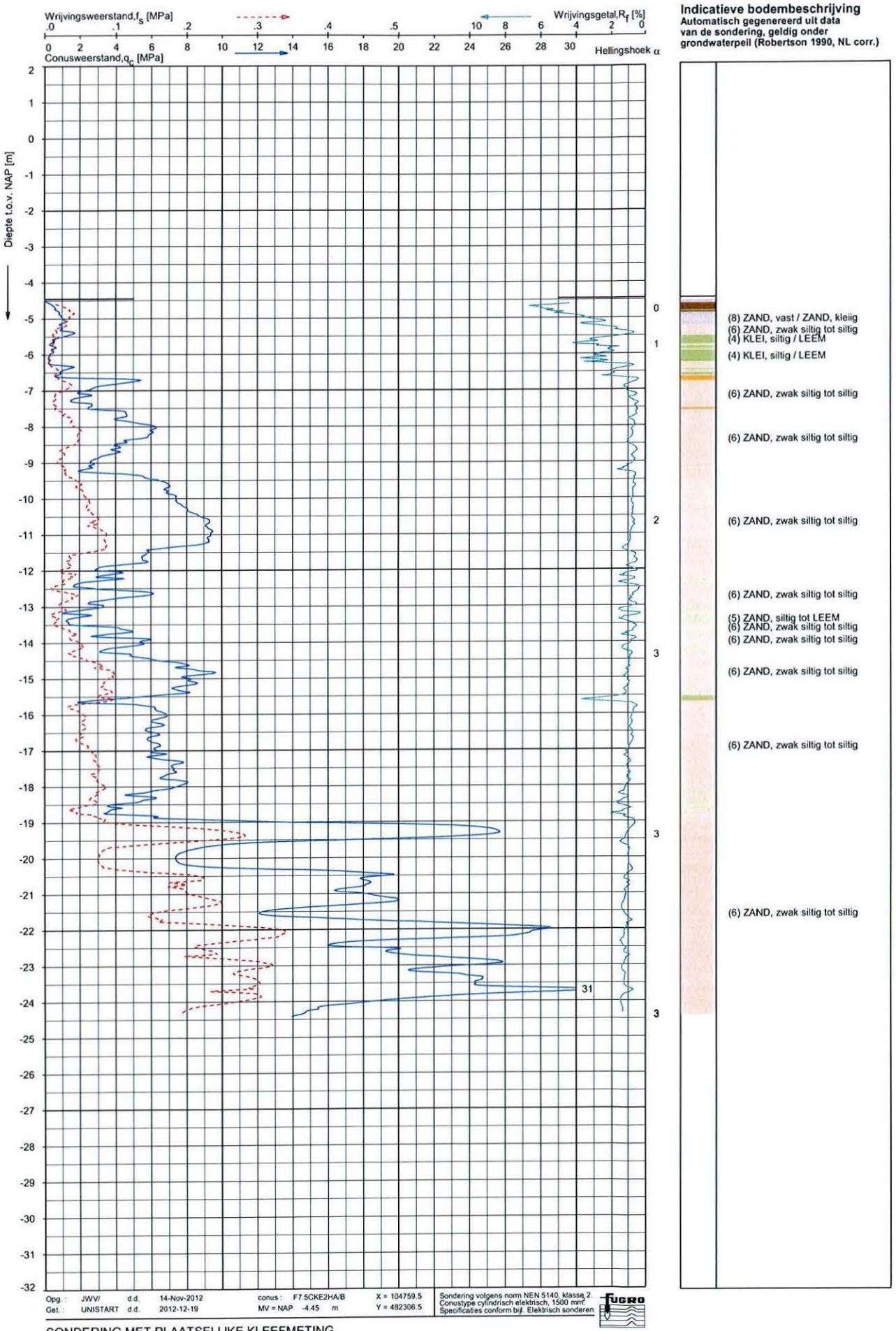
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1024

UNPLOT 05.20.n1 / QcFsClass-N3.cmd / 2012-12-19 14:57:26

1010-0117-003

DKM1024 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: JWV/ d.d. 14-Nov-2012
Get.: UNISTART d.d. 2012-12-19
conus: F7.5CKE2HA/B
MV = NAP -4.45 m
X = 104759.5
Y = 482306.5
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm².
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

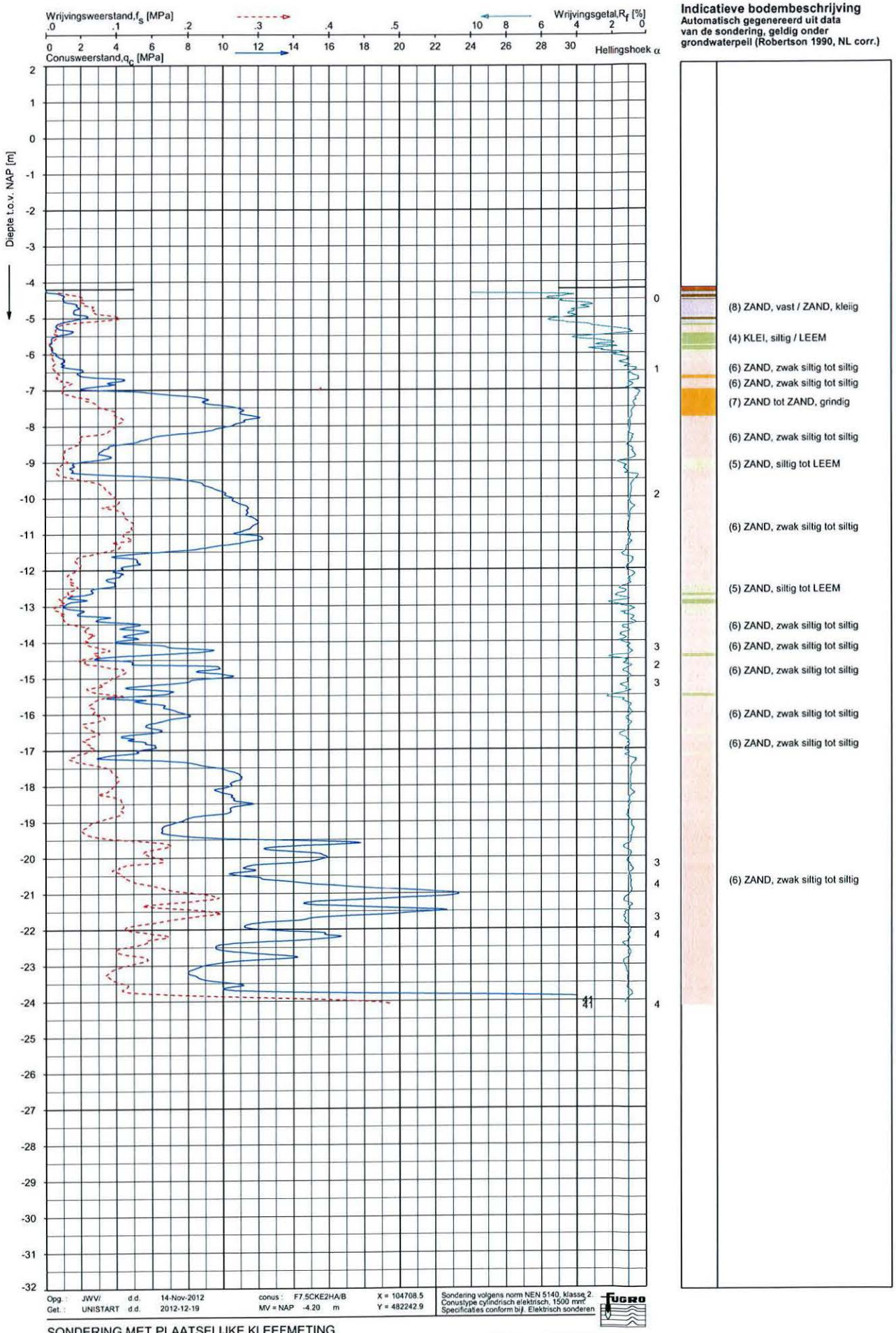
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1025

UNIPLOT 05.20/ni / QcFsClass-N3.cmd / 2012-12-19 14:57:29

1010-0117-003

DKM1025 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

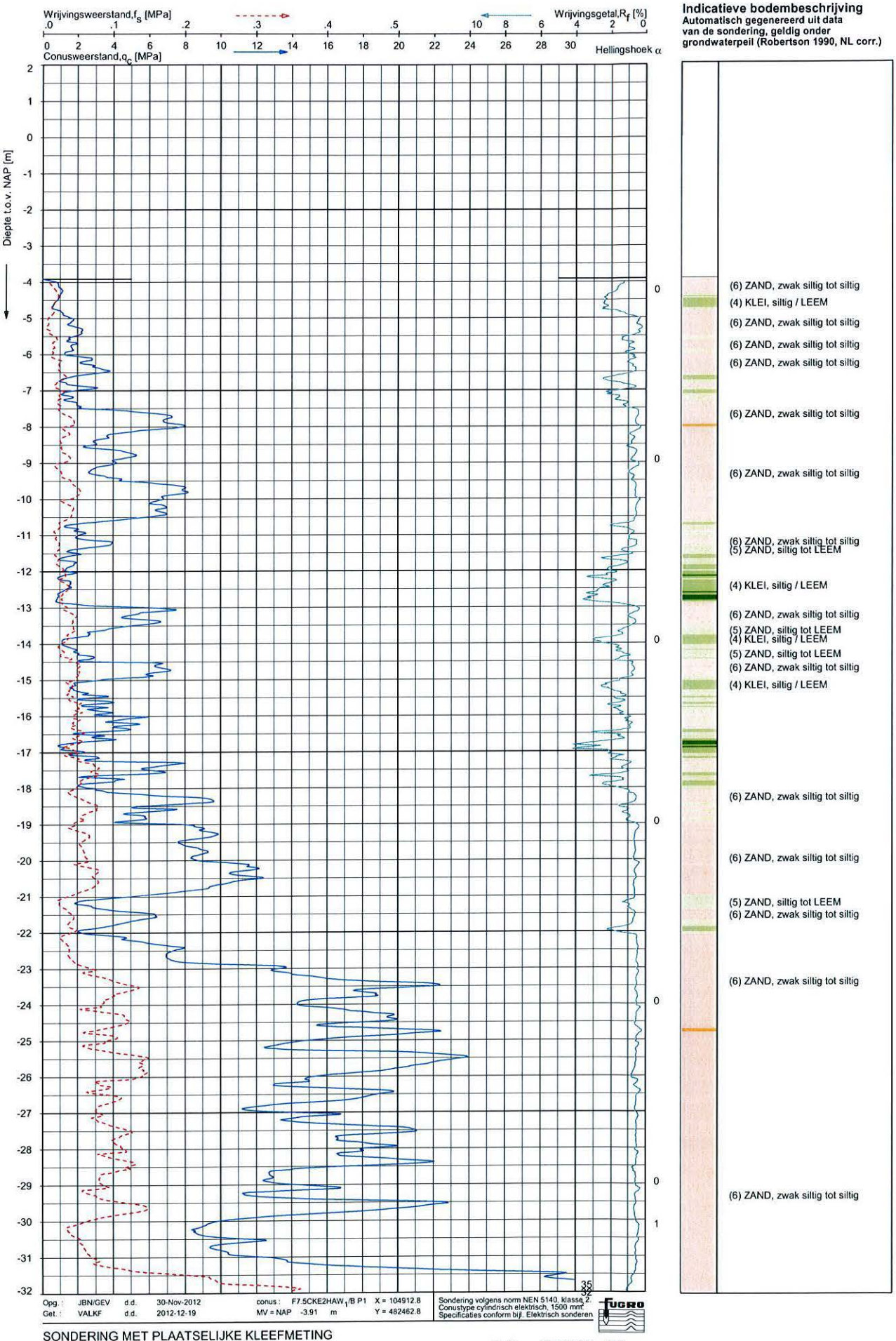
(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM1027

UNIPLOT 05.20.nl / QeFsClass-N3.cmd / 2012-12-19 14:57:31



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

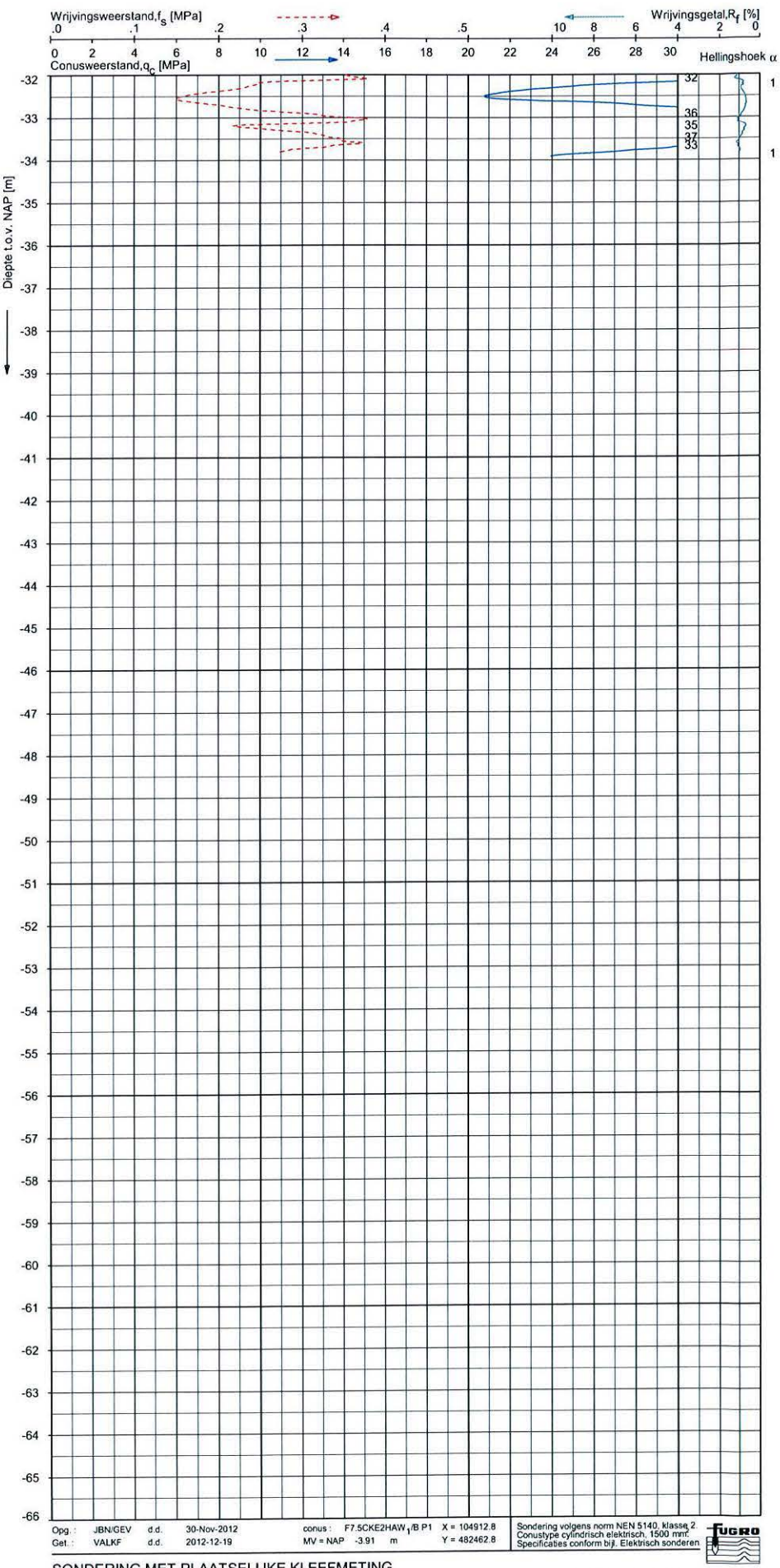
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1020

UNIPLOT 05.20.n / QcFsClass-N3.cmd / 2012-12-19 15:08:00

1010-0117-003

DKMP1020 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: JBN/GEV d.d. 30-Nov-2012
Get.: VALKF d.d. 2012-12-19

conus: F7.5CKE2HAW1/B P1 X = 104912.8
MV = NAP -3.91 m Y = 482462.8

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm²
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

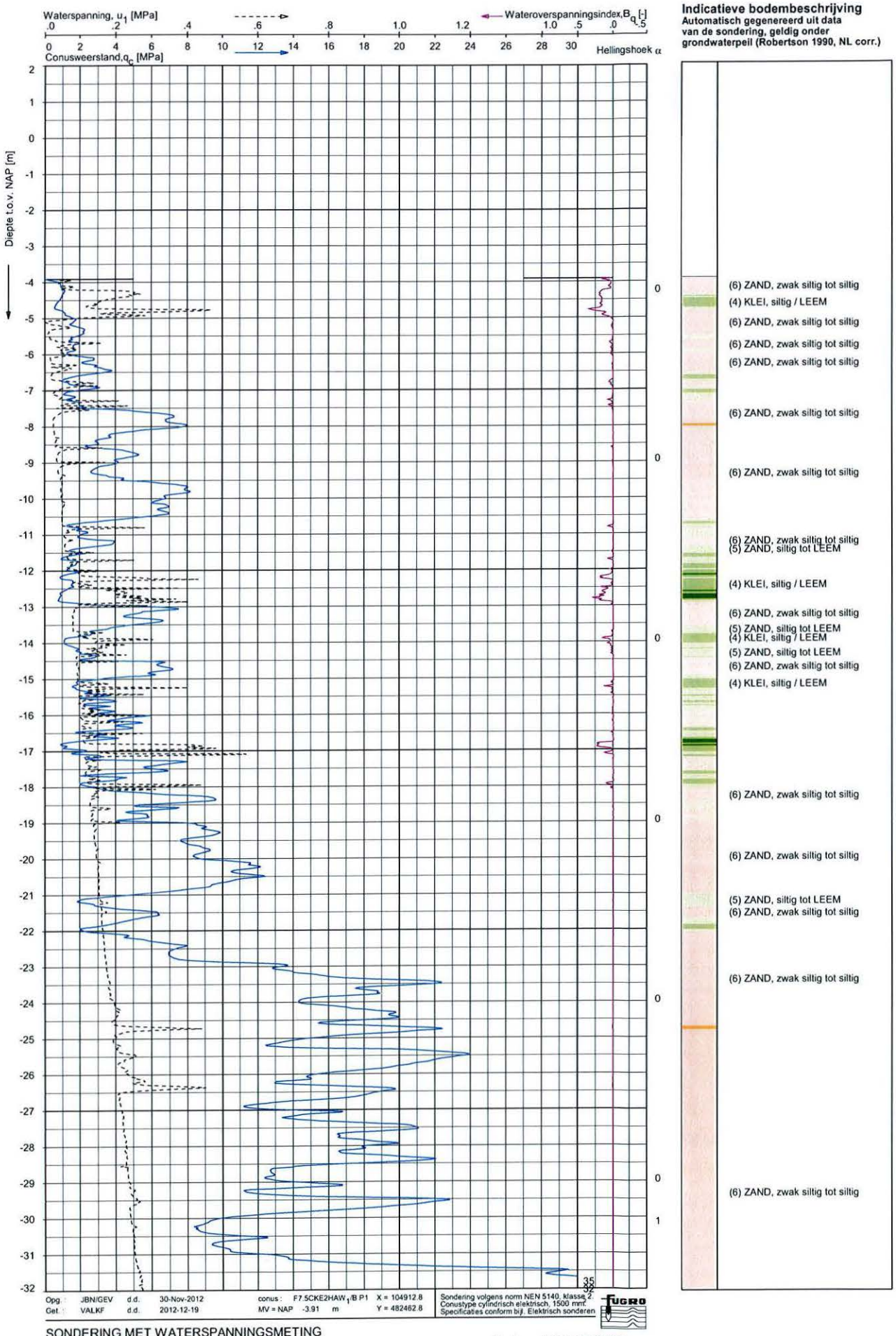
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1020

UNIPLOT 05.20.nl / Qc5Class-N3.cmd / 2012-12-19 15:08:00

1010-0117-003

DKMP1020 - 2



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(4) KLEI, siltig / LEEM
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(4) KLEI, siltig / LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(5) ZAND, siltig tot LEEM
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

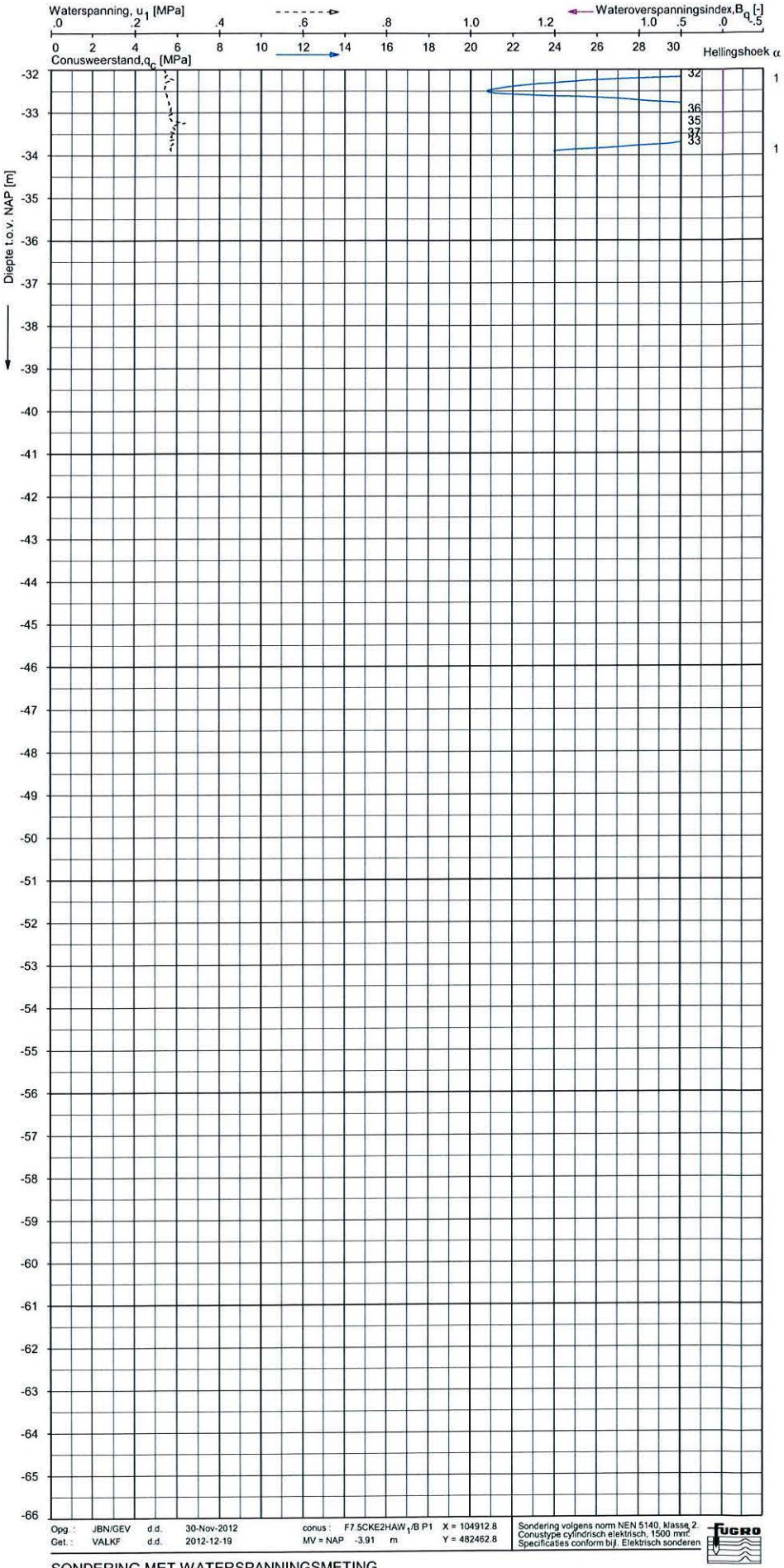
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1020

UNIPLOT 05.20.nl / QcUTClass-N3.cmd / 2012-12-19 15:08:49

1010-0117-003

DKMP1020 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: JBN/GEV d.d. 30-Nov-2012
Get.: VALKF d.d. 2012-12-19
conus: F7.5CKE2HAW1/B P1 X = 104912.8
MV = NAP -3.91 m Y = 482462.8
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm².
Specificaties conform blj. Elektrisch sonderen

FUGRO

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

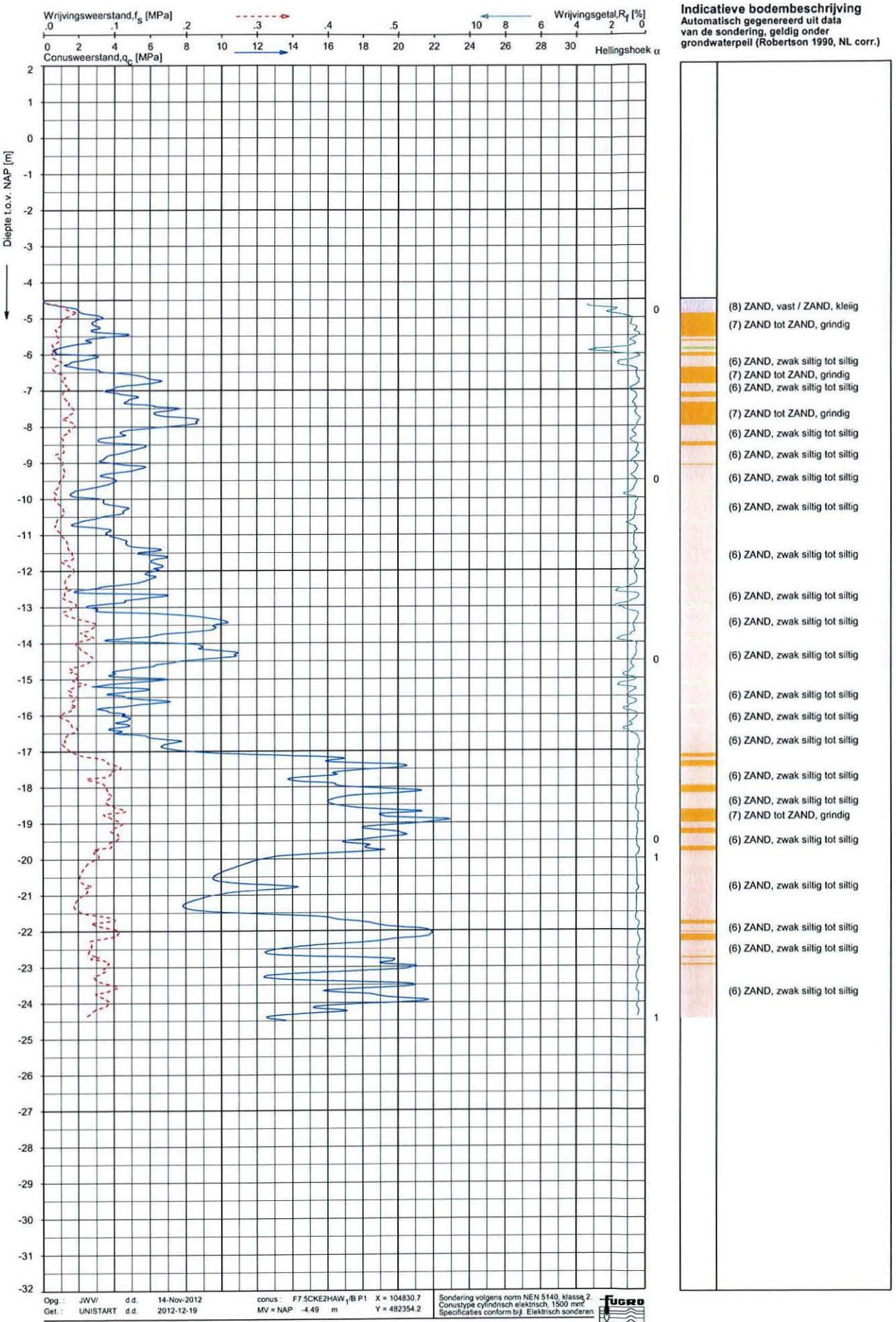
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1020

UNIPLOT 05.20.nl / GeoUTClass-N3.cmd / 2012-12-19 15:08:50

1010-0117-003

DKMP1020 - 2



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(7) ZAND tot ZAND, grindig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: JWV/ d.d. 14-Nov-2012
Get.: UNISTART d.d. 2012-12-19

conus: F7.5CKE2HAW1/B.P1 X = 104830.7
MV = NAP -4.49 m Y = 482354.2

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
Conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm²
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

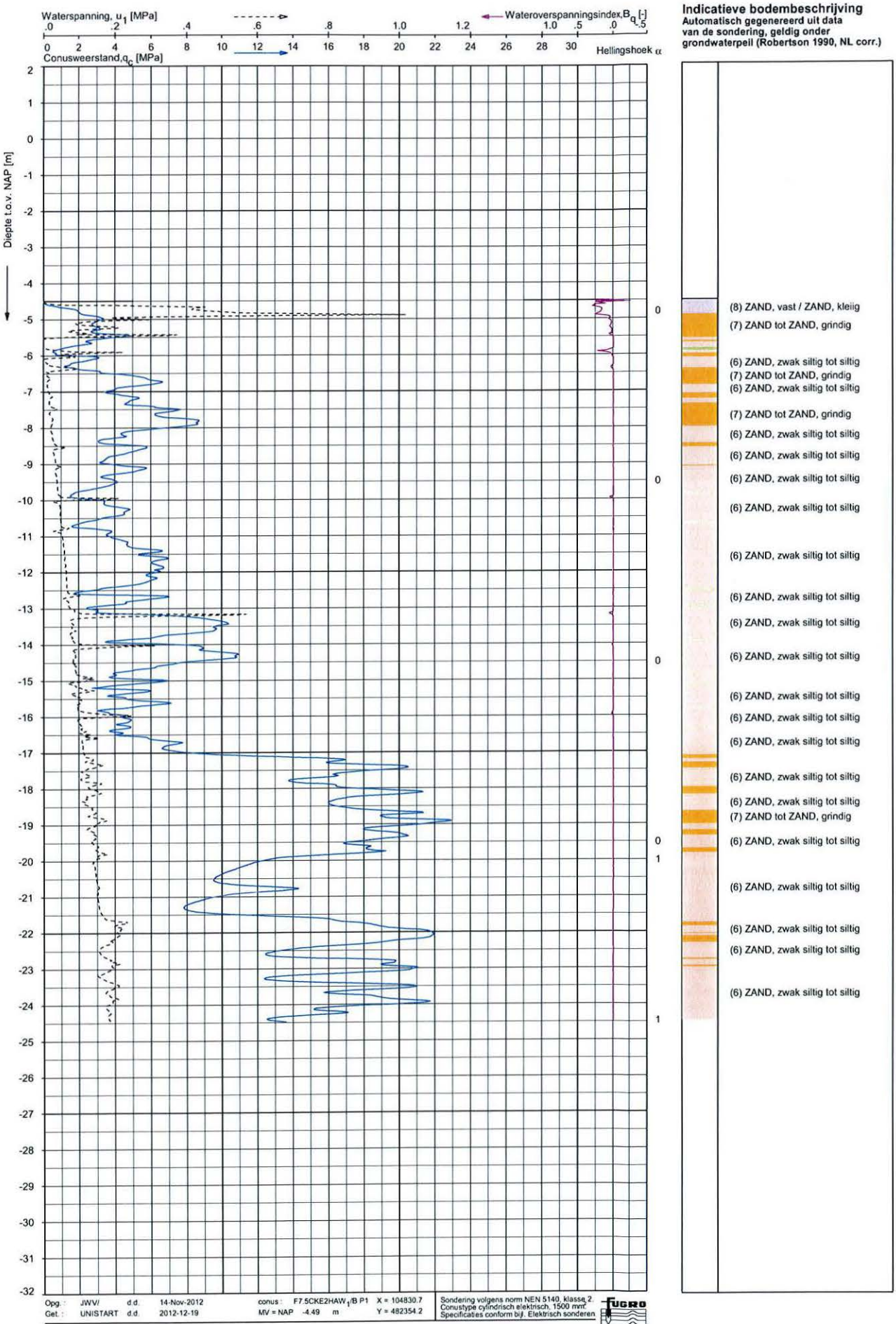
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1023

UNIPLOT 05.20.nl / QcF-sClass-N3.cmd / 2012-12-19 15:08:03

1010-0117-003

DKMP1023 -1

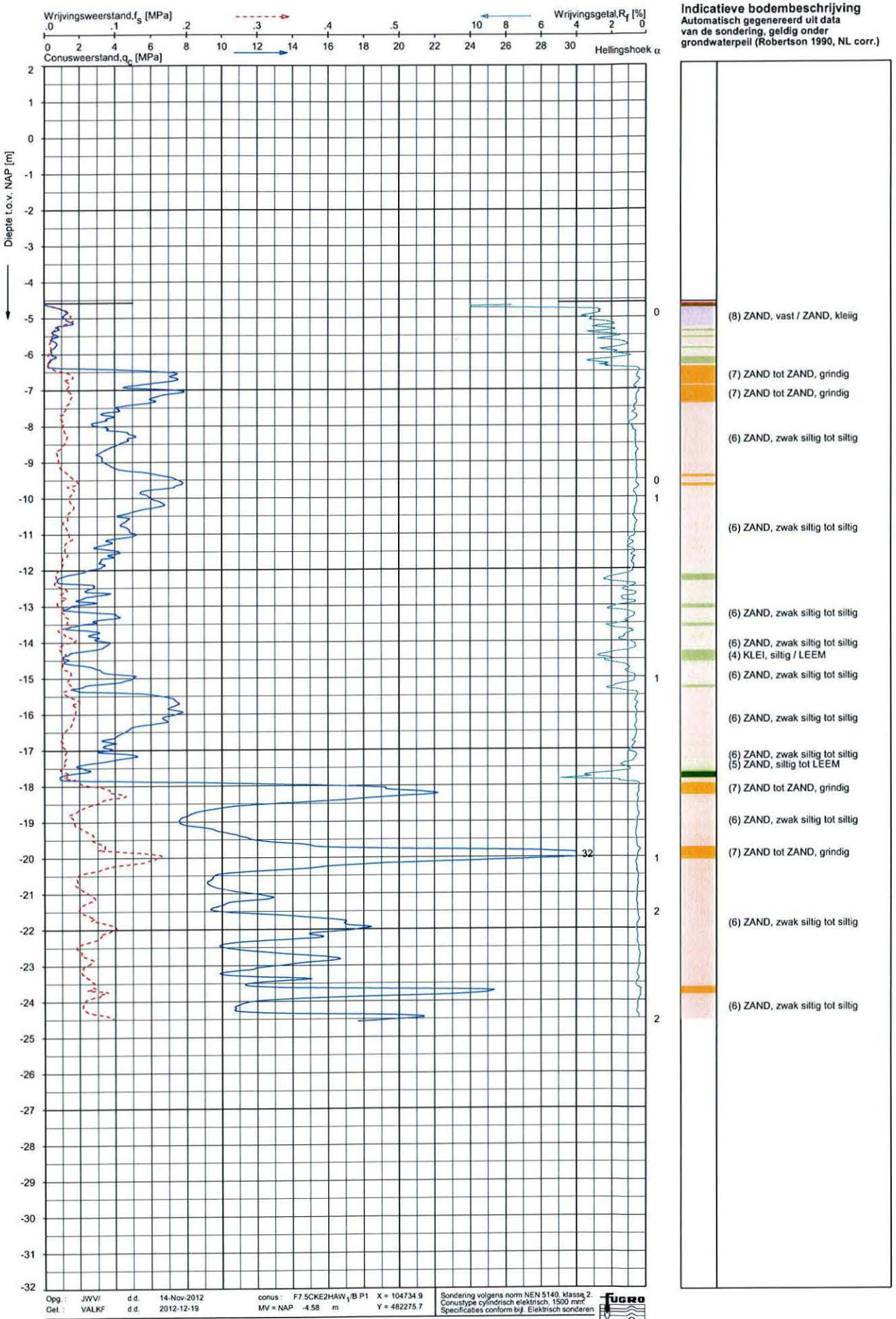


SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1023

UNIPLOT 05.20-ni / QcU1Class-N3.cmd / 2012-12-19 15:08:52



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

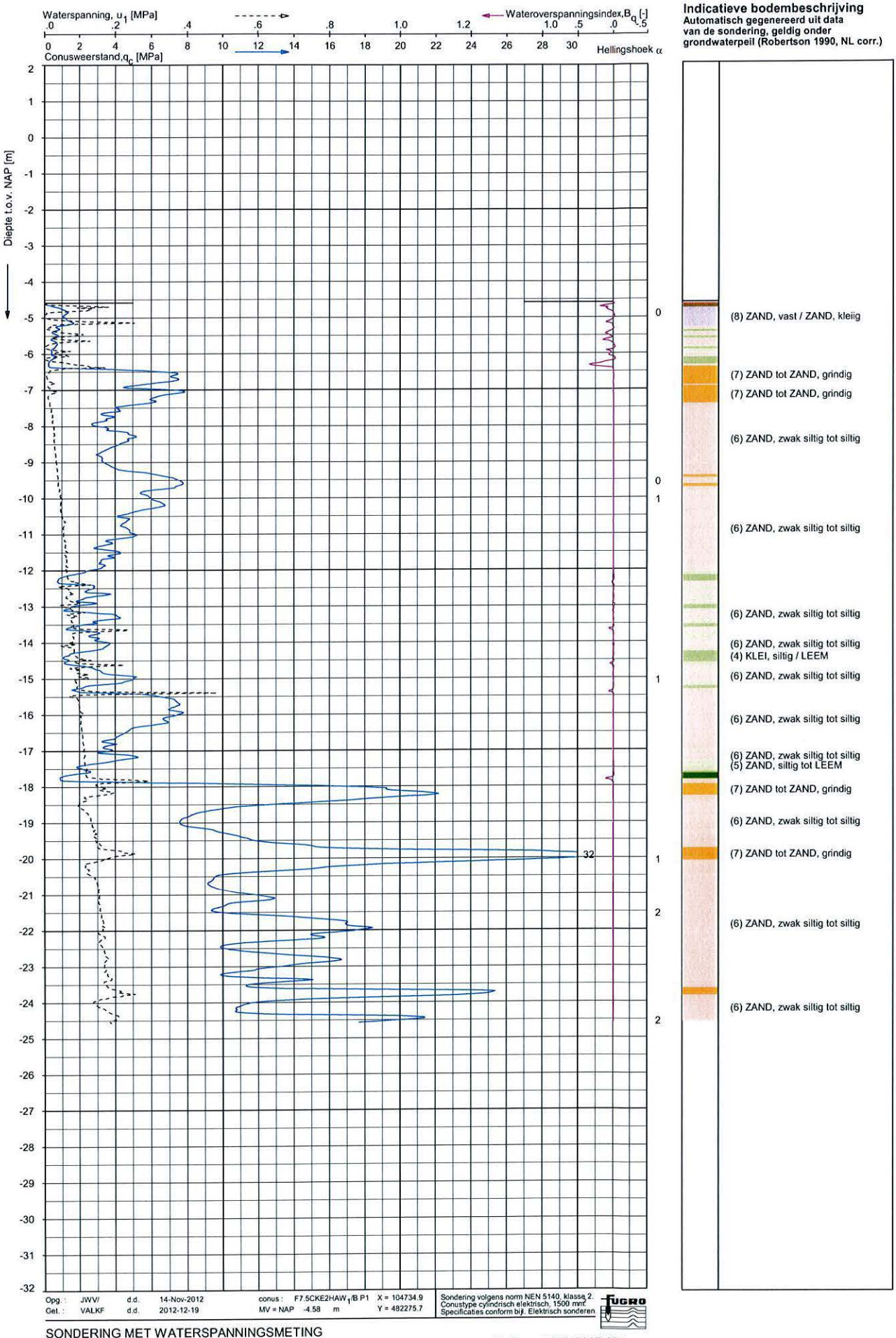
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1026

UNIPLOT 05.20.n / QcFsClass-N3.cmd / 2012-12-19 15:08:06

1010-0117-003

DKMP1026 -1



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1026

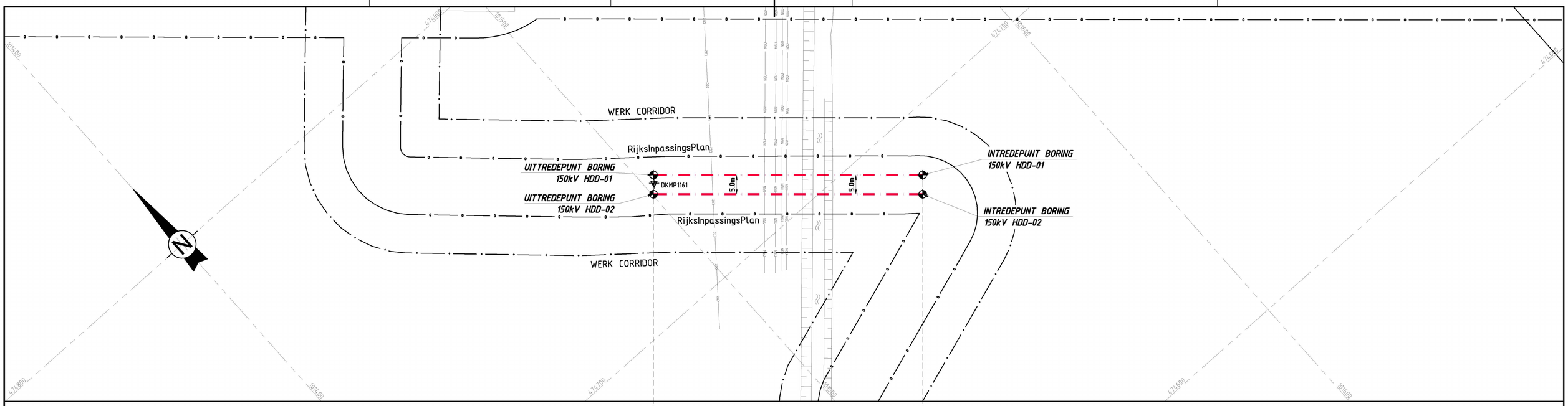
UNIPLOT 05.20.nl / QcUTClass-N3.cmd / 2012-12-19 15:08:55

1010-0117-003

DKMP1026 -1

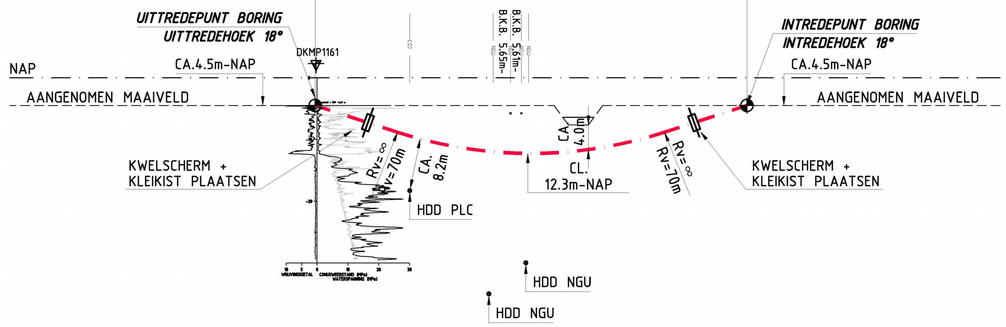
Bijlage 14

Algemeen plan HDD's langs N207

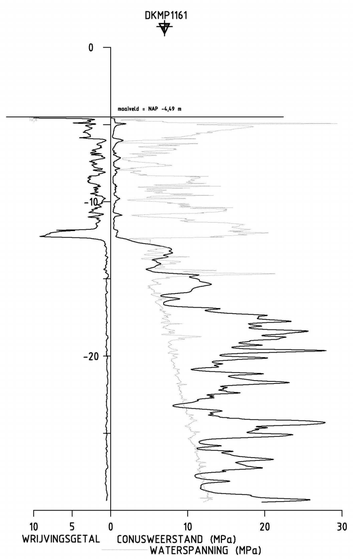


SITUATIE
SCHAAL 1 : 500

HORIZONTAAL GESTUURDE BORING
[150kV HDD-01&HDD-02] - TE INSTALLEREN
4x Ø200mm PE100 SDR11
LENGTE CA. 70.0m
[ONTWIKKELDE LENGTE CA. 72m]

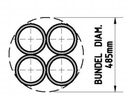


LANGSDOORSNEDE HDD'S 150kV TRACE
SCHAAL 1 : 500



SONDERINGEN
SCHAAL 1 : 200

TE INSTALLEREN (150kV)
PER BORING
4x Ø200 PE100 SDR11
2x UITVOEREN



DOORSNEDE HDD'S 150kV TRACE
SCHAAL 1 : 20

COORDINATENLIJST OP BASIS VAN RD		
PUNT OMSCHRIJVING	X	Y
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	101556.03	474685.77
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-01	101503.65	474732.22
INTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	101552.71	474682.03
UITTREDEPUNT BORING 150kV HDD-02	101500.34	474728.48

OPMERKINGEN:
-SITUATIE ONTVANGEN VAN OPDRACHTGEVER
-BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN INGETEKEND A.D.H.V. KLIC GEGEVENS
-GRONDONDERZOEK AFKOMSTIG VAN FUGRO RAPPORT (OPDR.NR.1010-017-003)
-DIEPTE LIGGING PIPELINE CONTROL LEIDINGEN ONTVANGEN VAN PIPELINE CONTROL
-DIEPTE LIGGING NGU LEIDINGEN AFKOMSTIG UIT NGU TEKENINGEN W-532-17-KR-006-A11, W-532-17-KR-006-B11, W-532-09-KR-004-A11 EN W-532-09-KR-004-B11
-DIEPTE WATERGANGEN GENOMEN VAN LEGGER HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND.

-EXACTE LIGGING BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN VOOR AANVANG WERKZAAMHEDEN NADER TE BEPALEN EN INDIEN NODIG TIJDELIJK OMLEGGEN OF BOORPROFIEL HIEROP AAN TE PASSEN.

Wijz.	Datum	Omschrijving	Get.	Gez.
2.0	15-11-13	OPMERKINGEN RFA/RFC VERWERKT	SMA	JRH
1.0	02-08-13	DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH
0.1	17-07-13	CONCEPT DEFINITIEF ONTWERP	SMA	JRH

VolkerInfra Randstad 380 | TenneT Taking power further

Volker Staal en Funderingen bv
Quarantaineweg 10
3089 KP Rotterdam
Postbus 54548
3008 KA Rotterdam
Telefoon 010-2992288
Telefax 010-2992277
Handelsreg. Rotterdam 24229578

OPDRACHTGEVER : TENNET

PROJECT : RANDSTAD NOORD
380kV & 150kV

RENAMING :

ALGEMEEN PLAN
150kV TRACE
HDD'S LANGS N207

Bijz. : –
Schaal : 1 : 500
Datum : 17-07-13
Get. : SMA
Gez. : JRH
Formaat : A1

Tekening Nr. : VIR-0.000.509
Referentie Nr. : TP13141-K-X-09
WIJZ. : 2.0