

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Prorail
Randstad Zuid
T.a.v. dhr. J. Boode
Delftseplein 27J
3013 AA ROTTERDAM

DATUM 5 mei 2014
ONZE REFERENTIE 000.007.40 0243361
BEHANDELD DOOR Wenda van Dijk
TELEFOON DIRECT 026 373 29 75
E-MAIL Wenda.van.Dijk@tennet.eu
AANTAL BIJLAGEN 7

BETREFT Aanvraag vergunning Spoorwegwet Randstad 380kV Noordring - kruising HSL Hoogmade met 150kV kabel

Geachte heer Boode,

Hierbij ontvangt u een aanvraag om vergunning in het kader van artikel 19 lid 1 Spoorwegwet ten behoeve van de realisatie van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen).

Om de realisatie van deze hoogspanningsverbinding mogelijk te maken, is het noodzakelijk om de spoorlijn HSL bij knooppunt Hoogmade / Leiderdorp te kruisen met een ondergrondse 150kV kabel, welke zal worden aangelegd middels een HDD boring.

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag ingevolge artikel 2.1 en 2.2 de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht is op grond van artikel 20c 2 Elektriciteitswet door de minister bepaald dat omwille van stroomlijning en versnelling de rijkscoördinatieregeling uit de Wet op de 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. 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.
2. In reactie op deze kopie van de aanvraag zal de minister u per brief melden wanneer van u verwacht wordt een ontwerp besluit gereed te hebben.
3. Wij verzoeken u om het ontwerpbesluit en later ook het definitieve besluit aan de minister van Economische Zaken te verzenden. Deze zal het besluit aan TenneT verzenden.

De volgende bijlagen maken onderdeel uit van deze aanvraag:

0. Aanvraagformulier
1. Tracékaart Randstad 380kV (Zuidelijke ringvaart-Bleiswijk)
2. Situatiekaart met kadastrale aanduiding
3. Overzichtstekening
4. Situatietekening met gegevens basisbeheerkaart
5. Boorplan HDD boring 150kV kabel
6. Boortekeningen HDD boring 150kV kabel
7. Rapportage EMC beïnvloeding

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

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.



J. (Jaap) ter Haar
Clustermanager

Overzicht bijlagen

#	Bijlage	kenmerk	Datum
0	Aanvraagformulier	-	
1	Tracékaart Randstad 380 kV (Vijfhuizen – Zuidelijke Ringvaart)	VKT 5.0	12-02-2014
2	Situatietekening met kadastrale aanduiding	PRR-SWV3 Hoogmade 150kV, versie VKT5.0	30-04-2014
3	Definitief ontwerp, overzichtstekening mast 147-143	R3N-TEK-0006 rev9	24-4-2014
4	Situatietekening inclusief gegevens basisbeheerkaart	R3N-TEK-0107 wijz02	04-04-2014
5	Boorplan HDD0.1 A4/HSL/De Does	R3N-OWR-0020 rev3	11-11-2013
6	Definitief ontwerp kabeltrace ondergronds a. HDD0.1A locatie A4/HSL/Does b. HDD0.1B locatie A4/HSL/Does	R3N-TEK-0047 R3N-TEK-0074	29-10-2013 29-10-2013
7	Rapportage EMC beïnvloedingen	TE121000-R08 AM versie 1.2	13-02-2014

Inhoudsopgave

0	Aanvraagformulier
Bijlage 1	Tracékaart Randstad 380 kV (Vijfhuizen – Zuidelijke Ringvaart) VKT 5.0
Bijlage 2	Situatietekening met kadastrale aanduiding PRR-SWV3 Hoogmade 150kV, versie VKT 5.0
Bijlage 3	Definitief ontwerp, overzichtstekening mast 147-143 R3N-TEK-0006 rev9
Bijlage 4	Situatietekening inclusief gegevens basisbeheerkaart R3N-TEK-0107 wijz02
Bijlage 5	Boorplan HDD0.1 A4/HSL/De Does R3N-OWR-0020 rev3
Bijlage 6	Definitief ontwerp kabeltrace ondergronds a. HDDO.IA locatie A4/HSL/Does R3N-TEK-0047 b. HDDO.IB locatie A4/HSL/Does R3N-TEK-0074
Bijlage 7	Rapportage EMC beïnvloedingen Vervanging - nieuwe versie - TE121000-R08 AM versie 1.4
Bijlage 8	Aanvulling Notitie Mogelijke maatregelen in verband met beïnvloeding ProRail TE121000-B05 AM
Bijlage 9	Aanvulling Notitie Interferentie spoorlijnen door Noordring TE121000-N21

VERGUNNINGAANVRAAG SPOORWEGWET

Meer informatie: lees de Handleiding Vergunningaanvragen, de Indieningvereisten en raadpleeg het zgn. "Witte Boekje"

Formulier dient volledig ingevuld bij de vergunningaanvraag gevoegd te worden, anders kan de aanvraag niet in behandeling worden genomen.

Werkdossier gegevens (in te vullen door ProRail)

Registratienummer	Paraaf
Registratiedatum ontvangst	
Dossiernummer regio	Regio
Risico Klasse	
Type boring	
Datum goedkeuring	
Revisiedatum	

Gegevens vergunninghouder

Naam	TenneT TSO BV
Postbus/adres	Utrechtseweg 310
Postcode/Plaats	6800 AS Arnhem
Contactpersoon	J. ter Haar
Telefoon	026 373 2975
Emailadres	Jaap.ter.haar@tennet.eu
Nummer KvK	09155985

Gegevens Ingenieursbureau/Waarnemer

Naam	
Postbus/adres	
Postcode/Plaats	
Contactpersoon	
Telefoon	
Emailadres	

Pers-/booraannemer

Naam	BAM
Postbus/adres	Marconibaan 2 / Postbus 14
Postcode/Plaats	3439 MS Nieuwegein / 1160 AA Zwanenburg
Contactpersoon	P. de Jager
Telefoon	
Emailadres	p.de.jager@bam-it.nl

Kabel-/Leidingbedrijf dat kabel-/leidingwerk uitvoert

Naam	BAM
Postbus/adres	Marconibaan 2 / Postbus 14
Postcode/Plaats	3439 MS Nieuwegein / 1160 AA Zwanenburg
Contactpersoon	P. de Jager
Telefoon	
Emailadres	p.de.jager@bam-it.nl

Locatie

Geo-code	
Baanvak	Rotterdam westelijke splitsing – Nieuw Vennepe
Km	130.0 – 130.1
Straatnaam (indien mogelijk) en gemeente	HSL ter plaatse van knooppunt Hoogmade / Leiderdorp
Geplande startdatum	1 oktober 2015
Datum aanvraag	5 mei 2014
Naam Ondertekenaar	J. ter Haar Clustermanager
Handtekening Ondertekenaar	

NB: Bij een verlegging als gevolg van een ProRail werk dient de naam van dat betreffende project, de naam van de procesleider K&L van GJZ en de objectcode te worden vermeld.

ProRail	IN TE VULLEN T.B.V. VERGUNNINGAANVRAAG KABELS EN LEIDINGEN		
	Uitvoeringswijze (bij meerdere leidingen: vul het specificatieformulier in)		
Voldoet aan het Witte boekje	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee, want		
Wijze van kruisen	Bijzonderheden		
<input type="checkbox"/> Persing OFT			
<input type="checkbox"/> Persing GFT			
<input checked="" type="checkbox"/> Boring HDD	Zie bijlage 6	Boorgat Ø mm	
<input type="checkbox"/> Bestaande beschermhuis			
<input type="checkbox"/> Viaduct of tunnel			
<input type="checkbox"/> Open ontgraving			

Gegevens beschermingsbuis (bij meerdere beschermhuizen: vul het specificatieformulier in)

Type Buis	Inw Ø mm	Uitw Ø mm	SDR	PE	Bijzonderheden
<input type="checkbox"/> HPDE					
<input type="checkbox"/> Impressor					
<input type="checkbox"/> Wavistrong					
<input type="checkbox"/> Hobas					
<input type="checkbox"/> Zublin					
<input type="checkbox"/> Beton					
<input type="checkbox"/> Staal					
<input type="checkbox"/> ander, namelijk					
Diepte t.o.v. maaiveld (HDD)					
Diepte t.o.v. BS (OFT/GFT)					

Leidinggegevens (bij meerdere leidingen: vul het specificatieformulier in)

Door te voeren medium				
Materiaal leiding				
Indien HDPE	<input type="checkbox"/> SDR		<input type="checkbox"/> PE	
Uitwendige diameter				
Inwendige diameter				
Maximale werkdruk				
Kathodische bescherming	<input type="checkbox"/> ja		<input type="checkbox"/> nee	

Kabelgegevens (bij meerdere kabels: vul het specificatieformulier in)

Soort	Bijzonderheden	Voltage	Aantal
<input type="checkbox"/> Zwakstroom			
<input type="checkbox"/> Laagspanningskabel			
<input checked="" type="checkbox"/> Hoogspanningskabel		150kV	
<input type="checkbox"/> Telecomkabel			
<input type="checkbox"/> Glasvezelkabel			
<input type="checkbox"/> Loze HDPE-buis			
<input type="checkbox"/> O			

Extra voor gas-/pijpleidingen voor vloeibare aardolieproducten

Wijze van geleiding	
Soort verbindingen	
Wordt een kathodische bescherming aangebracht	

Extra voor vrijvalrioolleidingen

Kwaliteit rioolwater	
----------------------	--

IN TE VULLEN T.B.V. VERGUNNINGAANVRAAG BOUWWERKEN

Duur bouwwerk

Tijdelijk: ja/nee

Zo ja, wat is de beoogde instandhoudingstermijn?

Gebruik van het bouwwerk

Wat is het gebruik van het bouwwerk?

Uitvoeren van de bouwwerkzaamheden, gegevens derden

Gegevens hoofdaannemer

Naam:

Adres:

Gegevens onderaannemer

Naam:

Adres:

Situering van het gebouw

Afstand van het gebouw t.o.v. het hart van het dichtstbijzijnde spoor:

Hoogte van het gebouw t.o.v. bovenkant spoorstaaf:

Materieel

Van welk materieel wordt gebruik gemaakt tijdens de bouwwerkzaamheden:

(v.b. kranen / heistellingen)

Overig te plaatsen tijdelijke objecten ten behoeve van het werk.

Containers, dixie, bouwketen, etc.

.....parkeerplaatsen

Overige werkzaamheden ten behoeve van het werk.

Bomen/beplantingen/hekwerken, : zie bijlage 4

.....parkeerplaatsen

Overige aan te leveren bescheiden (N.B. geef aan welke documenten worden aangeleverd)

- Gegevens en bescheiden in relatie tot de stabiliteit van de spoorbaan:
- Belastingen en belastingcombinaties (sterkte en stabiliteit) van alle (te wijzigen) constructieve delen van het bouwwerk voor zover die van invloed kunnen zijn op de spoorweginfrastructuur;
- Onderzoeksrapporten geotechnische bodemgesteldheid;
- Hei- en/of boorplannen inclusief bijbehorende trillingsrapporten;
- Palenplan(nen);
- Bronbemaling-/grondwateronttrekingsplan(nen);
- Grondverzetplan(nen);
- Te gebruiken (en eventueel achterblijvende) hulpconstructies;
- Onderzoeksrapport(en) zon- en lichtreflecties op het spoorverkeer;
- De locatie(s) van eventueel te plaatsen kranen en de te nemen maatregelen ter voorkoming van lastvlucht boven een in dienst zijnd spoor;

- Bij het realiseren van windturbines een rapport conform "Handboek Risicozonering Windturbines vigerende versie.

Gegevens en bescheiden in relatie tot het gebruik van het werk dat van invloed kan zijn op het gebruik van de spoorweginfrastructuur: zie indieningsvereisten hoofdstuk 3.3

Gegevens en bescheiden in relatie tot de toegankelijkheid van de spoorweginfrastructuur: zie indieningsvereisten hoofdstuk 3.4

Bouwwerken en werkzaamheden van beperkte invloed: zie indieningsvereisten hoofdstuk 4.1

IN TE VULLEN T.B.V. VERGUNNINGAANVRAAG WERKZAAMHEDEN

- plaatsen erfafscheidingen (waaronder hekwerken, schuttingen, e.d.)
- aanleg/instandhouding sloten
- bodemonderzoek
- evenementen
- anders nl.....

Aannemer
Uitvoerende aannemer

Overig te plaatsen tijdelijke objecten ten behoeve van het werk.
Bv. containers, dixie, bouwketen

Toelichting
Toelichting op de werkzaamheden



Bijlage 1
Tracékaart Randstad 380 kV
Noordring (Zuidelijke ringvaart-
Bleiswijk)



Randstad 380 kV Noordring VKT 5.0 Bleiswijk - Zuidelijke ringvaart

Legenda

- █ Mastvoet
- █ 380kV bovengronds (solo)
- █ 380kV bovengronds (combi)
- █ 380kV boring
- █ 380kV open ontgraving
- █ 150kV boring
- █ 150kV open ontgraving
- █ Opstijppunt
- PKB corridor
- Bestaande verbindingen**
- █ 380kV bovengronds
- █ 150kV bovengronds
- █ 150kV ondergronds
- × × × × 150kV te overnemen



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

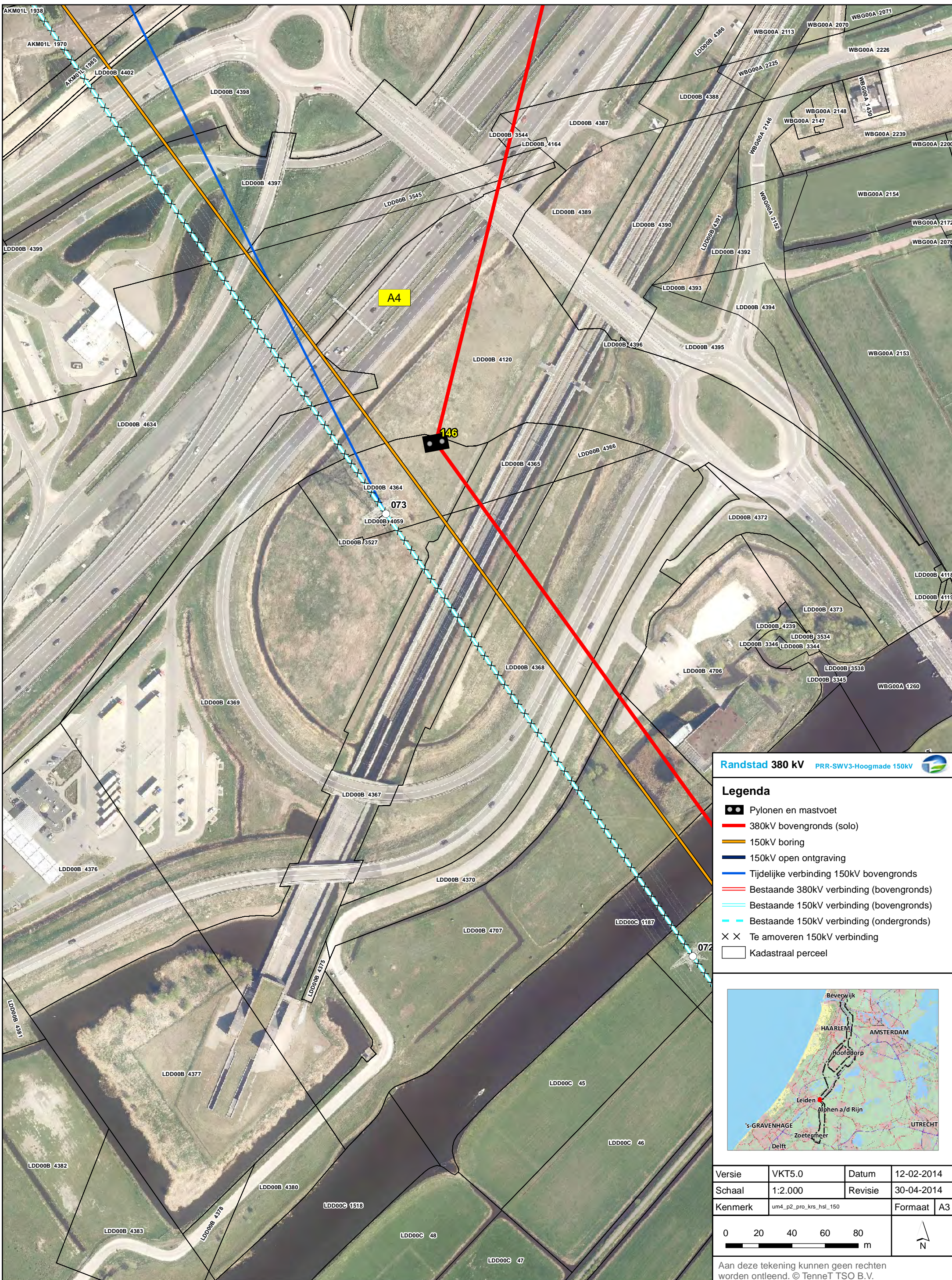
A:\p_380\producten\overzicht\tracé\ Noordring\130619_vkt50\p_380_ovzr_vkt50_bleiswijk_zuidelijke_ringvaart_006.mxd



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



Bijlage 2
Situatietekening met kadastrale
aanduiding

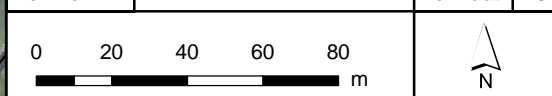


Randstad 380 kV PRR-SWV3-Hoogmade 150kV

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



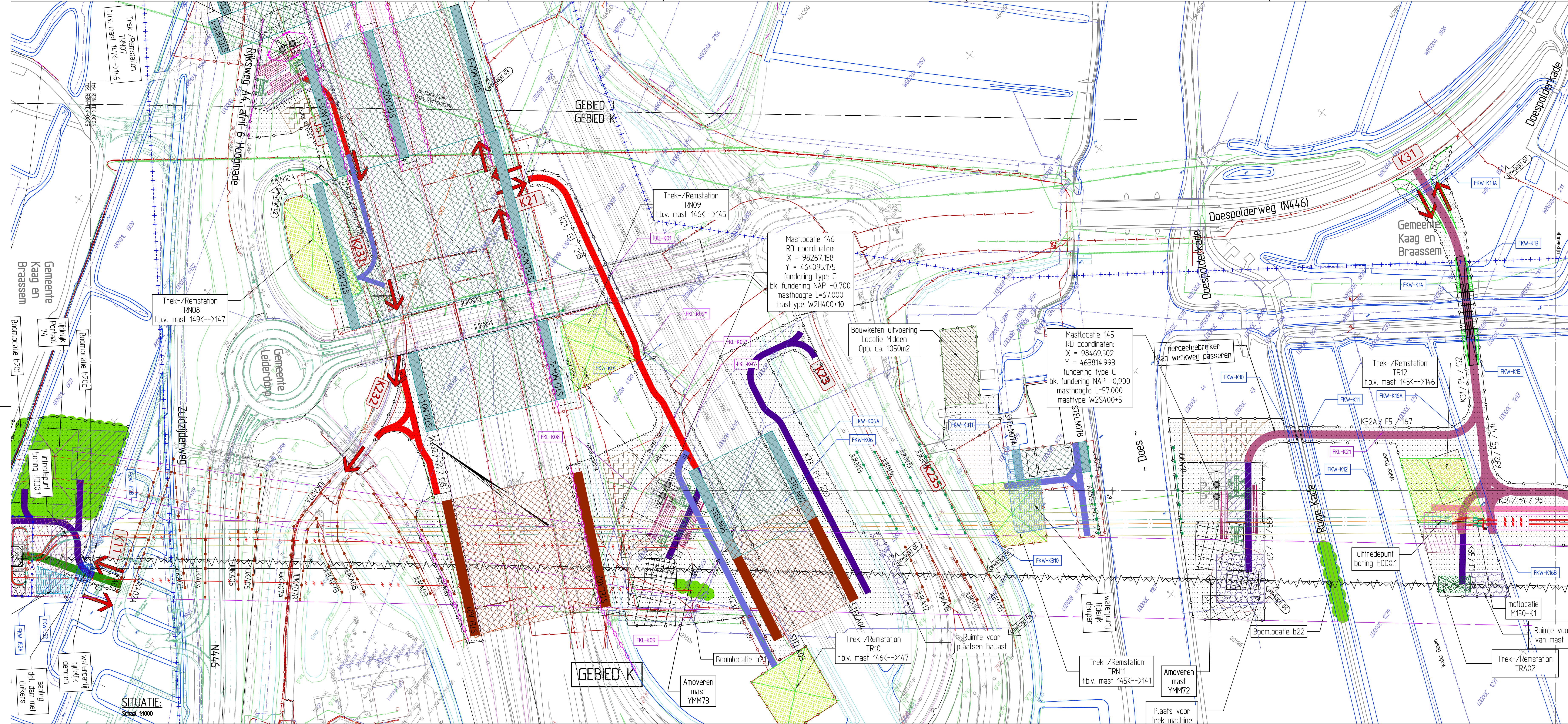
Versie	VKT5.0	Datum	12-02-2014	
Schaal	1:2.000	Revisie	30-04-2014	
Kenmerk	um4_p2_pro_krs_hsl_150		Formaat	A3



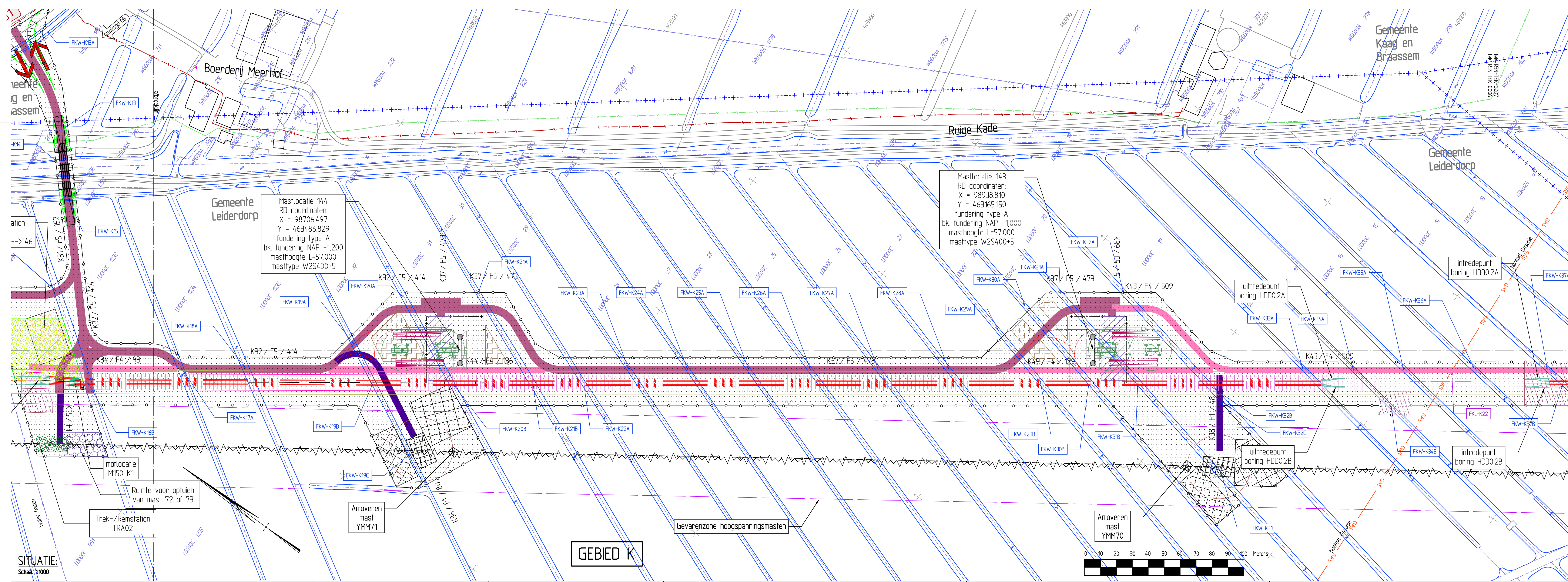
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Bijlage 3
Definitief ontwerp,
overzichtstekening mast 147-143



- ### VERKLARING - ALGEMEEN
- Bestaande topografie
 - Waterlijn
 - Kadastrale grens en sacche/parcelnummer, uit bestaand Kadaster, ds_2, Zeld, Ringvaart_1995.Dwg (Tennet)
 - Abtneekijn
 - AS-lijn
 - Gemeentegrens (2010)
- ### VERKLARING - KLIC
- Gastleiding
 - Gastleiding gasruite
 - Gastleiding hd
 - Gastleiding ld
 - Waterleiding
 - Wamtenet
 - Koudeket
 - Chemie
 - Brandstof transportleiding
 - Rolering transportleiding
 - Hetelwater transportleiding
 - Vulwater transportleiding
 - Persleiding
 - Vacuitleiding
 - Duker
 - Straalkoek
 - Trottoirkoek
 - Hwa put
 - Vwa put
 - Drainage put
 - Persleiding roodput
 - Persleiding pompput
 - Gemaal
 - Maniebus
 - Glaveezet
 - Cal
 - Data
 - Hoopspanning
 - Midderspanning
 - Laagspanning
 - Vrii ventieerregelingstelsel
 - Dv openbare verlichting
 - Proraal overig
 - Kabelreker
 - Gestuurde boring derden
 - Zinker
 - Lichtmast
- ### VERKLARING - LEIDINGWERK
- Aanbrengen kabel 150 kV
 - Aanbrengen kabel 380 kV
 - Aanbrengen las not
 - Aanbrengen ondergrondse aardingsput verbinding met aardingskabels naar not
 - Aanbrengen bovengrondse combi trace 150 kV - 380 kV
 - Aanbrengen bovengrondse trace 380 kV
 - Severenszone bestaand bovengrondse kabeltrace
 - Beschikbare ruimte om kabels te installeren
 - Te verwijderen bovengrondse trace 150 kV
 - Verwijderen kabel 150 kV
 - Verwijderen kabel 150 kV (hergebruikt)
 - Aanbrengen gestuurde boring 150 kV
 - Aanbrengen gestuurde boring 380 kV
 - Aanbrengen gestuurde boring 380 kV
 - Verlengen maniebus met glaveezet
 - Ontluchtingsput met straatpot bij uiterste maniebus boring 380kV
- ### VERKLARING - CIVIEL
- Numer bouwweg K75 / type bouwweg (FS) / lengte in meters (G74)
 - Bouwweg type F1, ripaten lengteriching op maaiweld
 - Bouwweg type F2, ripaten lengteriching zand en doek
 - Bouwweg type F3, ripaten overschicring zand en doek
 - Bouwweg type F4, ripaten lengteriching op houtstoppers en doek
 - Bouwweg type F5, ripaten overschicring op houtstoppers en doek
 - Bouwweg type G1, funderingslaag, doek, zandbed, doek
 - Bouwweg type G2, funderingslaag en doek op bestaande verharding
 - Permanente toegangsweg type H1, klinkerverharding, straatlaag, funderingslaag en zandbed
 - Indicatie verrijdbare weg met draagkracht op werken met bestaande riolering tot R=200
 - Tijdelijke verharding middels ripaten
 - Indicatie werkgrens
 - Indicatie werkgrens wegwijzing (barrier)
 - reurbemalingsputten van bron naar reurbemalingsputten
 - Indicatie bedroeft werken
 - Reservering voor opsteltplaats
 - Reservering grondopslag of ontgravingen
 - Tijdelijke verharding bouwwerren van zand met ripaten
 - Tijdelijk of permanent dempen van watergang
 - Bouwweg
 - Indicatie ontgravingstijl voor aanleg fundering
 - funderingsconstructie
 - Zone opstelplaats kraan ca. 12x20m
 - Zone montageplaats portaal ca. 30x30m
 - Zone afbraak mastlocatie ca. 30x30m
 - Zone afbraak mastlocatie ca. 30x30m
 - Reservering voor ketenreken
 - Aanbrengen kabel/leidingen met bouwweg en/of leidingtrace
 - Aanbrengen meerdere kabel/leidingen met bouwweg en/of leidingtrace
 - Aanbrengen leiding watergang met bouwweg en/of leidingtrace
 - Rem-/trekstation voor te amoveren bovengrondse hoopspanningsverbinding
 - Trek-/Remstation voor tijdelijk bovengrondse hoopspanningsverbinding
 - Ligging buitenste bovengrondse kabel tijdelijke hoopspanningslijnen
 - Operbare wegafsluiting (met nr.)
 - Rolering bouwwerker
 - Gebied met te verwijderen bossage en/of bomen, km, bouwwerkzaamheden
 - Gebied met te verwijderen bossage en/of bomen, km, zakkelijk niet bovengrondse hoopspanningsverbindingen
 - Juk voor aanbrengen van bovengrondse hoopspanningsverbinding ter afscherming van obstakels (door derden)
 - Afscherming obstakels voor aanbrengen hoopspanningsverbinding dmv. een net en stelling (door derden)
 - Afscherming obstakels voor amoveren hoopspanningsverbinding dmv. een net en stelling
 - Afscherming obstakels voor amoveren hoopspanningsverbinding dmv. een net en kraanopstelling
 - Juk voor amoveren van bovengrondse hoopspanningsverbinding ter afscherming van obstakels
 - Stelling (door derden)
 - Stelling (door derden) t.b.v. aanbrengen van een net over obstakels (door derden)
 - Bouwweg type F6, verharding t.b.v. trek-/remstations
 - Trek-/Remstation voor nieuwe bovengrondse hoopspanningsverbinding
 - Indicatie bedroeft werken voor de aanleg van Trek-/Remstations voor nieuwe bovengrondse hoopspanningsverbinding



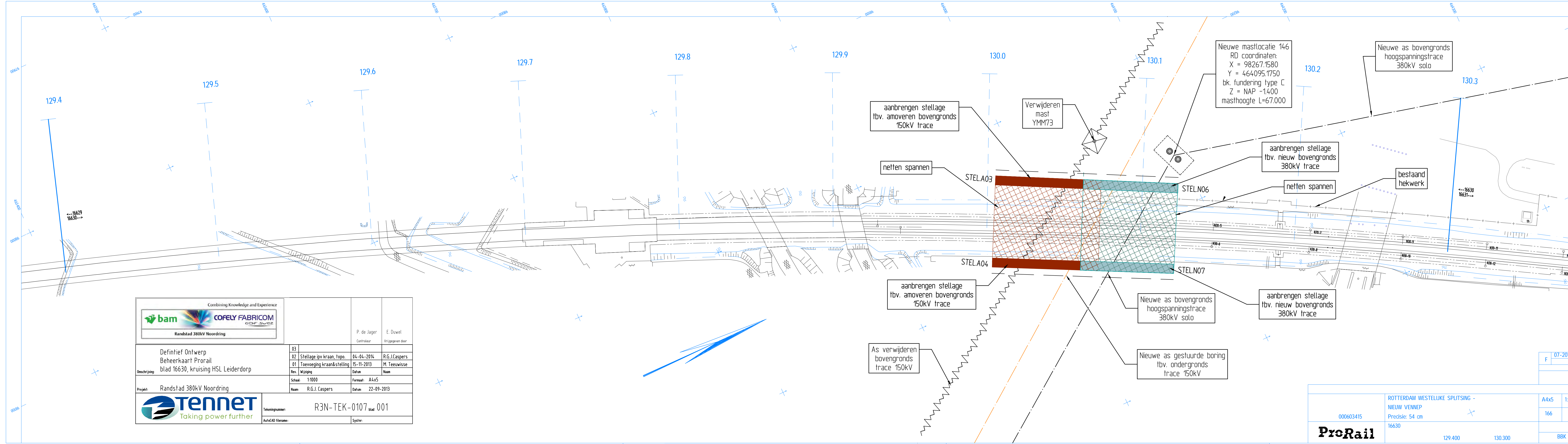
TOPOGRAFISCH FRAGMENT

Schaal 1:50000

		P. de Jager E. Duvel	
Definitief Ontwerp Algemeen Overzichtstekening, blad 7 van 20 (maat 14.7-14.3)		9 de wijzigingen 10 de wijzigingen 11 de wijzigingen	24-4-2011 4-4-2011 15-3-2011
Project: Randsdal 380kV Noordring		R.G. Caspers R.G. Caspers R.G. Caspers	Datum Naam
Schaal: 1:1000 Project: Randsdal 380kV Noordring		Formaat: A3 Datum: 19-7-2011	E. Duvel
		R3N-TEK-0006 Blad 001	Siter



Bijlage 4
Situatietekening inclusief gegevens
basisbeheerkaart



		P. de Jager Contracteur	E. Duwel Vrijgegeven door
Definitief Ontwerp Beheerkaart Prorail blad 16630, kruising HSL Leiderdorp	03 02 Stellinge ipv kraan, topo. 01 Toevoeging kraan&stelling Rev. Wijziging	04-04-2014 15-11-2013	R.G.J.Caspers M. Teeuwisse
Project: Randstad 380kV Noordring	Schaal: 1:1000 Naam: R.G.J. Caspers	Formaat: A4x5 Datum: 22-09-2013	
	Tekeningnummer: R3N-TEK-0107 blad 001 AutoCAD filename:	Systeem:	

000603415	ROTTERDAM WESTELIJKE SPLITSING - NIEUW VENNEP	A4x5	1:1000
	Precisie: 54 cm	166	F
	16630		
ProRail	129.400 130.300		BBK

F 07-2013



Bijlage 5

Boorplan HDD0.1 A4/HSL/De Does

Boorplan - HDD0.1 A4/HSL/Does

Randstad 380 kV Noordring

**Boorplan - HDD0.1 A4/HSL/Does****Project:****Randstad 380 kV Noordring****Opdrachtgever:****TenneT TSO**

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	19-07-2013	Commentaar uit interne review verwerkt
02	13-08-2013	Aanvullend bodemonderzoek verwerkt + boring dieper ivm palen HSL
03	11-11-2013	Boorlijn aangepast ivm eis Oasen

Documentnummer: R3N-OWR-0020

<i>Opsteller</i>	<i>Controleur</i>	<i>Vrijgever</i>
M. van Velzen Adviseur Geotechniek	P. de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

**Distributie****Naam****Bedrijf**

Extern

Guido Volman

TenneT TSO

Intern

Arjan Hogenboom

BAM

Pieter de Jager

BAM

Eric van Rooijen

BAM

David van Loenen

BAM

Rob Bakker

BAM

Erwin ten Cate

BAM

Michael deSmet

Fabricom

Hein Pijnappel

Mott McDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.



Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
2. Uitgangspunten	5
2.1. Ontwerpnormen.....	5
2.2. Verkeersbelasting.....	5
2.3. Belangen	5
2.3.1. Kabels en leidingen	5
2.3.2. Objecten	5
2.3.3. Hoogheemraadschap Rijnland.....	5
2.3.4. ProRail.....	6
2.4. Bodemopbouw	6
2.5. Grondwater.....	6
3. Berekening	7
3.1. Rekenmethoden	7
3.1.1. Sterkte van de buis tijdens de aanlegfase	7
3.1.2. Sterkte en vervorming van de buis in de bedrijfsfase	7
3.1.3. Grondmechanisch evenwicht in de ondergrond (muddruk)	7
3.2. Resultaten	7
3.2.1. Aanlegfase	8
3.2.2. Bedrijfsfase.....	8
3.2.3. Muddrukberekening.....	8
3.2.4. kwelproblematiek.....	8
4. Uitvoering	10
4.1. Voorbereidende werkzaamheden	10
4.1.1. Uitzetten boortracé	10
4.1.2. Ondergrondse kabels en leidingen	10
4.1.3. Het graven en dichten van het in- en uittredegat	10
4.2. Boorproces	10
4.2.1. Algemeen	10
4.2.2. Het boren.....	10
4.2.3. Pilot-boring	10
4.2.4. Ruimen van het boorgat.....	10
4.2.5. Intrekken van de leiding	10
4.2.6. Meetsysteem	11
4.2.7. Boorvloeistof.....	11
4.2.8. Werkwater	11
4.2.9. Energievoorziening.....	11
4.3. Werkterrein en opstelling apparatuur en voertuigen	11
4.4. Risico-inventarisatie	12
4.5. Keuring, controles en revisie.....	12
4.6. Verkeersmaatregelen	12
5. Conclusies en aandachtspunten	13
6. Bijlagen.....	15
Bijlage 1 Grondonderzoek	16
Bijlage 2 Berekening aanlegfase	18
Bijlage 3 Berekening bedrijfsfase	19
Bijlage 4 Productblad Maxi-rig.....	20



1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft TenneT de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt het boorplan van de horizontaal gestuurde boringen ter hoogte van Leiderdorp.

Ter hoogte van Leiderdorp wordt een tweetal horizontaal gestuurde boringen (HDD's) uitgevoerd onder Rijksweg A4, de hoge snelheidsspoorlijn en primaire watergang de Does.

Het betreft een tweetal identieke, hart-op-hart 5 m, parallel aan elkaar gesitueerde boringen voor het 150kV kabeltraject. Aangezien de situatie, te kruisen objecten, in beide situaties lichtelijk van elkaar afwijken zijn voor deze locatie beide boorlijnen beschouwd.

In deze revisie is de boorlijn aangepast aan een recentelijk bekend geworden dekkingseis van Oasen.

In tabel 1 is een overzicht gegeven met de kenmerken van de boring.

Tabel 1 Kenmerk boring

<u>Mantelbuizen</u>	<u>Kwaliteit</u>	<u>Bestemming</u>
4 x Ø200 mm	HDPE, PE100, SDR11	150 kV kabels



2. UITGANGSPUNTEN

2.1. ONTWERPNORMEN

Doordat er met het ontwerp de Rijksweg A4 wordt gekruist zijn de regels van Rijkswaterstaat van toepassing. Deze zijn weergegeven in de Richtlijn boortechnieken van Rijkswaterstaat [13].

Tevens wordt een regionale waterkering gekruist.

Omdat het medium kabels betreft zijn NEN 3650 en NEN 3651 niet van toepassing.

De eisen van ProRail zijn in verband met het kruisen van het spoor van toepassing verklaard.

2.2. VERKEERSBELASTING

Voor de verkeersbelasting is uitgegaan van de verkeersklasse volgens C5 van NEN 3650-1:2003, Fatigue Load Model 2 (10 kPa, Openbare, overige wegen), Fatigue Load Model 3 (25 kPa, Autosnelwegen A- en Provinciale N-wegen) en Trein (50 kPa, NS-spoor volgens OVS).

2.3. BELANGEN

2.3.1. KABELS EN LEIDINGEN

De in de nabijheid van het boortracé gelegen kabels en leidingen zijn aan de hand van een gedane KLIC-melding op de tekening weergegeven. Nabij het intredepunt bevinden zich conform de KLIC informatie geen kabels en leidingen. Nabij het uittredepunt kruist de boring een waterleiding van Oasen, de leidingbeheerder stelt hiervoor een dekkingseis van 5,0 m. Met het huidige ontwerp wordt hieraan voldaan. Het boortracé kruist verder enkele ondiep gelegen kabels en leidingen. Deze worden met het huidige ontwerp op voldoende diepte gekruist.

2.3.2. OBJECTEN

Het huidige ontwerp kruist verschillende objecten zoals weergegeven in tabel 2, waarin tevens de vereiste dekking is weergegeven.

Tabel 2 Te kruisen objecten met minimaal vereiste dekking

Object	Vereiste dekking
	[m]
Rijksweg A4	2
HSL (spoor)	12
Does (vaarweg)	4
Regionale waterkering	10
Waterleiding Oasen	5

In het huidige ontwerp wordt aan deze dekkingseisen voldaan.

2.3.3. HOOGHEEMRAADSCHAP RIJNLAND

Het hoogheemraadschap Rijnland stelt dat een regionale waterkering met een minimale dekking van 10 m moet worden gekruist en de boring de grens van het Holoceen en het Pleistoceen (eerste watervoerende pakket) met minimaal 2,5 m dekking moet kruisen, dus of minimaal 2,5 m boven het Pleistoceen of 2,5 m onder het Holoceen. Verder stelt het hoogheemraadschap dat er geen uitwisseling van water tussen het Holoceen en Pleistoceen mag plaatsvinden, dit houdt in dat wanneer de grondwaterstand in het Holoceen en de stijghoogte in het Pleistoceen van elkaar verschillen kleikisten met kwelscherm dienen te worden toegepast.



2.3.4. PRORAIL

De boring dient omdat het spoor wordt gekruist te voldoen aan de regelgeving van ProRail, [14] en [15].

Het spoor is op palen gefundeerd, de norm stelt dat de plastische zone van de boring buiten het invloedgebied van de palen dient te blijven. Het invloedgebied van de palen bedraagt circa 4 à 5 m, de plastische zone rond de boring bedraagt maximaal 2 m. De boorlijn is hierop gedimensioneerd zodat de minimale dekking tussen paalpunt en boorgat 7 m bedraagt.

De boring kruist het spoor niet haaks, dit is niet toegestaan volgens artikel 19 van [14]. De reden hiervoor is het risico op scheluwte door ongelijkmatige zakkingen van het spoor en bijbehorend ontsporinggevaar. In [15] wordt aangegeven dat het mogelijk is schuin te kruisen wanneer er toestemming is gegeven door ProRail.

Verder zijn, conform [15], de druklijnen in perspectief getekend. De boorlijn wijkt 63° af van de normaal op het spoor. De helling van de druklijn (normaal 1:1,5) wordt dan $1:1,5/\cos(63^\circ) = 1:3,30$. De insteek van de druklijn ligt op 2,75 m uit hart spoor. In perspectief wordt dat $2,75/\cos(63^\circ) = 6,06$ m.

Met de boorlijn wordt aan de dekkingseis van 12 m voldaan binnen de druklijnen, minimale dekking bedraagt 29 m ten opzichte van het boorgat. Verder wordt er binnen de druklijnen niet gestuurd, zowel in horizontale dan wel verticale richting. Hierdoor wordt er dan ook geen verschilzakking ter plaatse van het spoor verwacht.

Het beschikbare grondonderzoek voldoet niet aan de norm van categorie Zeer Grote Gestuurde Boringen (S-C). Over het tracé dient om de 150 m bodemonderzoek te zijn uitgevoerd en minimaal 1 boring. Het bodemonderzoek dient zich tussen 5 m en 10 m van de boorlijn te zijn genomen.

In het huidige bodemonderzoek ontbreekt de boring en over het traject ontbreken over grote delen bodemonderzoek welk aan de norm voldoet.

2.4. BODEMOPBOUW

Het maaiveld ter plaatse van het boortracé is op de vergunningstekeningen, R380N-TEK-0047 en R380N-TEK-0074, weergegeven. Ten behoeve van de engineering is een aantal sonderingen uit het aangereikte bodemonderzoek gehanteerd, te weten DKM1189, DKM381, S30F01611 (deze komt uit de archiefgegevens van TNO dinoloket), DKM385 en DKM1185, weergegeven in bijlage 1. De bodemopbouw is weergegeven in de bijlagen (D-Geo Pipeline berekeningen).

Uit geologisch booronderzoek blijkt dat er een sterk grindige bijmenging is aangetroffen. Hieruit kan worden opgemaakt dat de boring mogelijk grindlaagjes zal kruisen. Hiermee dient in de uitvoering rekening gehouden te worden. Echt zorgwekkende grindlagen zijn niet aangetroffen in het bekende bodemonderzoek.

Opgemerkt wordt dat het bodemonderzoek niet voldoet aan de gestelde normen en de eisen van ProRail, zie paragraaf 2.3.4.

Er dient ter controle van het aangenomen bodemprofiel aanvullend bodemonderzoek uit te worden gevoerd. Dit om mogelijke inhomogeniteit tussen de bodemprofielen uit te sluiten.

2.5. GRONDWATER

Aangezien er nabij de projectlocatie geen recente peilbuisgegevens beschikbaar zijn wordt uitgegaan van de waterstanden conform de legger van het hoogheemraadschap Rijnland. Het waterpeil van het oppervlakte water ten westen van de Does is gesteld op NAP -2,37 m, het waterpeil in de Does op NAP -0,67 m en ten oosten van de Does op NAP -1,97 m.

Conform de Grondwaterkaart van Nederland bedraagt de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket circa NAP -2,5 m.

In de berekeningen is rekening gehouden met deze waterstanden.



3. BEREKENING

3.1. REKENMETHODEN

De berekening van een gestuurde boring betreft de volgende aspecten:

1. sterkte van de buis tijdens de aanlegfase;
2. sterkte en vervorming van de buis in de bedrijfsfase;
3. grondmechanisch evenwicht in de ondergrond (muddrukberekening) tijdens de aanleg.

Alle berekeningen zijn uitgevoerd met het computerprogramma D-Geo Pipeline, versie 6.3 build 1.4 van Deltares.

3.1.1. STERKTE VAN DE BUIS TIJDENS DE AANLEGFASE

Gecontroleerd is of de maximale spanning in een buis niet groter is dan de toelaatbare (korte duur) spanning. De spanningen ontstaan vooral door de trekkracht in een buis en de opgelegde kromming.

3.1.2. STERKTE EN VERVORMING VAN DE BUIS IN DE BEDRIJFSFASE

Gecontroleerd is of de maximale spanning in een buis niet groter is dan de toelaatbare (lange duur) spanning. De spanning wordt in dit geval veroorzaakt door de grondbelasting op de buis en de opgelegde kromming.

Daarnaast wordt getoetst of de vervorming van een buis een zekere grenswaarde niet overschrijdt. Verder dient er gecontroleerd te worden of een buis niet kan imploderen als gevolg van de uitwendige waterdruk.

3.1.3. GRONDMECHANISCH EVENWICHT IN DE ONDERGROND (MUDDRUK)

De berekening is gebaseerd op de voorwaarde dat tijdens alle fasen van de boring sprake moet zijn van grondmechanisch evenwicht. NEN 3650 bijlage E.2 vermeldt hiertoe een tweetal eisen:

1. De dekking H (gemeten tot het hart van een buis) moet minimaal gelijk zijn aan $\gamma \times R_{p,max}$, waarin $R_{p,max}$ de maximale straal van de plastische zone is en γ een veiligheidsfactor. Op basis van een gekozen geometrie is de bijbehorende effectieve toelaatbare muddruk P'_{max} te berekenen;
2. P'_{max} mag niet groter zijn dan 90% van de limietdruk P'_{lim} .

Beide eisen zijn samen te vatten tot de volgende vergelijking:

$$P'_{max;maatgevend} = \min(P'_{max}; 0.9P'_{lim}) > P'_{max;optredend}$$

Deze formulering heeft betrekking op de effectieve spanningen (korrelspanningen). Het gaat hier om niet meetbare rekengrootheden. Beter is het om de formulering te betrekken op (wel meetbare) totaalspanningen en de werkelijk optredende muddruk. Indien in de beschouwde put een waterspanning U heerst geldt:

$$P_{max;maatgevend} = U + \min(P'_{max}; 0.9P'_{lim}) > P_{max;optredend}$$

De optredende muddruk is gelijk aan $P_{max;optredend}(z) = \gamma \times Z + [\sigma - \sigma_0] \times \partial P / \partial S$. Hierin staat de eerste term voor de statische druk en de tweede term voor de wrijving.

De rekenmodellen zijn in detail beschreven in de eerder genoemde normen.

De geometrie van de boring (diepteligging, intredehoek, boogstralen) is tevens bepaald door het type machine waarmee de boring uitgevoerd wordt.

3.2. RESULTATEN

Bijlage 2 betreft de berekeningen in de aanlegfase, waaronder de controle van de sterkte van de buis in de aanlegfase en de berekening van verwachte en toelaatbare muddrukken. De verkeersbelasting is voor de aanlegfase op nul gesteld omdat deze de berekeningsresultaten (toelaatbare muddruk) gunstig beïnvloedt. De controle van de buis op sterkte en vervorming in de bedrijfsfase zijn in bijlage 3 opgenomen.

In de berekeningen worden 5 belastingfasen onderscheiden:

- Fase 1A begin trekoperatie;
- Fase 1B einde trekoperatie;



- Fase 2 intern op druk brengen (testdruk);
- Fase 3 bedrijfstoestand, niet op druk;
- Fase 4 bedrijfstoestand, op druk (ontwerpdruk).

Bij een drukloos medium zijn fasen 2 en 4 niet van toepassing.

3.2.1. AANLEGFASE

In tabel 3 zijn de verwachtingswaarde van de benodigde trekkracht en toelaatbare trekkracht van de leiding weergegeven van de boring.

Tabel 3 Trekkrachten

Berekende trekkracht incl. onzekerheidsfactor 1,8 [kN]	Toelaatbare trekkracht [kN]
1,8 x 112 = 202	4 x 98 = 392

De trekkracht van de leiding is toelaatbaar.

Bij de berekening van de trekkracht wordt ervan uitgegaan dat de in te trekken leiding zich centrisc in de boorspoeling bevindt. De berekening geeft aan dat de leiding iets opwaarts beweegt, hierdoor kan de benodigde trekkracht iets hoger liggen dan de berekende trekkracht. Er is in dit geval rekening gehouden met een onzekerheidsfactor van 1,8, in verband met het trekken van een bundel. De leiding dient tijdens het aanbrengen te worden gevuld met water om de optredende trekkrachten te reduceren en te voldoen aan implosie. Voor de volledige berekeningsresultaten wordt verwezen naar bijlage 2.

3.2.2. BEDRIJFSFASE

Uit de berekeningen blijkt, dat, wanneer de leiding gevuld wordt met water, de optredende spanningen toelaatbaar zijn en dat de maximaal toelaatbare deflectie niet overschreden wordt. De leiding dient te zijn gevuld met water om te voldoen op implosie.

Voor de berekeningsresultaten wordt verwezen naar bijlage 3.

3.2.3. MUDDRUKBEREKENING

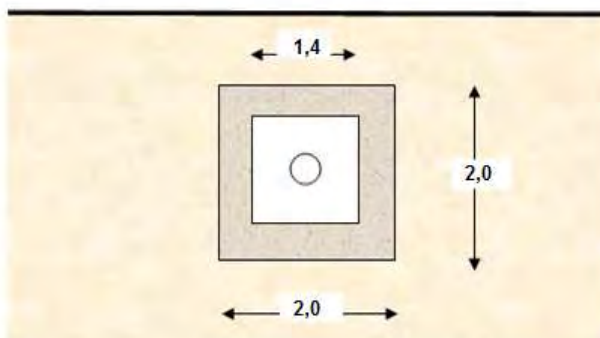
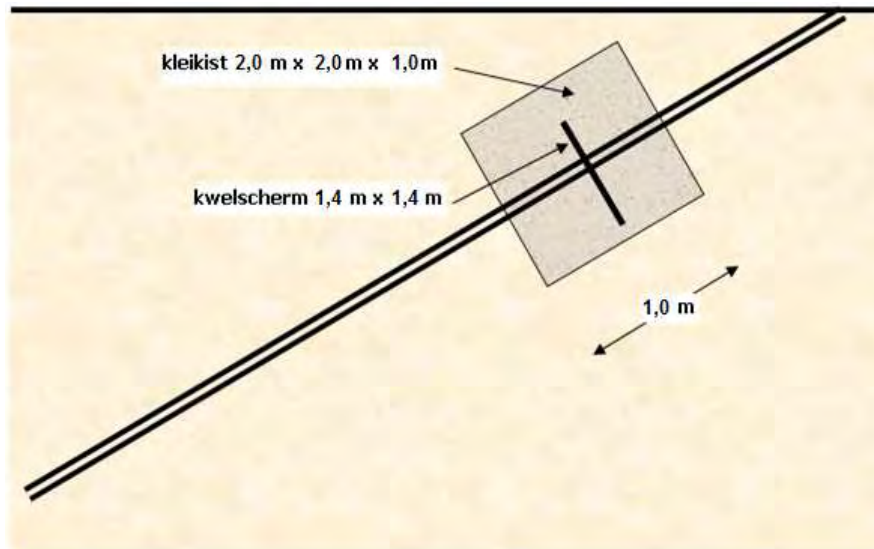
De berekening van de toelaatbare muddruk is opgenomen in bijlage 2. De verwachtingswaarde van de benodigde bentoniedruk is circa $480 \text{ kN/m}^2 \approx 4,8 \text{ bar}$.

Nabij het intrede- en uittredepunt van het boren is de optredende muddruk groter of gelijk aan de toelaatbare muddruk. Dit is uiteraard inherent aan de methode.

Ter plaatse van het in- en uittredepunt kan mogelijk grondbreuk optreden. Dit komt omdat de spanningen in de grond ter plaatse gering zijn. In de praktijk blijkt dit over het algemeen geen problemen te geven.

3.2.4. KWELPROBLEMATIEK

De heersende grondwaterstroming mag in principe door de aanleg van de boring niet verstoord worden. De grondwaterstand over het gehele traject is circa NAP -2,37 m respectievelijk NAP -1,97 m en ter plaatse van de Does NAP -0,67 m, in eerste zandlaag heerst een stijghoogte van circa NAP -2,5 m. De bentonietspoeling in het boorgat rondom de buis zal na verloop van tijd indikken. Dit proces zal de kwelstroom bevorderen. Geadviseerd wordt om directe kortsluiting tussen de lagen te voorkomen door een kleikist met kwel scherm toe te passen ter plaatse van het in- en het uittredepunt, zie figuur 1.



Figuur 1 Kwelscherm met kleikist



4. UITVOERING

4.1. VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN

4.1.1. UITZETTEN BOORTRACÉ

Het tracé wordt uitgezet vanaf de bijgevoegde tekening. Het uitzetten van het tracé wordt uitgevoerd door de boormeester (eventueel in samenwerking met de projectleider of uitvoerder van het werk).

4.1.2. ONDERGRONDSE KABELS EN LEIDINGEN

Voorafgaande aan de engineering is een KLIC-melding gedaan. Afhankelijk van het tijdstip van uitvoering wordt een nieuwe KLIC-melding gedaan. Eventuele kabels en leidingen ter plaatse van het in- en uittredepunt worden vrij gegraven door middel van proefsleuven.

4.1.3. HET GRAVEN EN DICHTEN VAN HET IN- EN UITREDEGAT

Nadat alle kabels en leidingen zijn vrij gegraven, worden het in- en uitredegat gegraven. De uitgekomen grond wordt opgeslagen naast de werkgaten. Het in- en uitredegat worden later gedicht met de vrijgekomen grond.

4.2. BOORPROCES

4.2.1. ALGEMEEN

Op basis van de lengte en de diameter van de in te trekken leiding zal de boring worden uitgevoerd met een Maxi Rig (80 ton trekkracht). Het productblad van deze rig is in bijlage 4 opgenomen.

4.2.2. HET BOREN

Een HDD-boring bestaat uit drie fasen:

1. Het uitvoeren van de pilotboring;
2. Het ruimen van het boorgat;
3. Het intrekken van de leiding.

4.2.3. PILOT-BORING

Bij de pilot-boring worden 4,5" boorbuizen (lengte circa 5 meter) vanaf de boormachine in de grond gedrukt volgens het vooraf vastgestelde profiel. Aan het uiteinde van de boorbuizen bevindt zich de boorkop. Tijdens het wegdrukken van de boorstangen wordt boorspoeling door de boorstangen gepompt naar de boorkop om de grond voor de kop los te maken. De boorvloeistof zorgt voor smering, het open houden van het boorgat en afvoer van grond. Bij deze boring wordt gebruik gemaakt van een jet-bit stuursysteem met een niet-magnetische stuurbuis. Een kleine afschuining aan de voorkant van de boorkop zorgt voor de stuurreactie in de grond. Tijdens het boren draait de boorkop en gaat de boring in een rechte lijn.

Wanneer gestuurd dient te worden, wordt de boorkop in een bepaalde positie vastgezet en zo verder door de grond geperst. Vanwege de afschuining wordt dan een bocht ingezet.

Het boorgat is gemiddeld 1,2 tot 1,5 keer zo groot als de boorkop, afhankelijk van de bodemopbouw.

4.2.4. RUIMEN VAN HET BOORGAT

Wanneer de boorkop aan de uittredezijde is gearriveerd wordt deze verwijderd en vervangen door een ruimer. Deze wordt door de machine vervolgens roterend teruggetrokken. Tijdens dit terugtrekken vergroot de ruimer het boorgat. Het aantal ruimgangen is afhankelijk van de diameter van het boorgat, de in te trekken leiding en de bodemopbouw. Ook de ruimer wordt voorzien van boorvloeistof, om de boorgang schoon te spoelen en om instorting van het gat te voorkomen.

4.2.5. INTREKKEN VAN DE LEIDING

Als de ruimer het boorgat voldoende vergroot heeft, wordt deze losgekoppeld van de boorbuis en vervangen door een barrel met daaraan de in te trekken leiding. Het is ook mogelijk dat deze direct achter de ruimer wordt ingetrokken. De wordt eerst uitgelegd op het maaiveld en in secties van 3 elementen ingetrokken. Tussen de barrel en de leiding wordt een swivel geplaatst om draaiing (torsie) van de buis te voorkomen. Het gat blijft tijdens het ruimen en intrekken van de leiding constant gevuld met boorspoeling, zodat



instorting van het boorgat wordt tegengegaan en gelijktijdig de wrijvingsweerstand bij het intrekken belangrijk wordt gereduceerd.

4.2.6. MEETSISTEEM

Voor het meten wordt een 'optische gyroscoop' gebruikt.

Optische gyroscoop

Bij optische Gyroscopen wordt gewerkt met splitsing van lichtstralen. In een dergelijke gyroscoop zitten geen bewegende onderdelen meer.

De nauwkeurigheid van dergelijke systemen is groot:

- 0,02 graad (0,03%) in de pitch;
- 0,04 graad (0,07%) in de azimut.

Over 865 m lengte is de nauwkeurigheid dus:

- Verticaal: $0,03\% \times 863,55 = 0,26$ m;
- Horizontaal: $0,07\% \times 863,55 = 0,60$ m.

4.2.7. BOORVLOEISTOF

De toegepaste boorvloeistof zal worden aangemaakt met water en Cebo Tunnelgel (bentoniet) of gelijkwaardig in een speciaal hiervoor ontwikkelde unit. De gebruikte boorvloeistof kan worden gerecycled en hergebruikt of worden opgevangen en afgevoerd. In dit geval wordt het uittredende mengsel bentoniet/grond opgevangen en afgevoerd naar een verwerkingsbedrijf. Voorafgaande aan de boring dient nog nader te worden bekeken of additieven in de bentoniet noodzakelijk zijn.

4.2.8. WERKWATER

Voor het aanmaken van de boorvloeistof is werkwater benodigd. Geadviseerd wordt om werkwater te gebruiken dat voldoet aan de volgende specificaties:

- Chloridengehalte: $\text{Cl}^- < 500$ mg/l;
 - Calciumgehalte (hardheid): $\text{Ca} < 100$ mg/l;
 - Zuurgraad: $8,5 < \text{pH} < 9,5$.
- De zuurgraad van het water mag ook rond $\text{pH}=7$ zijn, de OCMA-bentoniet heeft echter de meest optimale werking bij een pH-waarde tussen 8,5 en 9,5.

In het algemeen kan als werkwater het oppervlaktewater nabij de boring worden gebruikt. Eventueel kan het werkwater aangepast worden om te voldoen aan bovengenoemde specificaties. Indien het niet mogelijk is het water uit de omgeving te gebruiken dan zal het werkwater worden aangevoerd met een waterwagen.

4.2.9. ENERGIEVOORZIENING

De benodigde energie zal opgewekt worden door aggregaten.

4.3. WERKTERREIN EN OPSTELLING APPARATUUR EN VOERTUIGEN

Aan de intredezijde bevindt zich het volgende materieel:

- Boormachine (9,5 m x 2,5 m);
- Trekker en waterwagen (optioneel);
- Vrachtwagen (16 m x 2,5 m);
- Auto's (personeel);
- Aggregaat;
- Mengunit voor de boorvloeistof.

Aan de uitredezijde bevindt zich het volgende materieel:

- Trekker + zuigwagen;
- Haspelwagen + auto (4WD).



4.4. RISICO-INVENTARISATIE

Voor dit werk is een standaard risico-inventarisatie van toepassing welke op het werk aanwezig is.

4.5. KEURING, CONTROLES EN REVISIE

De keuringen en controles van materialen op het werk worden uitgevoerd conform het kwaliteitssysteem van BAM Infratechniek bv. De meetinstrumenten en gereedschappen moeten gekalibreerd zijn. Een bewijs van kalibratie moet toegevoegd zijn bij de meetrapporten.

Tijdens het ruimen van het boorgat en het intrekken van de leiding worden de volgende gegevens op het activiteiten- en keuringsformulier geregistreerd:

- Trek- en duwkracht [bar];
- Draaimoment [bar];
- Boormotor [RPM];
- Muddruk [bar];
- Pompvolume [l/min].

De informatie verzameld tijdens het boren wordt verwerkt tot een revisietekening (as-built tekening) en verstrekt aan de opdrachtgever.

4.6. VERKEERSMAATREGELEN

De benodigde verkeersmaatregelen zullen conform de CROW-regelgeving worden uitgevoerd.



5. CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN

De conclusies en aandachtspunten zijn als volgt:

1. Er is geen (historisch) onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van eventuele obstakels in de ondergrond. Er is wel een KLIC melding gedaan, alle hieruit volgende kabels en leidingen zijn, voor zover deze zijn verstrekt, ingetekend. In overleg met de beheerder kan worden besloten om, voorafgaand aan de uitvoering, alsnog een dergelijk onderzoek uit te voeren;
2. De verschillende belangen van de wegbeheerder en de kabel- en leidingeigenaren ter hoogte van de boring zijn opgenomen in paragraaf 2.3;
3. Het boortracé kruist een spoorweg onder een hoek van 63° , hiervoor dient toestemming door de vergunningsverlener van ProRail te worden verleend;
4. De leiding dient tijdens het intrekken en tijdens de bedrijfsfase met water gevuld te worden ter compensatie van de heersende waterdruk en het reduceren van de trekkracht;
5. Uit de ontwerpberekeningen volgt dat de buis op sterkte en stijfheid voldoet;
6. De verwachte trekkracht bedraagt maximaal 202 kN (= 20 ton) en valt ruimschoots binnen de maximaal toelaatbare trekkracht van 392 kN (= 39 ton);
7. De verwachte benodigde bentoniedruk bedraagt circa $480 \text{ kN/m}^2 \approx 4,8 \text{ bar}$;
8. Geadviseerd wordt om nabij het intrede- en uittredepunt, langzaam te boren om de kans op uitbraak van boorvloeistof te beperken;
9. Geadviseerd wordt om het chloridgehalte, calciumgehalte en zuurgraad van het werkwater te controleren alvorens de boorspoeling wordt aangemaakt;
10. Geadviseerd wordt om kortsluiting tussen het grondwater in het Holocene grondpakket en het grondwater in het Pleistoceen te voorkomen door middel van het toepassen van een kwelscherm van 1,4 m x 1,4 m met een kleikist van 2,0 m x 2,0 m x 1,0 m;
11. Opgemerkt wordt dat het bodemonderzoek (nog) niet voldoet aan de normen van ProRail;
12. Voorafgaande aan de boring dient nader te worden bekeken of additieven in de bentoniet noodzakelijk zijn.

Het ontwerp van de gestuurde boring is weergegeven op ontwerptekeningen R380N-TEK-0047 en R380N-TEK-0074.



Referenties

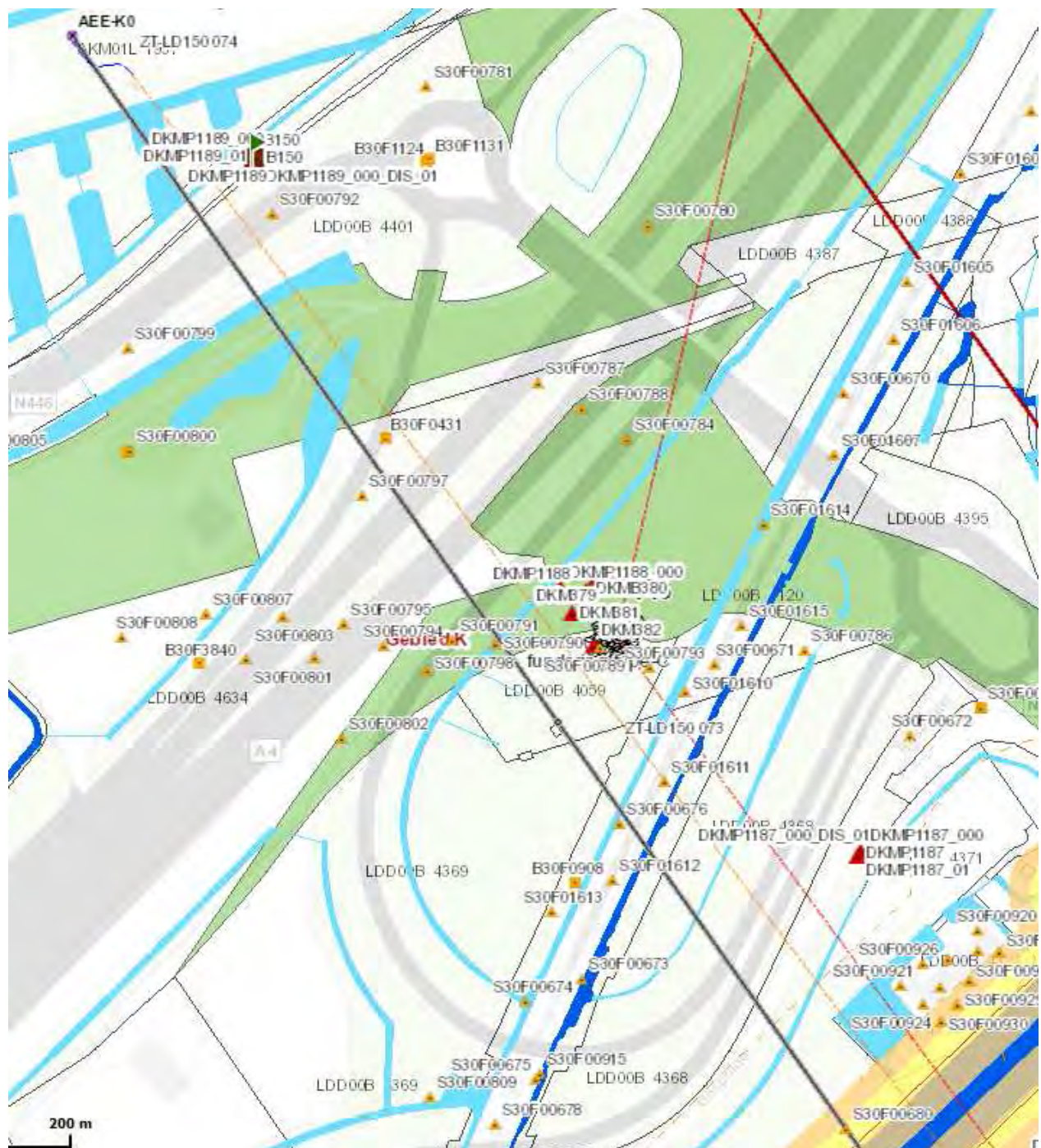
1. NEN-EN 1990, Grondslagen;
2. NEN-EN 1991, Belastingen op constructies;
3. NEN-EN 1997, Geotechnisch ontwerp;
4. NEN 3650-1, Eisen voor buisleidingsystemen;
5. NEN 3560-2, Eisen voor buisleidingsystemen: staal;
6. NEN 3650-3, Eisen voor buisleidingsystemen: kunststof;
7. NEN 3650-4, Eisen voor buisleidingsystemen: beton;
8. NEN 3651, Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken;
9. NPR 3659, Sterkteberekening ondergrondse pijpleidingen;
10. CUR 91-7, Vuist- en rekenregels voor grondconstructies op sterk samendrukbare ondergrond;
11. CUR 162, construeren met grond - grondconstructies op en in weinig draagkrachtige en sterk samendrukbare grond;
12. CUR 2003-7, Bepaling geotechnische parameters;
13. Richtlijn boortechnieken (RWS, 2004);
14. Technische Voorschriften bij vergunningen voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweg, Railinfrabeheer, 2002;
15. Boringen en persingen – eisen aan het maken van een goed werkplan, ProRail Ondergrondse Infra, versie D03 d.d. 27-1-2011;
16. www.dinoloket.nl;
17. Ontwerptekening, R380N-TEK-0047;
18. Ontwerptekening, R380N-TEK-0074.



6. BIJLAGEN

- Bijlage 1 Grondonderzoek
- Bijlage 2 Berekening aanlegfase
- Bijlage 3 Berekening bedrijfsfase
- Bijlage 4 Productblad Maxi-rig

BIJLAGE 1 GRONDONDERZOEK



Boorplan - HDD0.1 A4/HSL/Does

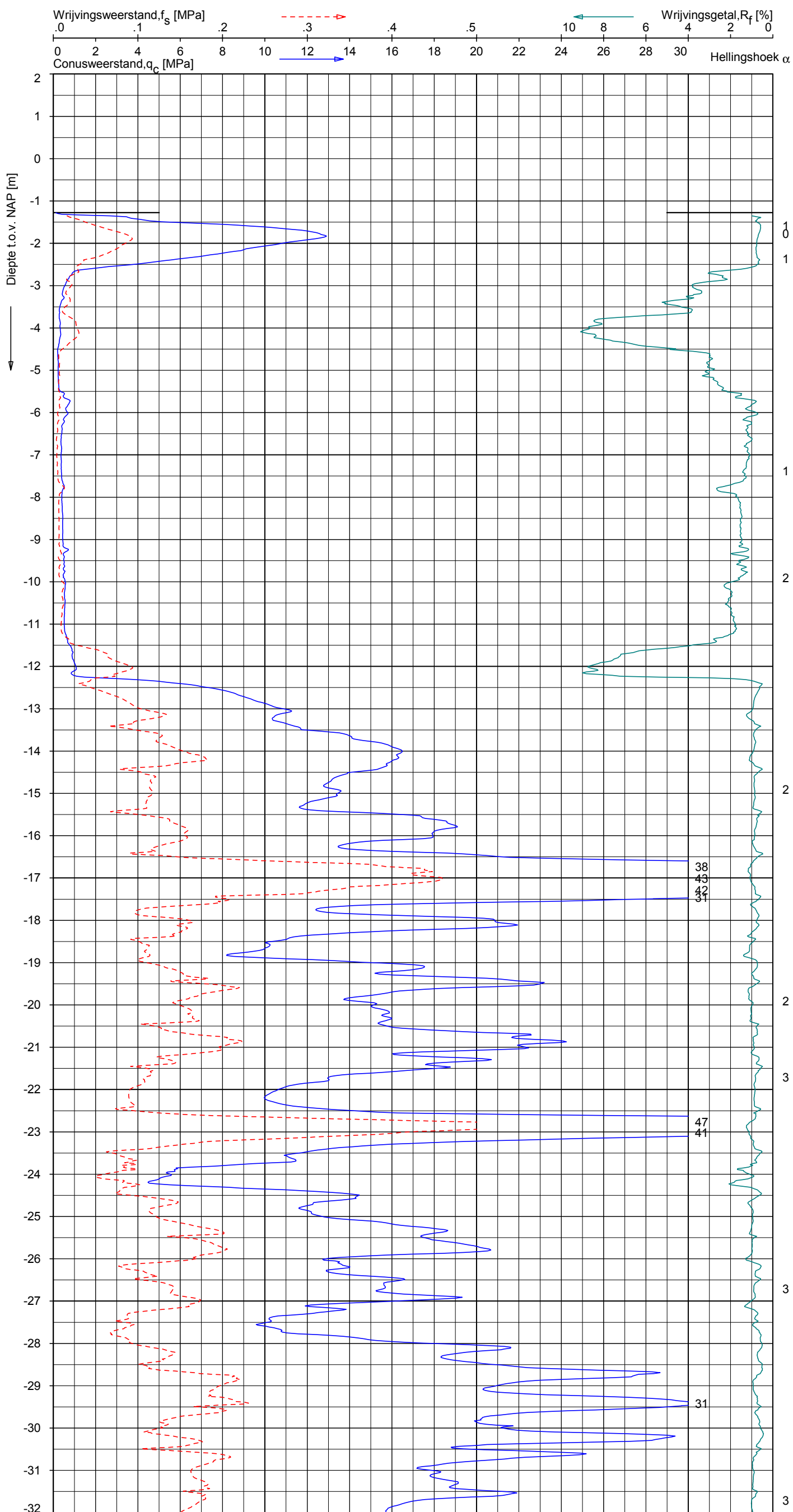
Randstad 380 kV Noordring



UNIPLOT 05.21.nl / QcfClass-N3.cmd / 2013-06-05 09:54:01

1010-0117-003

DKMP1189 - 1



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



Opg.: JSL d.d. 21-mei-2013 Coord.: X= 98086.2 m Y= 464339.5 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.27 m Conus: F7.5CKE2HAW₁/B P1 1701-2578 Toepassingsklasse 3. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1500 mm²; A_s = 19956 mm²



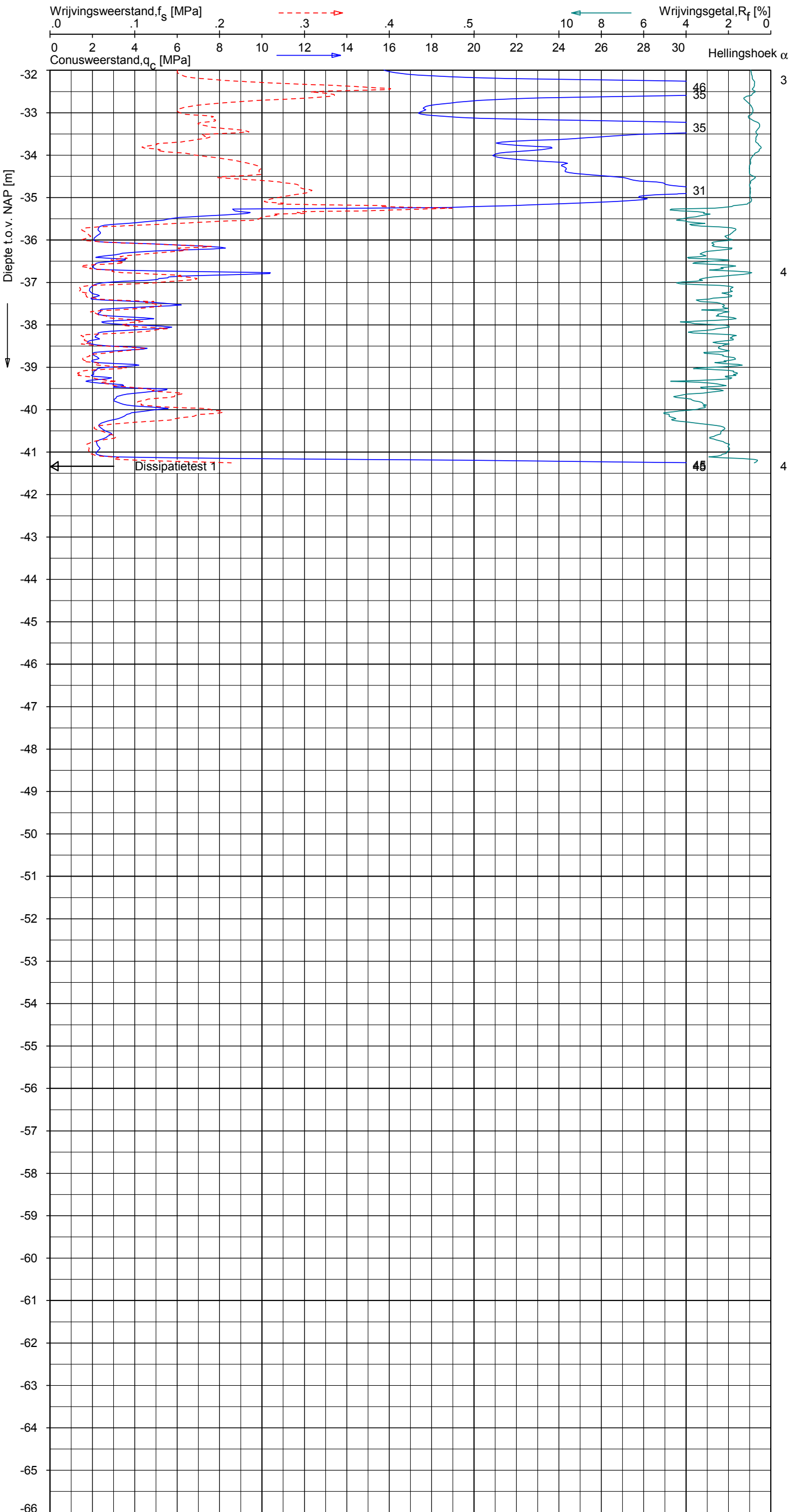
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
 Sond. DKMP1189

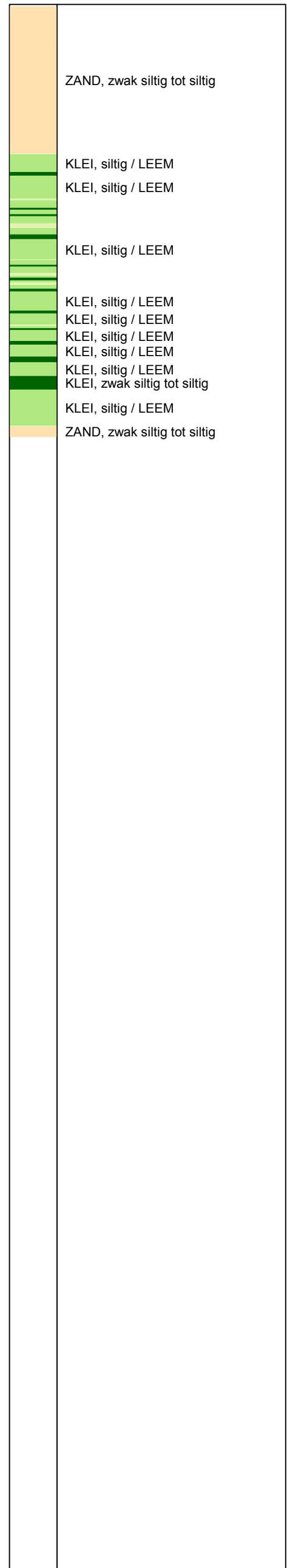
UNIPLOT 05.21.nl / QcfClass-N3.cmd / 2013-06-05 09:54:02

1010-0117-003

DKMP1189 - 2



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



Opg.: JSL d.d. 21-mei-2013 Coord.: X= 98086.2 m Y= 464339.5 m Systeem: RD
 Get.: VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.27 m Conus: F7.5CKE2HAW₁/B P1 1701-2578
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 3. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1500 \text{ mm}^2$; $A_s = 19956 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

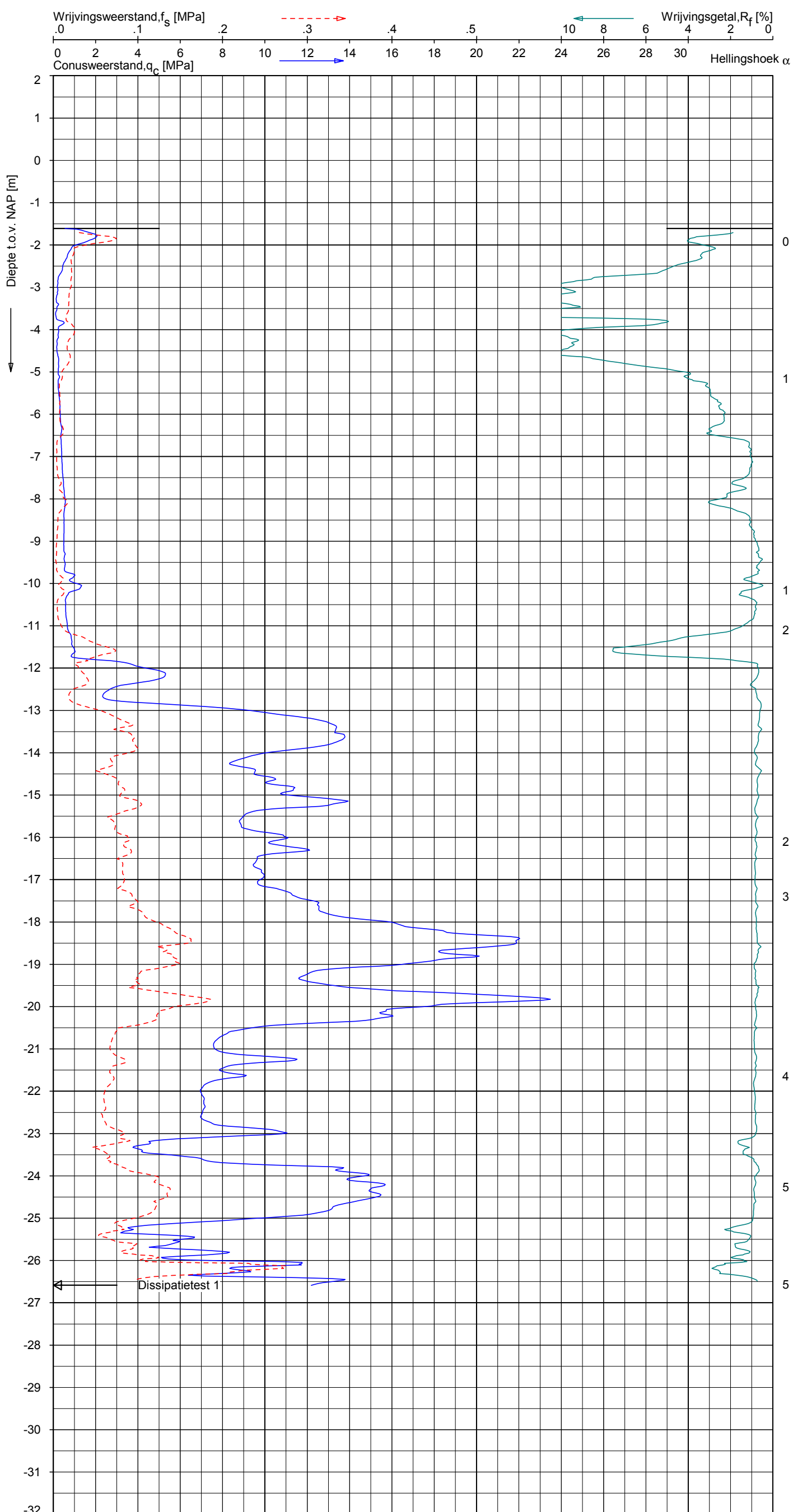
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
 Sond. DKMP1189

UNIPLOT 05.22.nl / QcfClass-N3.cmd / 2013-08-27 13:21:10

1010-0117-003

DKMP1185 - 1



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



Opg.: DMB/JLA d.d. 01-aug-2013 Coord.: X= 98625.3 m Y= 463589.1 m Systeem: RD
 Get.: VALKF d.d. 26-aug-2013 MV = NAP -1.61 m Conus: F7.5CKE2HAW₁/B P1 1701-2130
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 3. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1500 mm²; A_s = 19956 mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

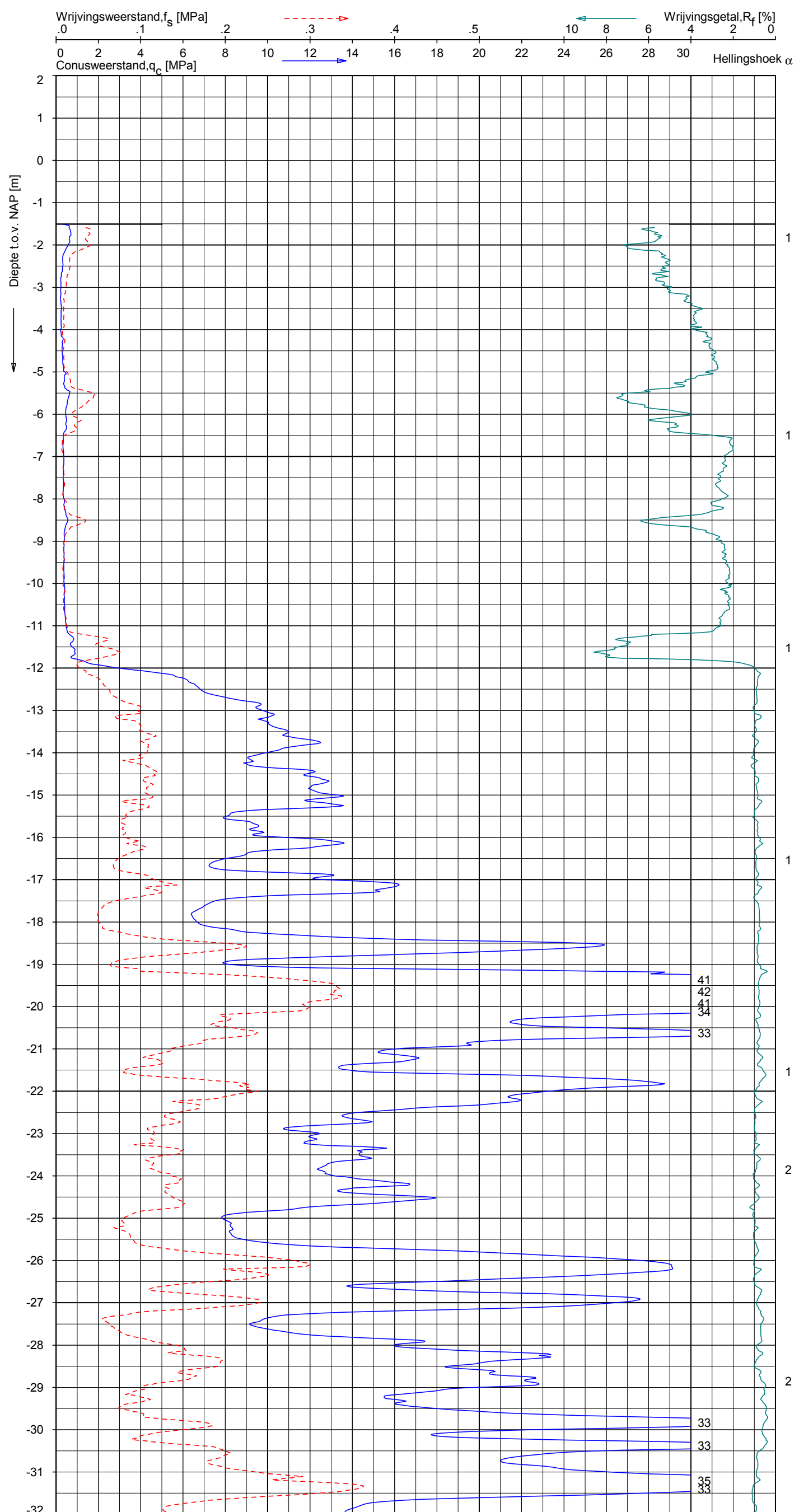
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
 Sond. DKMP1185

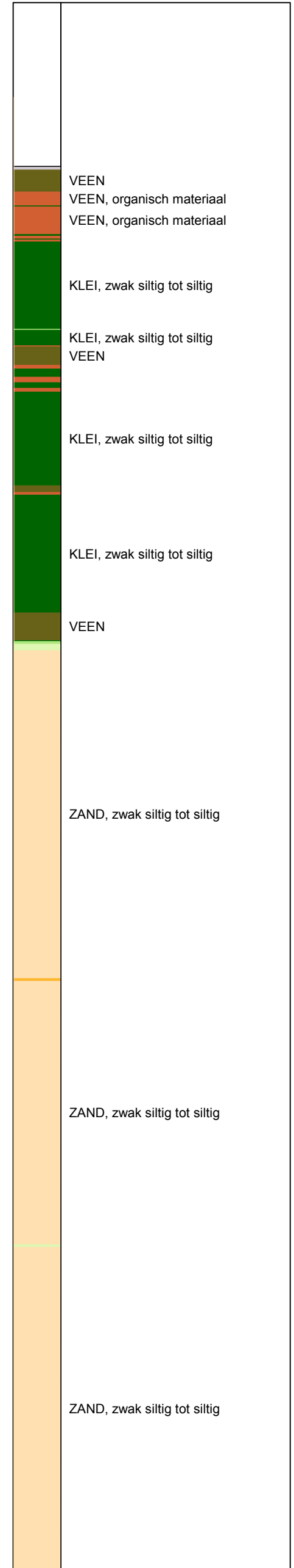
UNIPLOT 05.22.nl / QcfClass-N3.cmd / 2013-06-05 11:36:46

1010-0117-003

DKM385 - 1



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



Opg. : JBL/JSK d.d. 23-apr-2013 Coord.: X= 98467.4 m Y= 463804.4 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.51 m Conus: F7.5CKE2H/A/B 1701-1727 Toepassingsklasse 3. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1500 mm²; A_s = 19956 mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

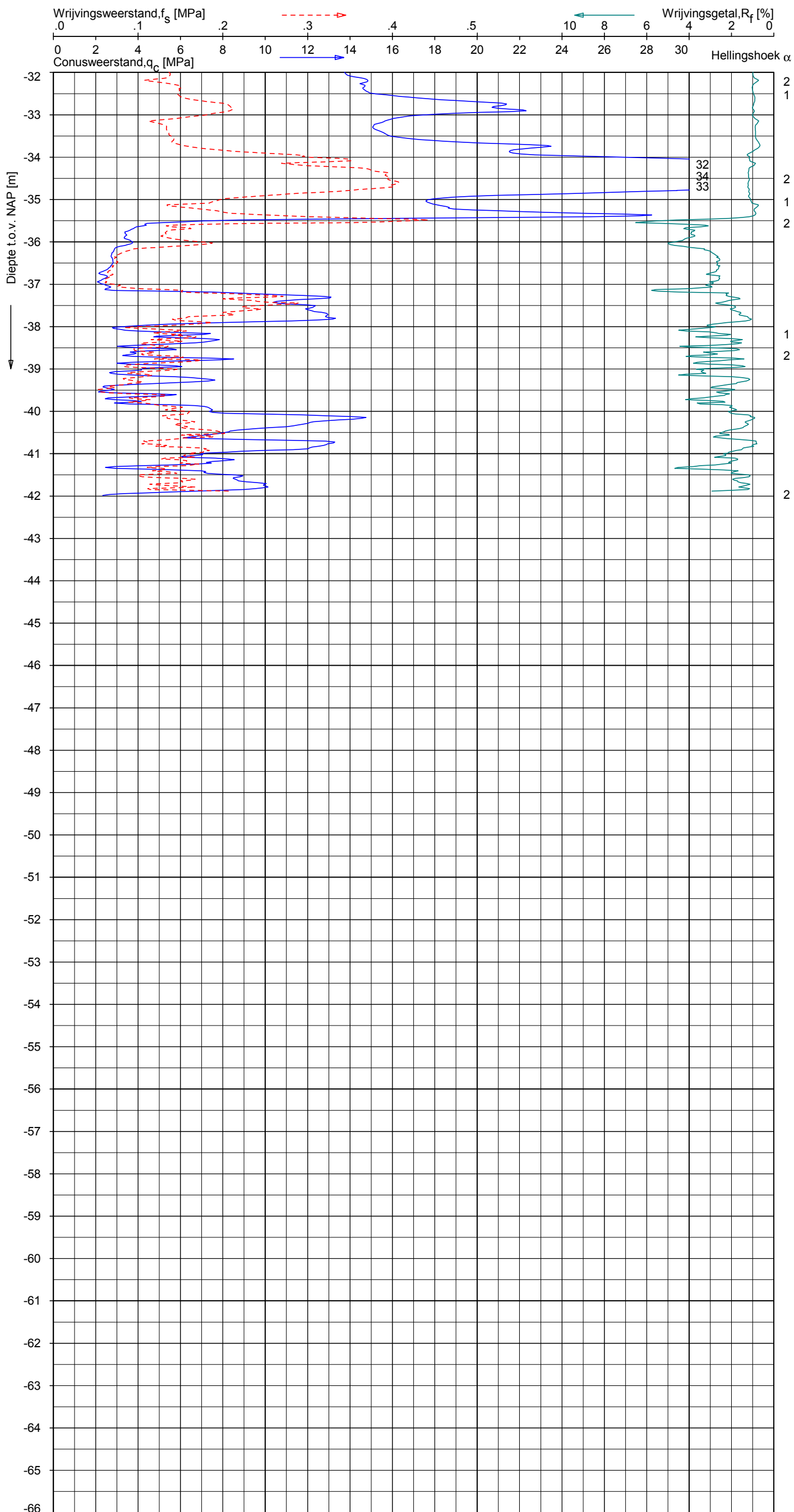
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
 Sond. DKM385

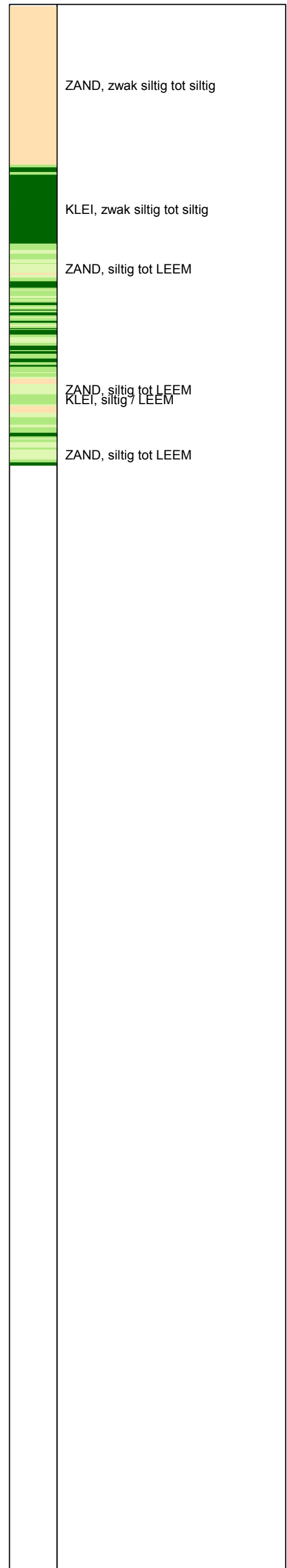
UNIPLOT 05.22.nl / QcfClass-N3.cmd / 2013-06-05 11:36:46

1010-0117-003

DKM385 - 2



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



Opg. : JBL/JSK d.d. 23-apr-2013 Coord.: X= 98467.4 m Y= 463804.4 m System: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.51 m Conus: F7.5CKE2HA/B 1701-1727 Toepassingsklasse 3. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1500 mm²; A_s = 19956mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

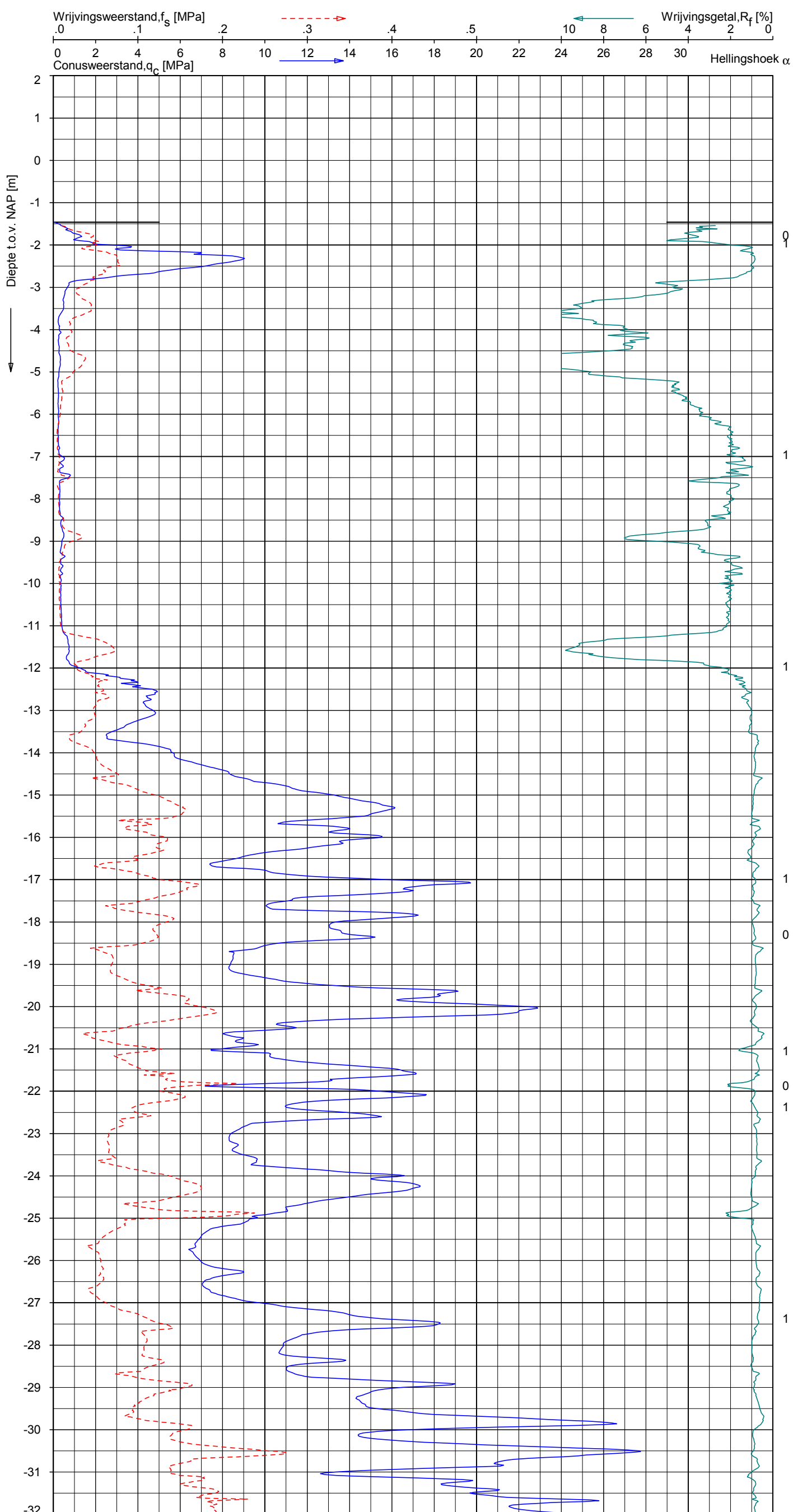
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
 Sond. DKM385

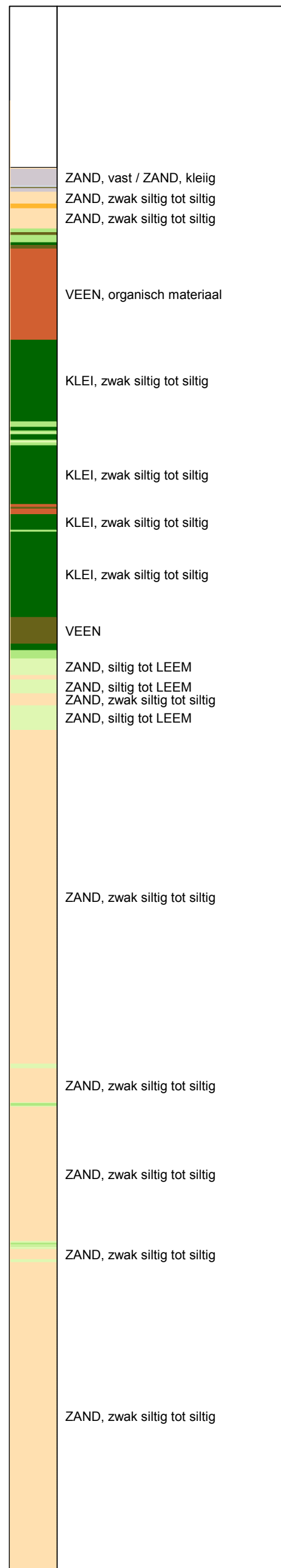
UNIPLOT 05.21.nl / QcfClass-N3.cmd / 2013-06-05 09:31:02

1010-0117-003

DKM381 - 1



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



Opdr.: JSL/PRV d.d. 22-mei-2013 Coord.: X= 98244.5m Y= 464107.6m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.46m Conus: F7.5CKE2HA/B 1701-1314 Toepassingsklasse 3. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1500 mm²; A_s = 19956 mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

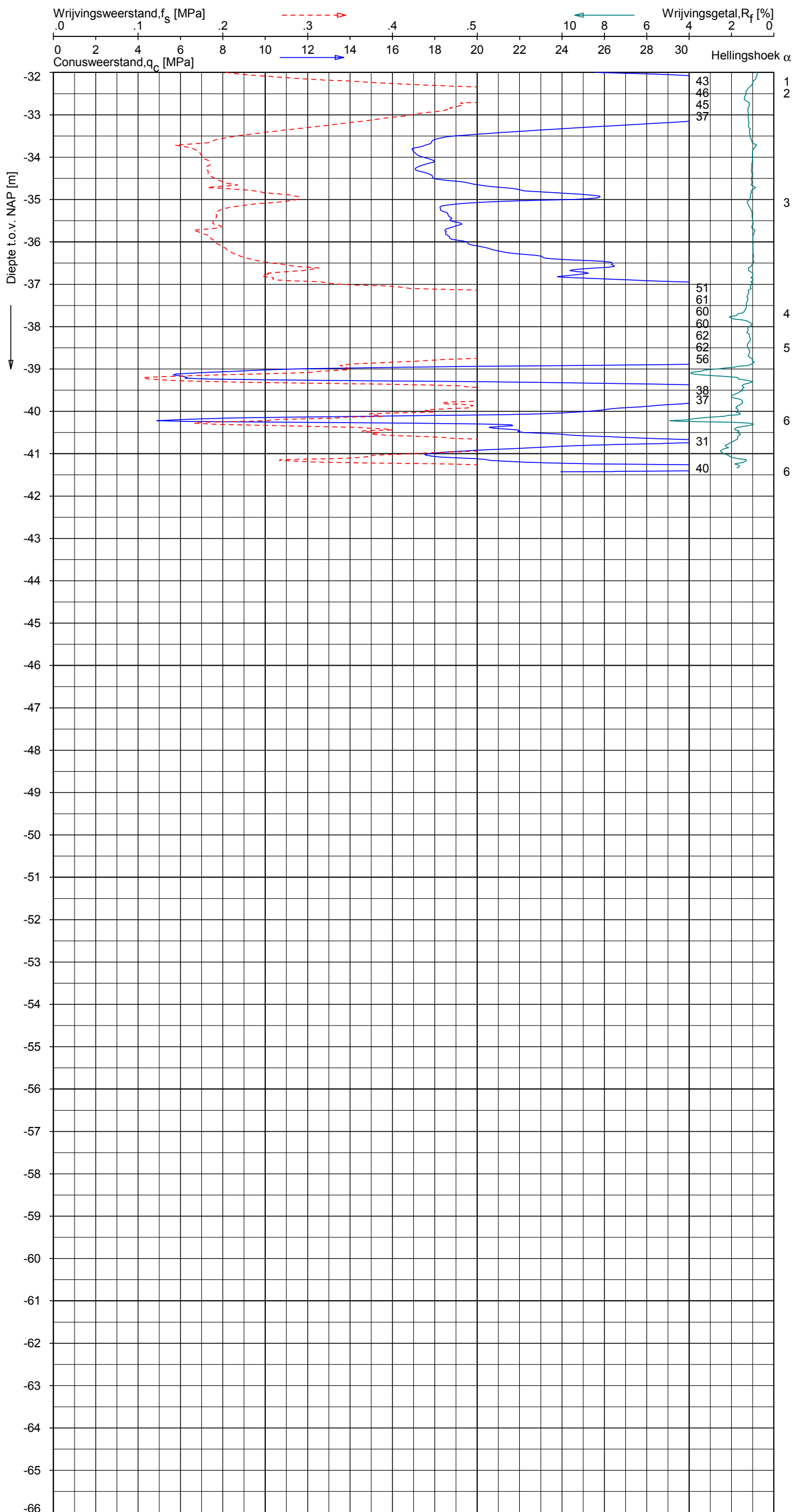
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
 Sond. DKM381

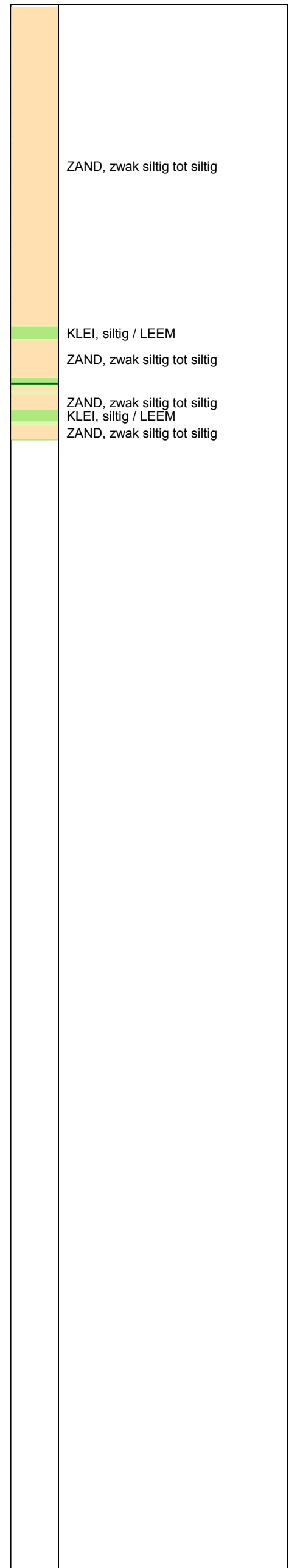
UNIPLOT 05.21.nl / QcfClass-N3.cmd / 2013-06-05 09:31:02

1010-0117-003

DKM381 - 2



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



Opg.: JSL/PRV d.d. 22-mei-2013 Coord.: X= 98244.5 m Y= 464107.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.46 m Conus: F7.5CKE2HA/B 1701-1314 Toepassingsklasse 3. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1500 mm²; A_s = 19956 mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
 Sond. DKM381

Boorplan - HDD0.1 A4/HSL/Does

Randstad 380 kV Noordring



BIJLAGE 2 BEREKENING AANLEGFASE

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: BAM Infratechniek
Datum van rapport: 7-11-2013
Tijd van rapport: 11:15:06
Bestandsnaam: M:\L150KV01 A4-HSL - Does\DO++HDD-01A A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 4
2.1 Gebruikt model 4
2.2 Laagscheidingen 4
2.3 PN-Lijnen 12
2.4 Freatische Lijn 13
2.5 Grondprofielen 13
2.6 Grenslagen 13
2.7 Configuratie van de Pijpleiding 13
2.8 Berekenings Verticalen 14
2.9 Materiaaltypen 16
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding 17
2.11 Gegevens voor Leidingberekening 18
2.12 Geometrie 19
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail 19
2.12.2 Geometrie Bovenanzicht 19
2.13 Boorvoelstofdruk Gegevens 20
2.14 Factoren 20
3 Boorvoelstofdrukken 21
3.1 Boorvoelstofdruk Gegevens 21
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvoelstofdruk 29
3.3 Boorvoelstofdruk Grafieken 32
3.3.1 Boorvoelstofdrukken tijdens Pilotboring 32
3.3.2 Boorvoelstofdrukken tijdens Voorruimen 33
3.3.3 Boorvoelstofdrukken tijdens Ruim- en Intrekeroperatie 33
4 Grondmechanische Parameters 34
4.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 34
4.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 39
4.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 45
4.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 51
5 Gegevens voor Spanningsanalyse 57
5.1 Algemene gegevens 57
5.2 Ballasten Leiding 57
5.3 Trekkraftberekening 57
6 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekeroperatie 60
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekeroperatie 60
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 60
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 60
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 60
6.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 61
6.3.1 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 61
7 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekeroperatie 62
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekeroperatie 63
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 63
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 63
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 63
7.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 64
7.3.1 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 64
8 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekeroperatie 66
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekeroperatie 66
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 66
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 66
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 66
8.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 67
8.3.1 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 67

9 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
9.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
9.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekeroperatie 68
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekeroperatie 69
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 69
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 69
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 69
9.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 70
9.3.1 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 70

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]			
34 - X -	-32.500	0.000	15.221	17.426
34 - X -	-32.500	0.000	15.221	17.675
34 - Y -	-1.249	-1.249	-1.203	-2.700
34 - Y -	-1.249	-1.249	-1.203	-2.869
34 - Y -	24.144	24.368	26.422	64.346
34 - Y -	24.144	24.368	26.422	122.880
34 - Y -	-2.869	-2.700	-1.153	-1.045
34 - Y -	-2.869	-2.700	-1.153	-0.859
34 - X -	122.881	127.708	130.843	130.986
34 - X -	122.881	127.708	130.843	136.151
34 - Y -	-0.859	-0.782	-2.778	-2.869
34 - Y -	-0.859	-0.782	-2.778	-2.869
34 - X -	136.267	139.445	172.413	174.834
34 - X -	136.267	139.445	172.413	185.234
34 - Y -	-2.789	-0.593	-0.062	-2.868
34 - Y -	-2.789	-0.593	-0.062	-2.863
34 - X -	186.651	188.299	305.672	331.943
34 - X -	186.651	188.299	305.672	334.641
34 - Y -	-1.548	-1.548	-2.081	-1.548
34 - Y -	-1.548	-1.548	-2.081	-1.999
34 - X -	335.257	335.302	336.322	336.369
34 - X -	335.257	335.302	336.322	337.066
34 - Y -	-2.809	-2.869	-2.863	-2.809
34 - Y -	-2.809	-2.869	-2.863	-2.008
34 - X -	340.018	424.790	426.280	426.456
34 - X -	340.018	424.790	426.280	429.939
34 - Y -	1.384	-0.335	-2.599	-2.867
34 - Y -	1.384	-0.335	-2.599	-2.862
34 - X -	430.158	432.176	441.011	447.424
34 - X -	430.158	432.176	441.011	456.100
34 - Y -	-2.629	-0.485	-0.925	-0.925
34 - Y -	-2.629	-0.485	-0.925	-0.970
34 - X -	458.418	458.499	461.861	461.936
34 - X -	458.418	458.499	461.861	463.655
34 - Y -	-2.786	-2.850	-2.850	-2.778
34 - Y -	-2.786	-2.850	-2.850	-1.123
34 - X -	475.290	494.515	496.999	497.213
34 - X -	475.290	494.515	496.999	498.337
34 - Y -	-1.359	-0.957	-2.700	-2.850
34 - Y -	-1.359	-0.957	-2.700	-2.849
34 - X -	498.540	501.034	526.872	526.873
34 - X -	498.540	501.034	526.872	572.668
34 - Y -	-2.697	-0.820	-0.279	-0.279
34 - Y -	-2.697	-0.820	-0.279	0.459
34 - X -	575.102	575.366	576.491	576.729
34 - X -	575.102	575.366	576.491	578.988
34 - Y -	-2.527	-2.850	-2.849	-2.523
34 - Y -	-2.527	-2.850	-2.849	0.561
34 - X -	593.484	595.913	596.187	631.638
34 - X -	593.484	595.913	596.187	631.896
34 - Y -	-2.894	-2.894	-2.894	-2.894
34 - X -	634.132	653.019	653.621	653.642
34 - X -	634.132	653.019	653.621	689.571
34 - Y -	0.424	0.116	-2.352	-2.439
34 - Y -	0.424	0.116	-2.352	-2.439
34 - X -	691.796	691.799	691.829	692.162
34 - X -	691.796	691.799	691.829	721.776
34 - Y -	-2.439	-2.422	-2.267	-0.525
34 - Y -	-2.439	-2.422	-2.267	-1.009
34 - X -	739.267	756.788	778.146	779.222
34 - X -	739.267	756.788	778.146	779.412
34 - Y -	0.455	1.921	0.784	-2.304
34 - Y -	0.455	1.921	0.784	-2.850
34 - X -	780.460	780.670	781.787	788.399
34 - X -	780.460	780.670	781.787	789.437
34 - Y -	-2.850	-2.307	0.591	0.239
34 - Y -	-2.850	-2.307	0.591	-2.323
34 - X -	789.653	790.701	790.917	791.898
34 - X -	789.653	790.701	790.917	805.270
34 - Y -	-2.850	-2.850	-2.326	0.052
34 - Y -	-2.850	-2.850	-2.326	-0.659
34 - X -	823.902	824.532	824.726	825.774
34 - X -	823.902	824.532	824.726	825.994
34 - Y -	-0.880	-2.387	-2.850	-2.850
34 - Y -	-0.880	-2.387	-2.850	-2.390
34 - X -	826.699	855.032	887.546	
34 - Y -	-0.913	-1.249	-1.249	
33 - X -	-32.500	17.426	17.426	24.144
33 - X -	-32.500	17.426	17.426	24.368
33 - Y -	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869
33 - Y -	-2.700	-2.700	-2.869	-2.700
33 - X -	26.422	64.346	122.880	122.881
33 - X -	26.422	64.346	122.880	127.708
33 - Y -	-1.153	-1.045	-0.859	-0.859
33 - Y -	-1.153	-1.045	-0.859	-0.782
33 - X -	130.843	130.986	136.151	136.267
33 - X -	130.843	130.986	136.151	139.445
33 - Y -	-2.778	-2.869	-2.869	-2.789
33 - Y -	-2.778	-2.869	-2.869	-0.593
33 - X -	172.413	174.834	185.234	186.651
33 - X -	172.413	174.834	185.234	188.299
33 - Y -	-0.062	-2.868	-2.863	-1.450
33 - Y -	-0.062	-2.868	-2.863	-2.493
33 - X -	305.672	331.943	334.641	335.257
33 - X -	305.672	331.943	334.641	335.302
33 - Y -	2.081	1.548	-1.999	-2.809
33 - Y -	2.081	1.548	-1.999	-2.869
33 - X -	336.322	336.369	337.066	340.018
33 - X -	336.322	336.369	337.066	424.790
33 - Y -	-2.863	-2.809	-2.008	1.384
33 - Y -	-2.863	-2.809	-2.008	-0.335
33 - X -	426.280	426.456	429.939	430.158
33 - X -	426.280	426.456	429.939	432.176
33 - Y -	-2.599	-2.867	-2.862	-2.629
33 - Y -	-2.599	-2.867	-2.862	-0.485
33 - X -	441.011	447.424	456.100	458.418
33 - X -	441.011	447.424	456.100	458.499

Naam	Gamma onverz [kN/m ²]	Gamma verz [kN/m ²]	Cohesie [kN/m ²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m ²]	Cu onder [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod onder [kN/m ²]
Zand matig	18.00	20.00	0.00	32.50	40.00	40.00	45000	45000
Zand vast	19.00	21.00	0.00	35.00	0.00	0.00	75000	75000
Zand zwak siltig	18.00	20.00	0.00	27.00	30.00	30.00	35000	35000
Zand sterk siltig	18.00	20.00	0.00	25.00	30.00	30.00	15000	15000
Leem slap, zwak...	19.00	19.00	0.20	27.50	50.00	50.00	2000	2000
Leem matig, zwak...	20.00	20.00	1.00	27.50	100.00	100.00	3000	3000
Leem vast, zwak...	21.00	21.00	2.50	27.50	200.00	200.00	5000	5000
Leem sterk zan...	19.00	19.00	0.00	27.50	50.00	50.00	3000	3000
Klei slap	14.00	14.00	1.00	17.50	25.00	25.00	1000	1000
Klei matig	17.00	17.00	5.00	17.50	50.00	50.00	2000	2000
Klei vast	19.00	19.00	13.00	17.50	100.00	100.00	4000	4000
Klei slap, zwak ...	15.00	15.00	0.00	22.50	40.00	40.00	1500	1500
Klei matig, zwak ...	18.00	18.00	5.00	22.50	80.00	80.00	3000	3000
Klei vast, zwak ...	20.00	20.00	13.00	22.50	120.00	120.00	5000	5000
Klei sterk zandig	18.00	18.00	0.00	27.50	50.00	50.00	2000	2000
Klei slap, organi...	13.00	13.00	0.00	15.00	10.00	10.00	500	500
Klei matig, orga...	15.00	15.00	0.00	15.00	25.00	25.00	1000	1000
Veen slap	10.00	10.00	1.00	15.00	10.00	10.00	200	200
Veen matig	12.00	12.00	2.50	15.00	20.00	20.00	500	500

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
FLM2	-	-	0.00
Grind los, zwak ...	-	-	0.23
Grind matig, zw...	-	-	0.23
Grind vast, zwak...	-	-	0.23
Grind los, sterk ...	-	-	0.23
Grind matig, ste...	-	-	0.23
Grind vast, sterk...	-	-	0.23
Zand los	-	-	0.32
Zand matig	-	-	0.30
Zand vast	-	-	0.28
Zand zwak siltig	-	-	0.35
Zand sterk siltig	-	-	0.45
Leem slap, zwak ...	-	-	0.40
Leem matig, zw...	-	-	0.40
Leem vast, zwak...	-	-	0.40
Leem sterk zan...	-	-	0.40
Klei slap	-	-	0.45
Klei matig	-	-	0.45
Klei vast	-	-	0.45
Klei slap, zwak ...	-	-	0.40
Klei matig, zwak...	-	-	0.40
Klei vast, zwak ...	-	-	0.40
Klei sterk zandig	-	-	0.40
Klei slap, organi...	-	-	0.45
Klei matig, orga...	-	-	0.45
Veen slap	-	-	0.48
Veen matig	-	-	0.48

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1	Polyetheen
Materiaal	PE100
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.0 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m ³]

Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]
Invoergegevens leiding no. 2	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.0 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]

Invoergegevens leiding no. 3	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.0 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]

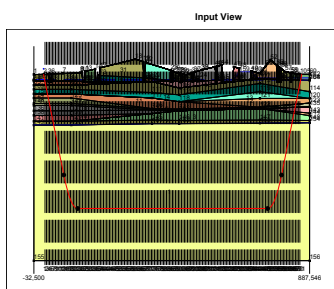
Invoergegevens leiding no. 4	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.0 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100 [%]
Volumegewicht vloeistof	10.00 [kN/m ³]
Relatieve verplaatsing	10.00 [mm]
Samendrukingsconstante	6.00 [-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500.00 [kN/m ²]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15.00 [graden]
Cohesie boorvloeistof	5.00 [kN/m ²]
Opleghoek	30 [graden]
Belastingshoek	30 [graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0.10 [-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0.000500 [N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0.20 [-]
Speciale spanningsanalyse	niet gebruikt

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenanzicht

Top View

2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0.405 [m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0.114 [m]
Diameter boorgat voorruimen	0.650 [m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0.114 [m]
Diameter uiteindelijke boorgat	0.650 [m]
Uitwendige diameter leiding	0.400 [m]
Debiet tijdens pilotboring	400.2 [liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	750.0 [liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	3000.0 [liter/minute]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0.30 [-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0.20 [-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0.20 [-]
Volumegewicht boorvloeistof	11.1 [kN/m ³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0.014 [kN/m ²]
Viscositeit boorvloeistof	0.000040 [kN.s/m ²]

2.14 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3.0 [-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1.5 [-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht	
materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1.10 [-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1.40 [-]
Onzekerheidsfactor Phi	1.10 [-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1.25 [-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1.80 [-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1.60 [-]
Onzekerheidsfactor Qn	1.10 [-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1.40 [-]
Importantie factor (S)	1.00 [-]
Volumegewicht water	10.00 [kN/m ³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0.67 [-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0.50 [-]

Table with columns: Verticaal nr., P.v.p [kN/m²], P.v.n [kN/m²], Ph.n [kN/m²], P.v.r.n [kN/m²], kv.top [kN/m²]. Rows 100 to 164.

Table with columns: Verticalaal nr., P.v.p [kN/m²], P.v.n [kN/m²], Ph.n [kN/m²], P.v.r.n [kN/m²], kv.top [kN/m²]. Rows 165 to 555.

Table with columns: Verticaal nr., dv [mm], kv [kN/m²], P.v.e [kN/m²], kh [kN/m²], Ph.e [kN/m²], tmax [kN/m²], dmax [mm]. Rows 56 to 120.

Table with columns: Verticalaal nr., dv [mm], kv [kN/m²], P.v.e [kN/m²], kh [kN/m²], Ph.e [kN/m²], tmax [kN/m²], dmax [mm]. Rows 121 to 171.

Maximale grondbelasting : P.v.n, max = 298 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : P.v.n, max = 28 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	: NPipes= 4 [-]
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	: gamma_b = 11,10 kN/m³
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	: f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	: f2 = 0,000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	: f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 280752 kN/m³

5.2 Ballasten Leiding

Het opdivend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingspercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal.

Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	: 140	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	: 124	[kg/m]
Resultaat	: 16	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 N/mm²)
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkraft in de leiding. De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.

Bij het berekenen van de trekkraften wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkraft wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkraft (kN)
T1	0	35
T2	71	40
T3	118	48
T4	752	95
T5	799	107
T6	870	112

7-11-2013

M:\..HDD-01A A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 57

De berekende waarden van de trekkraft zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 0,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00 (alleen voor staal).

7-11-2013

M:\..HDD-01A A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 58

6 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidenteleddruk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteleddruk	: sf = 1,00
Lengte leiding	: L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	: S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	: S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constante van Poisson	: nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: kt = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 554260 kN/m³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet.

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:		
$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot tb)/(0,91 \cdot R \cdot \text{rol} \cdot Wb)$	=	0,5 [N/mm²]
$\text{Sigma}_t = T1/A$	=	1,5 [N/mm²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,8 [N/mm²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7-11-2013

M:\..HDD-01A A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 59

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot tb)/(0,91 \cdot R \cdot \text{min} \cdot Wb)$	=	0,9	N/mm²
$\text{Sigma}_t = T \cdot \text{max}/A$	=	4,9	N/mm²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	5,4	N/mm²

Tangentele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot E \cdot I)/(0,91 \cdot \text{Do} \cdot R)$$

$$\text{Lambda} = (kv \cdot \text{Do})/(4 \cdot E \cdot I)^{0,25} = 5,1 \cdot E^{-3} \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01163 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot \text{Do} = 0,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 0,7 \text{ N/mm}^2$$

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

$$\text{Sigma}_{py} = pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsfase met Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot tb)/(0,91 \cdot R \cdot \text{min} \cdot Wb) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot \text{Do} = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot \text{Do} = 2,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 2,0 \text{ N/mm}^2$$

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsfase met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot tb)/(0,91 \cdot R \cdot \text{rol} \cdot Wb) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk:

$$\text{Sigma}_{py} = pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{Temp} = Dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha} \cdot g \cdot E = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

7-11-2013

M:\..HDD-01A A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 60

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3
Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²
Tangentiele spanning:
Sigma_qr = k' qr (rg/Ww) Do = 0,4 N/mm²
Sigma_qn = k qn (rg/Ww) Do = 2,6 N/mm²
Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000
Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr Sigma_qr) + (Frr Sigma_qn)) = 2,0 N/mm²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

- Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor
Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor
Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor
Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

Table with 7 columns: Spanning, Max toelaatbare spanning [N/mm²], Spannings combinatie1A, Spannings combinatie1B, Spannings combinatie2, Spannings combinatie3, Spannings combinatie4. Rows include Sigma_ptest, Sigma_py, Sigma_axiaal, Sigma_lang, and Sigma_lang...

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflexie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflexie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflexie is toelaatbaar. De maximaal toelaatbare deflexie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflexie is toelaatbaar.

6.3.4 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfsvoering wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3
7 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2
7.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2
De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Rekenfactor aanlegbelasting : sf = 1,00
Rekenfactor qn : sf = 1,00
Leiding materiaal : Polyetheen PE100
Buiten- diameter : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Ontwerpdruk : pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdrk : sf = 1,00
incidentiedruk : pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie : T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidentieledruk : sf = 1,00
Lengte leiding : L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort) : E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang) : E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort) : S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang) : S = 8 N/mm²
Importantie factor (S) : S = 1,00
Constante van Poisson : nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn : sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv : sf = 0,0
Minimale kromtestraal : R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal : sf = 1,1
Opleghoek : beta = 30 graden
Belastingshoek : alpha = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect) : kt = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect) : kb = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct) : kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct) : kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect) : ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct) : ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting : Pv,r,n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante : kv, max = 554260 kN/m³

7.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E * lb) / (0,91 * Rmin * Wb) = 0,5 [N/mm²]

Sigma_t = T1/A = 1,5 [N/mm²]

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 1,8 [N/mm²]

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie
Axiale spanning:
Sigma_b = Mb/Wb = (E * lb) / (0,91 * Rmin * Wb) = 0,9 N/mm²
Sigma_t = Tmax/A = 4,9 N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 5,4 N/mm²
Tangentiele spanning:
Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):
qr = kv * Y = (0,322 * Lambda^2 * E * I) / (0,91 * Do * R)
Lambda = (kv * Do) / (4 * E * I) ^ 0,25 = 5,1E-3 mm-1
q = 0,01163 N/mm²
Sigma_qr = k' qr (rg/Ww) Do = 0,7 N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 0,7 N/mm²

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:
Sigma_py = pd * ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²
Sigma_px = 0,5 * Sigma_py = 0,0 N/mm²
Sigma_ptest = pt * ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsvoering in Drukloze Situatie

Axiale spanning:
Sigma_b = Mb/Wb = (E * lb) / (0,91 * Rmin * Wb) = 0,3 N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²
Tangentiele spanning:
Sigma_qr = k' qr (rg/Ww) Do = 0,4 N/mm²
Sigma_qn = k qn (rg/Ww) Do = 2,6 N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 2,0 N/mm²

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsvoering met Inwendige Druk

Axiale spanning:
Sigma_b = Mb/Wb = (E * lb) / (0,91 * Rmin * Wb) = 0,3 N/mm²
Ten gevolge van inwendige druk:
Sigma_py = pd * ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²
Sigma_px = 0,5 * Sigma_py = 0,0 N/mm²
Sigma_ptest = pt * ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E = 0,0 N/mm²

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3
Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²
Tangentiele spanning:
Sigma_qr = k' qr (rg/Ww) Do = 0,4 N/mm²
Sigma_qn = k qn (rg/Ww) Do = 2,6 N/mm²
Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000
Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr Sigma_qr) + (Frr Sigma_qn)) = 2,0 N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 2,0 N/mm²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

- Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor
Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor
Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor
Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

Table with 7 columns: Spanning, Max toelaatbare spanning [N/mm²], Spannings combinatie1A, Spannings combinatie1B, Spannings combinatie2, Spannings combinatie3, Spannings combinatie4. Rows include Sigma_ptest, Sigma_py, Sigma_axiaal, Sigma_lang, and Sigma_lang...

Spanningen in de leiding [N/mm²]
De deflexie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflexie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflexie is toelaatbaar. De maximaal toelaatbare deflexie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflexie is toelaatbaar.

7.3.4 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfsvoering wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

8 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidenteleddruk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteleddruk	: sf = 1,00
Lengte leiding	: L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	: S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	: S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constante van Poisson	: nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alpha = 30 graden
Momentoëfficiënt grond top (indirect)	: kt = 0,078
Momentoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb = 0,179
Momentoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 554260 kN/m³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangegevend dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:		
$Sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot lb) / (0,91 \cdot Rrol \cdot Wb)$	=	0,5 [N/mm²]
$Sigma_t = T1/A$	=	1,5 [N/mm²]
Maximale axiale spanning $Sigma_a,max$	=	1,8 [N/mm²]
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.		

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:		
$Sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot lb) / (0,91 \cdot Rmin \cdot Wb)$	=	0,9 N/mm²
$Sigma_t = Tmax/A$	=	4,9 N/mm²
Maximale axiale spanning $Sigma_a,max$	=	5,4 N/mm²
Tangentele spanning:		
Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):		
$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot Lambda^2 \cdot E \cdot I) / (0,91 \cdot Do \cdot R)$	=	5,1E-3 mm-1
$Lambda = (kv \cdot Do) / (4 \cdot E \cdot I)^{0,25}$	=	0,01163 N/mm²
$Sigma_qr = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,7 N/mm²
Maximale tangentele spanning $Sigma_t,max$	=	0,7 N/mm²

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :		
$Sigma_py = pd \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2))$	=	0,0 N/mm²
$Sigma_px = 0,5 \cdot Sigma_py$	=	0,0 N/mm²
$Sigma_ptest = pt \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2))$	=	0,0 N/mm²

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsfase met Drukloze Situatie

Axiale spanning:		
$Sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot lb) / (0,91 \cdot Rmin \cdot Wb)$	=	0,3 N/mm²
Maximale axiale spanning $Sigma_a,max$	=	0,2 N/mm²
Tangentele spanning:		
$Sigma_qr = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,4 N/mm²
$Sigma_qn = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,6 N/mm²
Maximale tangentele spanning $Sigma_L,max$	=	2,0 N/mm²

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsfase met Inwendige Druk

Axiale spanning:		
$Sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot lb) / (0,91 \cdot Rrol \cdot Wb)$	=	0,3 N/mm²
Ten gevolge van inwendige druk :		
$Sigma_py = pd \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2))$	=	0,0 N/mm²
$Sigma_px = 0,5 \cdot Sigma_py$	=	0,0 N/mm²
$Sigma_ptest = pt \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2))$	=	0,0 N/mm²
$Sigma_Temp = Dt \cdot gamma_t \cdot alpha \cdot g \cdot E$	=	0,0 N/mm²

Maximale axiale spanning $Sigma_a,max$	=	0,2 N/mm²
Tangentele spanning:		
$Sigma_qr = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,4 N/mm²
$Sigma_qn = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,6 N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000
Rerounding factor F'rr	=	1,000
$Sigma_t,max = Sigma_py + (F'rr \cdot Sigma_qr) + (Frr \cdot Sigma_qn)$	=	2,0 N/mm²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

- Belasting combinatie 1
- $Sigma_AxMax < ShortStrength \cdot DamageFactor$
 - $Sigma_TanMax < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- Belasting combinatie 2
- $Sigma_ptest < LongStrength \cdot DamageFactor$
 - $Sigma_py < LongStrength \cdot DamageFactor$
- Belasting combinatie 3
- $Sigma_AxMax < LongStrength \cdot DamageFactor$
 - $Sigma_TanMax < LongStrength \cdot DamageFactor$
- Belasting combinatie 4
- $Sigma_AxMax < LongStrength \cdot DamageFactor$
 - $Sigma_TanMax < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningsituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
$Sigma_ptest$ 10,00 (kort)	-	-	-	0,0	-	-
$Sigma_py$ 8,00 (lang)	-	-	-	0,0	-	-
$Sigma_axiaal$ 10,00 (kort)	-	1,8	5,4	-	-	-
$Sigma_axiaal$ 8,00 (lang)	-	-	-	-	0,2	0,2
$Sigma_tang...$ 10,00 (kort)	-	-	0,7	-	-	-
$Sigma_tang...$ 8,00 (lang)	-	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De defectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare defectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De defectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare defectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De defectie is toelaatbaar.

8.3.4 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfsfase wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

9 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidenteleddruk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteleddruk	: sf = 1,00
Lengte leiding	: L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	: S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	: S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constante van Poisson	: nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alpha = 30 graden
Momentoëfficiënt grond top (indirect)	: kt = 0,078
Momentoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb = 0,179
Momentoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 554260 kN/m³

9.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangegevend dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:		
$Sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot lb) / (0,91 \cdot Rrol \cdot Wb)$	=	0,5 [N/mm²]
$Sigma_t = T1/A$	=	1,5 [N/mm²]
Maximale axiale spanning $Sigma_a,max$	=	1,8 [N/mm²]
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.		

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{min} \cdot W_b) = 0,9 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{t1} = T_{max} / A = 4,9 \text{ N/mm}^2$
 Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max} = 5,4 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katem-5 D3.3):

$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \lambda \cdot E \cdot I) / (0,91 \cdot D_o \cdot R)$
 $\lambda = (kv \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 5,1E-3 \text{ mm}^{-1}$
 $qr = 0,01163 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,7 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,7 \text{ N/mm}^2$

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = pd \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{ptest} = pt \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{min} \cdot W_b) = 0,3 \text{ N/mm}^2$
 Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,4 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 2,6 \text{ N/mm}^2$
 Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max} = 2,0 \text{ N/mm}^2$

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 0,3 \text{ N/mm}^2$

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = pd \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{ptest} = pt \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{Temp} = Dt \cdot \gamma \cdot \alpha \cdot g \cdot E = 0,0 \text{ N/mm}^2$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$
 Tangentele spanning:
 $\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,4 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 2,6 \text{ N/mm}^2$
 Rerounding factor $F_{rr} = 1,000$
 Rerounding factor $F'_{rr} = 1,000$
 $\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + (F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn})$
 Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max} = 2,0 \text{ N/mm}^2$

9.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Belasting combinatie 1

$\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

$\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

$\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

$\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
 De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

9.3.4 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Einde Rapport

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: BAM Infratechniek
Datum van rapport: 7-11-2013
Tijd van rapport: 11:17:09
Bestandsnaam: M:\..150kV01 A4-HSL - Does\DO++HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

1 Inhoudsopgave

- 1 Inhoudsopgave 2
- 2 Invoergegevens 4
 - 2.1 Gebruikt model 4
 - 2.2 Laagscheidingen 4
 - 2.3 PN-Lijnen 12
 - 2.4 Freatische Lijn 13
 - 2.5 Grondprofielen 13
 - 2.6 Grenslagen 13
 - 2.7 Configuratie van de Pijpleiding 13
 - 2.8 Berekenings Verticalen 14
 - 2.9 Materiaaltypen 16
 - 2.10 Materiaalgegevens van de Leiding 17
 - 2.11 Gegevens voor Leidingberekening 18
 - 2.12 Geometrie 19
 - 2.12.1 Geometrie Sectie, Detail 19
 - 2.12.2 Geometrie Bovenanzicht 19
 - 2.13 Boorvoelstofdruk Gegevens 20
 - 2.14 Factoren 20
- 3 Boorvoelstofdrukken 21
 - 3.1 Boorvoelstofdruk Gegevens 21
 - 3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvoelstofdruk 29
 - 3.3 Boorvoelstofdruk Grafieken 32
 - 3.3.1 Boorvoelstofdrukken tijdens Pilotboring 32
 - 3.3.2 Boorvoelstofdrukken tijdens Voorruimen 33
 - 3.3.3 Boorvoelstofdrukken tijdens Ruim- en Intrekeroperatie 33
- 4 Grondmechanische Parameters 34
 - 4.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 34
 - 4.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 39
 - 4.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 45
 - 4.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 51
- 5 Gegevens voor Spanningsanalyse 57
 - 5.1 Algemene gegevens 57
 - 5.2 Ballasten Leiding 57
 - 5.3 Trekkraftberekening 57
- 6 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
 - 6.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
 - 6.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
 - 6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekeroperatie 60
 - 6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekeroperatie 60
 - 6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 60
 - 6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 60
 - 6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 60
 - 6.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 61
 - 6.3.1 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 61
- 7 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
 - 7.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
 - 7.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
 - 7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekeroperatie 62
 - 7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekeroperatie 63
 - 7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 63
 - 7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 63
 - 7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 63
 - 7.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 64
 - 7.3.1 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 64
- 8 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
 - 8.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
 - 8.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
 - 8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekeroperatie 66
 - 8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekeroperatie 66
 - 8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 66
 - 8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 66
 - 8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 66
 - 8.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 67
 - 8.3.1 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 67

- 9 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
 - 9.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
 - 9.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
 - 9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekeroperatie 68
 - 9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekeroperatie 69
 - 9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 69
 - 9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 69
 - 9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 69
 - 9.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 70
 - 9.3.1 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 70

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
34 - X -	-32.500	0.000	13.403	15.613	15.863
34 - Y -	-1.249	-1.249	-1.208	-2.700	-2.869
34 - X -	24.144	31.304	31.962	38.013	64.346
34 - Y -	-2.869	-2.869	-2.700	-1.146	-1.045
34 - X -	122.880	122.881	127.708	130.843	130.986
34 - Y -	-0.859	-0.859	-0.782	-2.778	-2.869
34 - X -	136.151	136.267	139.445	173.038	175.240
34 - Y -	-2.869	-2.789	-0.593	-0.062	-2.868
34 - X -	187.260	188.746	190.532	305.672	331.943
34 - Y -	-2.862	-1.458	0.229	2.081	1.548
34 - X -	334.641	335.257	335.302	336.322	336.369
34 - Y -	-1.999	-2.809	-2.869	-2.863	-2.809
34 - X -	337.066	340.018	424.790	426.280	426.456
34 - Y -	-2.008	1.384	-0.335	-2.599	-2.867
34 - X -	429.939	430.158	432.176	441.011	447.424
34 - Y -	-2.862	-2.629	-0.485	-0.925	-0.925
34 - X -	456.100	458.418	458.499	461.861	461.936
34 - Y -	-0.970	-2.786	-2.850	-2.850	-2.778
34 - X -	463.655	475.296	494.515	496.999	497.213
34 - Y -	-1.123	-1.359	-0.957	-2.700	-2.850
34 - X -	498.337	498.540	501.034	526.872	572.668
34 - Y -	-2.849	-2.697	-0.820	-0.279	0.459
34 - X -	575.102	575.366	576.491	576.729	578.988
34 - Y -	-2.527	-2.850	-2.849	-2.523	0.561
34 - X -	593.484	593.913	596.187	612.965	613.295
34 - Y -	0.794	-2.480	-2.849	-2.849	-2.438
34 - X -	615.459	653.019	653.621	653.642	689.571
34 - Y -	0.424	0.116	-2.352	-2.439	-2.439
34 - X -	691.796	691.799	691.829	692.162	721.776
34 - Y -	-2.439	-2.422	-2.267	-0.525	-1.009
34 - X -	739.267	756.788	778.146	779.222	779.412
34 - Y -	0.455	1.921	0.784	-2.304	-2.850
34 - X -	780.460	780.670	781.767	783.399	789.437
34 - Y -	-2.850	-2.307	0.591	0.239	-2.323
34 - X -	789.653	790.701	790.917	791.898	805.270
34 - Y -	-2.850	-2.850	-2.326	0.052	-0.659
34 - X -	823.902	824.532	824.726	825.774	825.994
34 - Y -	-0.880	-2.387	-2.850	-2.850	-2.390
34 - X -	826.699	855.032	887.546		
34 - Y -	-0.913	-1.249	-1.249		
33 - X -	-32.500	15.613	15.863	24.144	31.304
33 - Y -	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.869
33 - X -	31.962	38.013	64.346	122.880	122.881
33 - Y -	-2.700	-1.146	-1.045	-0.859	-0.859
33 - X -	127.708	130.843	130.986	136.151	136.267
33 - Y -	-0.782	-2.778	-2.869	-2.869	-2.789
33 - X -	139.445	173.038	175.240	187.260	188.746
33 - Y -	-0.593	-0.062	-2.868	-2.862	-1.458
33 - X -	190.532	305.672	331.943	334.641	335.257
33 - Y -	0.229	2.081	1.548	-1.999	-2.809
33 - X -	335.302	336.322	336.369	337.066	340.018
33 - Y -	-2.869	-2.863	-2.809	-2.008	1.384
33 - X -	424.790	426.280	426.456	429.939	430.158
33 - Y -	-0.335	-2.599	-2.867	-2.862	-2.629
33 - X -	432.176	441.011	447.424	456.100	458.418

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten (m). Contains coordinate data for various points (e.g., 33 -Y, 33 -X).

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten (m). Contains coordinate data for various points (e.g., 31 -Y, 31 -X).

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten (m). Contains coordinate data for various points (e.g., 30 -Y, 30 -X).

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten (m). Contains coordinate data for various points (e.g., 28 -Y, 28 -X).

Naam	Gamma onverz [kN/m²]	Gamma verz [kN/m²]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
Zand matig	18.00	20.00	0.00	32.50	40.00	40.00	45000	45000
Zand vast	19.00	21.00	0.00	35.00	0.00	0.00	75000	75000
Zand zwak siltig	18.00	20.00	0.00	27.00	30.00	30.00	35000	35000
Zand sterk siltig	18.00	20.00	0.00	25.00	30.00	30.00	15000	15000
Leem slap, zwak...	19.00	19.00	0.20	27.50	50.00	50.00	2000	2000
Leem matig, zwak...	20.00	20.00	1.00	27.50	100.00	100.00	3000	3000
Leem vast, zwak...	21.00	21.00	2.50	27.50	200.00	200.00	5000	5000
Leem sterk zan...	19.00	19.00	0.00	27.50	50.00	50.00	3000	3000
Klei slap	14.00	14.00	1.00	17.50	25.00	25.00	1000	1000
Klei matig	17.00	17.00	5.00	17.50	50.00	50.00	2000	2000
Klei vast	19.00	19.00	13.00	17.50	100.00	100.00	4000	4000
Klei slap, zwak...	15.00	15.00	0.00	22.50	40.00	40.00	1500	1500
Klei matig, zwak...	18.00	18.00	5.00	22.50	80.00	80.00	3000	3000
Klei vast, zwak...	20.00	20.00	13.00	22.50	120.00	120.00	5000	5000
Klei sterk zandig	18.00	18.00	0.00	27.50	50.00	50.00	2000	2000
Klei slap, organi...	13.00	13.00	0.00	15.00	10.00	10.00	500	500
Klei matig, orga...	15.00	15.00	0.00	15.00	25.00	25.00	1000	1000
Veen slap	10.00	10.00	1.00	15.00	10.00	10.00	200	200
Veen matig	12.00	12.00	2.50	15.00	20.00	20.00	500	500

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
FLM2	-	-	0.00
Grind los, zwak ...	-	-	0.23
Grind matig, zw...	-	-	0.23
Grind vast, zwak...	-	-	0.23
Grind los, sterk ...	-	-	0.23
Grind matig, ste...	-	-	0.23
Grind vast, sterk...	-	-	0.23
Zand los	-	-	0.32
Zand matig	-	-	0.30
Zand vast	-	-	0.28
Zand zwak siltig	-	-	0.35
Zand sterk siltig	-	-	0.45
Leem slap, zwak...	-	-	0.40
Leem matig, zw...	-	-	0.40
Leem vast, zwak...	-	-	0.40
Leem sterk zan...	-	-	0.40
Klei slap	-	-	0.45
Klei matig	-	-	0.45
Klei vast	-	-	0.45
Klei slap, zwak ...	-	-	0.40
Klei matig, zwak...	-	-	0.40
Klei vast, zwak ...	-	-	0.40
Klei sterk zandig	-	-	0.40
Klei slap, organi...	-	-	0.45
Klei matig, orga...	-	-	0.45
Veen slap	-	-	0.48
Veen matig	-	-	0.48

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1	Polyetheen
Materiaal	PE100
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.0 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m³]

Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]
Invoergegevens leiding no. 2	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.0 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]

Invoergegevens leiding no. 3	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.0 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]

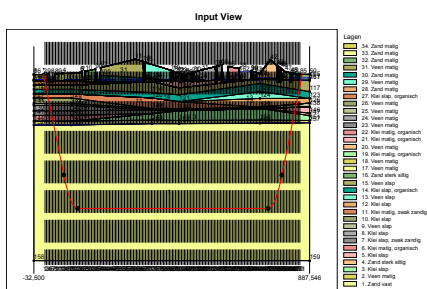
Invoergegevens leiding no. 4	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.0 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100 [%]
Volumegewicht vloeistof	10.00 [kN/m³]
Relatieve verplaatsing	10.00 [mm]
Samendrukingsconstante	6.00 [-]
Bedingsconstante boorvloeistof (Kv)	500.00 [kN/m²]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15.00 [graden]
Cohesie boorvloeistof	5.00 [kN/m²]
Opleghoek	30 [graden]
Belastingshoek	30 [graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0.10 [-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0.000050 [N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0.20 [-]
Speciale spanningsanalyse	niet gebruikt

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenanzicht

Top View

2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0.405 [m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0.114 [m]
Diameter boorgat voorruimen	0.650 [m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0.114 [m]
Diameter uiteindelijke boorgat	0.650 [m]
Uitwendige diameter leiding	0.400 [m]
Debiet tijdens pilotboring	400.2 [liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	750.0 [liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	3000.0 [liter/minute]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0.30 [-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0.20 [-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0.20 [-]
Volumegewicht boorvloeistof	11.1 [kN/m³]
Zwichspanning boorvloeistof	0.014 [kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0.000040 [kN.s/m²]

2.14 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3.0 [-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1.5 [-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht	
materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1.10 [-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1.40 [-]
Onzekerheidsfactor Phi	1.10 [-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1.25 [-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1.80 [-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1.60 [-]
Onzekerheidsfactor Qn	1.10 [-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1.40 [-]
Importantie factor (S)	1.00 [-]
Volumegewicht water	10.00 [kN/m³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0.67 [-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0.50 [-]

Table with columns: Verticaal nr., Max. deformatie, Max. gronddruk, Min. links, Min. rechts. Contains data for vertical boreholes 156-171.

De minimaal vereiste mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende maximaal toelaatbare mud drukken. De maximale druk gebaseerd op deformatie houdt rekening met de vorming van scheuren rond het boorgat, terwijl de maximale druk gebaseerd op gronddruk een fract-out aangeeft richting maaiveld.

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

Table with columns: Verticaal nr., Boorvloeistof, Water, Veiligheidsfactor, Resultaat. Shows equilibrium between drilling fluid and water pressure for vertical boreholes 1-38.

Table with columns: Verticaal nr., Boorvloeistof, Water, Veiligheidsfactor, Resultaat. Contains data for vertical boreholes 39-102.

Table with columns: Verticaal nr., Boorvloeistof, Water, Veiligheidsfactor, Resultaat. Contains data for vertical boreholes 103-166.

Table with columns: Verticaal nr., Boorvloeistof, Water, Veiligheidsfactor, Resultaat. Contains data for vertical boreholes 167-171.

De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheidsfactor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring

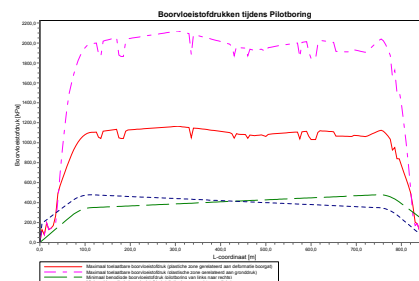


Table with 6 columns: Verticaal nr., P.v.p [kN/m²], P.v.n [kN/m²], Ph.n [kN/m²], P.v.r.n [kN/m²], kv.top [kN/m²]. Rows 64-128.

Table with 6 columns: Verticaal nr., P.v.p [kN/m²], P.v.n [kN/m²], Ph.n [kN/m²], P.v.r.n [kN/m²], kv.top [kN/m²]. Rows 129-171.

Table with 8 columns: Verticaal nr., dv [mm], kv [kN/m²], P.v.e [kN/m²], kh [kN/m²], Ph.e [kN/m²], tmax [kN/m²], dmax [mm]. Rows 1-19.

Table with 8 columns: Verticaal nr., dv [mm], kv [kN/m²], P.v.e [kN/m²], kh [kN/m²], Ph.e [kN/m²], tmax [kN/m²], dmax [mm]. Rows 20-84.

Table with 8 columns: Verticaal nr., dv [mm], kv [kN/m²], P.v.e [kN/m²], kh [kN/m²], Ph.e [kN/m²], tmax [kN/m²], dmax [mm]. Rows 85-149.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3. Verticalaal nr., dv, kv, Pv,e, kh, Ph,e, tmax, dmax table with 171 rows and 7 columns.

Maximale grondbelasting : Pv,r,n, max = 298 kN/m²

Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r,n, max = 24 kN/m²

Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³

Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

4.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leidning no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening: Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Table of parameters: Pv,p, Pv,r,n, Ph,n, kv,top1, kv,top2, dv, kv, Pv,e, kh, Ph,e, tmax, dmax with corresponding descriptions and units.

Table with 6 columns: Verticalaal nr., Pv,p, Pv,r,n, Ph,n, Pv,r,n, kv,top. 16 rows of data.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3. Verticalaal nr., Pv,p, Pv,r,n, Ph,n, Pv,r,n, kv,top table with 81 rows and 6 columns.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3. Verticalaal nr., Pv,p, Pv,r,n, Ph,n, Pv,r,n, kv,top table with 146 rows and 6 columns.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3. Verticalaal nr., Pv,p, Pv,r,n, Ph,n, Pv,r,n, kv,top table with 171 rows and 6 columns.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3. Verticalaal nr., dv, kv, Pv,e, kh, Ph,e, tmax, dmax table with 37 rows and 7 columns.

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	: NPipes= 4 [-]
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	: gamma_b = 11,10 kN/m³
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	: f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	: f2 = 0,000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	: f3 = 0,20
Maximale beddingconstante	: kv, max = 280752 kN/m³

5.2 Ballasten Leiding

Het oprijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal.

Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	: 140	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	: 124	[kg/m]
Resultaat	: 16	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan ($f_1 = 0,10$)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof ($f_2 = 0,000050$ [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond ($f_3 = 0,20$)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkraft in de leiding. De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.

Bij het berekenen van de trekkraften wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkraft wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkraft (kN)
T1	0	35
T2	71	40
T3	118	48
T4	753	95
T5	800	107
T6	871	112

7-11-2013

M:\...HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 57

De berekende waarden van de trekkraft zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1,4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 0,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00 (alleen voor staal).

7-11-2013

M:\...HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 58

6 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidenteleddruk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteleddruk	: sf = 1,00
Lengte leiding	: L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	: S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	: S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constance van Poisson	: nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alpha = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: kt = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 24 kN/m²
Maximale beddingconstante	: kv, max = 554260 kN/m³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet.

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:		
$\Sigma_{b,a} = Mb/Wb = (E \cdot t_b)/(0,91 \cdot R_{rol} \cdot Wb)$	=	0,5 [N/mm ²]
$\Sigma_{t,a} = T_1/A$	=	1,5 [N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	1,8 [N/mm ²]
De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.		

7-11-2013

M:\...HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 59

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:		
$\Sigma_{b,b} = Mb/Wb = (E \cdot t_b)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb)$	=	0,9 N/mm ²
$\Sigma_{t,b} = T_{max}/A$	=	4,9 N/mm ²
Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	5,5 N/mm ²
Tangentele spanning:		
Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):		
$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot E \cdot I)/(0,91 \cdot Do \cdot R)$		
$\text{Lambda} = (kv \cdot Do)/(4 \cdot E \cdot I)^{0,25}$	=	5,1E-3 mm ⁻¹
qr	=	0,01163 N/mm ²
$\Sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,7 N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	0,7 N/mm ²

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :		
$\Sigma_{py} = pd \cdot ((ru^2 + r^2)/(ru^2 - r^2))$	=	0,0 N/mm ²
$\Sigma_{px} = 0,5 \cdot \Sigma_{py}$	=	0,0 N/mm ²
$\Sigma_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + r^2)/(ru^2 - r^2))$	=	0,0 N/mm ²

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsfase in Drukloze Situatie

Axiale spanning:		
$\Sigma_{b,c} = Mb/Wb = (E \cdot t_b)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb)$	=	0,3 N/mm ²
Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	0,2 N/mm ²
Tangentele spanning:		
$\Sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,4 N/mm ²
$\Sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,2 N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	1,7 N/mm ²

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsfase met Inwendige Druk

Axiale spanning:		
$\Sigma_{b,d} = Mb/Wb = (E \cdot t_b)/(0,91 \cdot R_{rol} \cdot Wb)$	=	0,3 N/mm ²
Ten gevolge van inwendige druk :		
$\Sigma_{py} = pd \cdot ((ru^2 + r^2)/(ru^2 - r^2))$	=	0,0 N/mm ²
$\Sigma_{px} = 0,5 \cdot \Sigma_{py}$	=	0,0 N/mm ²
$\Sigma_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + r^2)/(ru^2 - r^2))$	=	0,0 N/mm ²
$\Sigma_{Temp} = Dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0 N/mm ²

7-11-2013

M:\...HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 60

Table with 3 columns: Parameter, Value, Unit. Includes Maximale axiale spanning Sigma_a_max = 0,2 N/mm^2 and Tangentele spanning.

6.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

Table with 7 columns: Parameter, Max toelaatbare spanning, Spannings combinatie 1A, Spannings combinatie 1B, Spannings combinatie 2, Spannings combinatie 3, Spannings combinatie 4.

Spanningen in de leiding [N/mm^2]

De deflexie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflexie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do).

6.3.4 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m^2.

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m^2.

Tijdens de bedrijfsvoering wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m^2.

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m^2.

7 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Table listing material properties: Rekenfactor, Leiding materiaal, Buizen diameter, Nominaal wanddikte, etc.

7.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E * Ib) / (0,91 * Rmin * Wb) = 0,5 [N/mm^2]

Sigma_t = T1/A = 1,5 [N/mm^2]

Maximale axiale spanning Sigma_a_max = 1,8 [N/mm^2]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E * Ib) / (0,91 * Rmin * Wb) = 0,9 N/mm^2

Sigma_t = Tmax/A = 4,9 N/mm^2

Maximale axiale spanning Sigma_a_max = 5,5 N/mm^2

Tangentele spanning:

Belasting op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

qr = kv * Y = (0,322 * Lambda^2 * E * I) / (0,91 * Do * R)

Lambda = (kv * Do) / (4 * E * I)^0,25 = 5,1E-3 mm-1

qr = 0,01163 N/mm^2

Sigma_qr = k' * qr * (rg/Ww) * Do = 0,7 N/mm^2

Maximale tangentele spanning Sigma_t_max = 0,7 N/mm^2

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

Sigma_py = pd * ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm^2

Sigma_px = 0,5 * Sigma_py = 0,0 N/mm^2

Sigma_ptest = pt * ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm^2

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsvoering in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E * Ib) / (0,91 * Rmin * Wb) = 0,3 N/mm^2

Maximale axiale spanning Sigma_a_max = 0,2 N/mm^2

Tangentele spanning:

Sigma_qr = k' * qr * (rg/Ww) * Do = 0,4 N/mm^2

Sigma_qn = k * qn * (rg/Ww) * Do = 2,2 N/mm^2

Maximale tangentele spanning Sigma_t_max = 1,7 N/mm^2

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsvoering met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E * Ib) / (0,91 * Rrol * Wb) = 0,3 N/mm^2

Ten gevolge van inwendige druk:

Sigma_py = pd * ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm^2

Sigma_px = 0,5 * Sigma_py = 0,0 N/mm^2

Sigma_ptest = pt * ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm^2

Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha_g * E = 0,0 N/mm^2

Table with 3 columns: Parameter, Value, Unit. Includes Maximale axiale spanning Sigma_a_max = 0,2 N/mm^2 and Tangentele spanning.

7.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

Table with 7 columns: Parameter, Max toelaatbare spanning, Spannings combinatie 1A, Spannings combinatie 1B, Spannings combinatie 2, Spannings combinatie 3, Spannings combinatie 4.

Spanningen in de leiding [N/mm^2]

De deflexie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflexie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do).

7.3.4 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m^2.

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m^2.

Tijdens de bedrijfsvoering wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m^2.

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m^2.

8 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidentele druk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidentele druk	: sf = 1,00
Lengte leiding	: L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constante van Poisson	: nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alpha = 30 graden
Momentoëfficiënt grond top (indirect)	: kt' = 0,078
Momentoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb' = 0,179
Momentoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 24 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 554260 kN/m ³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangehouden dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\Sigma_{b} = Mb/Wb = (E \cdot lb)/(0,91 \cdot R_{rol} \cdot Wb)$	=	0,5	[N/mm ²]
$\Sigma_{t} = T1/A$	=	1,5	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	1,8	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7-11-2013

M:\...HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 65

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\Sigma_{b} = Mb/Wb = (E \cdot lb)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb)$	=	0,9	N/mm ²
$\Sigma_{t} = T_{max}/A$	=	4,9	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	5,5	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$qr = kv \cdot y = (0,322 \cdot \Lambda \cdot D^2 \cdot E \cdot I)/(0,91 \cdot D \cdot R)$$

$\Lambda = (kv \cdot Do)/(4 \cdot E \cdot I)$	=	5,1E-3	mm-1
qr	=	0,01163	N/mm ²
$\Sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,7	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	0,7	N/mm ²

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\Sigma_{py} = pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\Sigma_{px} = 0,5 \cdot \Sigma_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\Sigma_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsfase, niet op Druk

Axiale spanning:

$\Sigma_{b} = Mb/Wb = (E \cdot lb)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb)$	=	0,3	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentele spanning:			
$\Sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,4	N/mm ²
$\Sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,2	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\Sigma_{L,max}$	=	1,7	N/mm ²

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsfase met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\Sigma_{b} = Mb/Wb = (E \cdot lb)/(0,91 \cdot R_{rol} \cdot Wb)$	=	0,3	N/mm ²
Ten gevolge van inwendige druk :			
$\Sigma_{py} = pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\Sigma_{px} = 0,5 \cdot \Sigma_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\Sigma_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\Sigma_{Temp} = Dt \cdot \gamma_{max} \cdot \alpha \cdot g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²

7-11-2013

M:\...HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 66

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentele spanning:			
$\Sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,4	N/mm ²
$\Sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,2	N/mm ²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	
$\Sigma_{t,max} = \Sigma_{py} + (F'rr \cdot \Sigma_{qr}) + (Frr \cdot \Sigma_{qn})$			
Maximale tangentele spanning $\Sigma_{L,max}$	=	1,7	N/mm ²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Belasting combinatie 1
- $\Sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 2
- $\Sigma_{ptest} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 3
- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 4
- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningsituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\Sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	-	0,7	-	-
$\Sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

8.3.4 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende betonoliedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare zijdelingse uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfsfase wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare zijdelingse uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

7-11-2013

M:\...HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 67

9 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidentele druk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidentele druk	: sf = 1,00
Lengte leiding	: L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constante van Poisson	: nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alpha = 30 graden
Momentoëfficiënt grond top (indirect)	: kt' = 0,078
Momentoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb' = 0,179
Momentoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 24 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 554260 kN/m ³

9.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangehouden dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\Sigma_{b} = Mb/Wb = (E \cdot lb)/(0,91 \cdot R_{rol} \cdot Wb)$	=	0,5	[N/mm ²]
$\Sigma_{t} = T1/A$	=	1,5	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	1,8	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7-11-2013

M:\...HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

Pagina 68

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{min} \cdot W_b) = 0,9 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{t1} = T_{max} / A = 4,9 \text{ N/mm}^2$
 Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max} = 5,5 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katem-5 D3.3):

$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \lambda \cdot E \cdot I) / (0,91 \cdot D_o \cdot R)$
 $\lambda = (kv \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 5,1E-3 \text{ mm}^{-1}$
 $qr = 0,01163 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,7 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 2,2 \text{ N/mm}^2$
 Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max} = 0,7 \text{ N/mm}^2$

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = pd \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{min} \cdot W_b) = 0,3 \text{ N/mm}^2$
 Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,4 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 2,2 \text{ N/mm}^2$
 Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 0,3 \text{ N/mm}^2$

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = pd \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{Temp} = Dt \cdot \gamma \cdot \alpha \cdot g \cdot E = 0,0 \text{ N/mm}^2$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$
 Tangentele spanning:
 $\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,4 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 2,2 \text{ N/mm}^2$
 Rerounding factor $F_{rr} = 1,000$
 Rerounding factor $F'_{rr} = 1,000$
 $\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + (F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn})$
 Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$

9.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Belasting combinatie 1
 - $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2
 - $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3
 - $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4
 - $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
 De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

9.3.4 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfsstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Einde Rapport

Boorplan - HDD0.1 A4/HSL/Does

Randstad 380 kV Noordring



BIJLAGE 3 BEREKENING BEDRIJFSFASE

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: BAM Infratechniek
Datum van rapport: 7-11-2013
Tijd van rapport: 11:16:41
Bestandsnaam: M:\..150kV01 A4-HSL - DoesIDO++IHHDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Gebruikt model 3
2.2 Laagscheidingen 3
2.3 PN-Lijnen 23
2.4 Freatische Lijn 24
2.5 Grondprofielen 24
2.6 Grenslagen 24
2.7 Configuratie van de Pijpleiding 25
2.8 Berekenings Verticalen 25
2.9 Materiaaltypen 28
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding 29
2.11 Gegevens voor Leidingberekening 30
2.12 Geometrie 30
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail 30
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht 31
2.13 Factoren 31
3 Grondmechanische Parameters 32
3.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 32
3.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 37
3.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 43
3.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 49
4 Gegevens voor Spanningsanalyse 55
4.1 Algemene gegevens 55
4.2 Ballasten Leiding 55
4.3 Trekkraftberekening 55
5 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 57
5.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 57
5.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 57
5.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 57
5.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Druktoze Situatie 58
5.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 58
5.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
5.3.1 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 60
6.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 60
6.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 60
6.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 61
6.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Druktoze Situatie 61
6.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 61
6.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 61
6.3.1 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 63
7.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 63
7.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 63
7.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 63
7.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Druktoze Situatie 64
7.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 64
7.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 64
7.3.1 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 66
8.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 66
8.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 66
8.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 66
8.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Druktoze Situatie 67
8.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 67
8.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 67
8.3.1 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Table with 5 columns: Laagscheidingnummer, and four columns of Coördinaten [m]. Rows 49-X to 49-X.

Table with 5 columns: Laagscheidingnummer, and four columns of Coördinaten [m]. Rows 49-Y to 48-X.

BAM Infratechniek						D-Geo Pipeline 6.3					
Laagscheidingsnummer		Coördinaten [m]									
48	-Y	-2.850	-2.390	0.913	-1.249	-1.249					
47	-X	-32.500	17.426	17.675	24.144	24.368					
47	-Y	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.700					
47	-X	26.422	64.346	72.700	76.300	82.351					
47	-Y	-1.153	-1.045	-1.018	-1.007	-0.988					
47	-X	82.351	86.466	86.466	92.785	92.785					
47	-Y	-0.935	-0.925	-0.975	-0.955	-0.945					
47	-X	99.104	99.104	120.400	120.400	123.900					
47	-Y	-0.062	-0.935	-0.867	0.133	0.157					
47	-X	123.900	127.708	130.843	130.986	136.151					
47	-Y	-0.843	-0.782	-2.778	-2.869	-2.869					
47	-X	136.267	139.445	144.000	144.000	149.300					
47	-Y	-2.789	-0.593	-0.520	0.480	0.565					
47	-X	149.300	160.700	160.700	165.700	165.700					
47	-Y	-0.435	-0.251	0.749	0.830	0.170					
47	-X	172.413	174.834	185.234	186.651	188.299					
47	-Y	-0.062	-2.868	-2.863	-1.450	0.193					
47	-X	215.100	215.100	219.500	219.500	252.500					
47	-Y	0.624	1.624	1.695	0.695	1.226					
47	-X	252.500	259.900	259.900	279.700	279.700					
47	-Y	2.226	2.345	1.345	1.663	2.663					
47	-X	286.900	286.900	305.672	312.700	312.700					
47	-Y	-2.779	1.779	2.081	1.938	2.938					
47	-X	320.000	320.000	331.943	334.641	335.257					
47	-Y	2.790	1.790	1.548	-1.999	-2.809					
47	-X	335.302	336.322	336.369	337.066	340.018					
47	-Y	-2.869	-2.863	-2.809	-2.008	1.384					
47	-X	424.790	426.280	426.456	429.939	430.158					
47	-Y	-0.335	-2.599	-2.867	-2.862	-2.629					
47	-X	432.176	432.176	441.011	447.424	456.100					
47	-Y	-0.485	0.515	0.075	0.075	0.030					
47	-X	456.100	458.418	458.499	461.861	461.936					
47	-Y	-0.970	-2.786	-2.850	-2.850	-2.778					
47	-X	463.655	475.290	494.515	496.999	497.213					
47	-Y	-1.123	-1.359	-0.957	-2.700	-2.850					
47	-X	498.337	498.540	501.034	521.400	521.400					
47	-Y	-2.849	-2.697	0.820	4.1394	4.606					
47	-X	529.500	529.500	534.900	534.900	542.600					
47	-Y	0.763	-0.237	-0.150	0.850	0.974					
47	-X	542.600	555.000	555.000	560.264	560.264					
47	-Y	-0.026	0.174	1.174	1.259	0.259					
47	-X	572.668	575.102	575.366	576.491	576.729					
47	-Y	0.459	-2.527	-2.850	-2.849	-2.523					
47	-X	578.988	593.484	595.913	596.187	631.658					
47	-Y	0.561	-2.849	-2.850	-2.850	-2.849					
47	-X	631.998	634.132	653.019	653.621	653.642					
47	-Y	-2.400	0.424	0.116	-2.352	-2.439					
47	-X	689.571	691.796	691.799	691.829	692.162					
47	-Y	-2.439	-2.439	-2.422	-2.267	-0.525					
47	-X	721.776	739.267	756.788	778.146	779.222					
47	-Y	-1.009	0.455	1.921	0.784	-2.304					
47	-X	779.412	780.460	780.670	781.787	784.000					
47	-Y	-2.850	-2.850	-2.307	0.591	0.473					
47	-X	784.000	786.300	786.300	788.389	789.437					
47	-Y	1.473	1.350	0.350	0.239	-2.323					
47	-X	789.653	790.701	790.917	791.898	805.270					
47	-Y	-2.850	-2.850	-2.326	0.052	-0.659					
47	-X	823.902	824.532	824.726	825.774	825.994					
47	-Y	-0.880	-2.387	-2.850	-2.850	-2.390					
47	-X	826.699	855.032	867.546							
47	-Y	-0.913	-1.249	-1.249							
46	-X	-32.500	17.426	17.675	24.144	24.368					
46	-Y	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.700					
46	-X	26.422	64.346	72.700	76.300	82.351					
46	-Y	-1.153	-1.045	-1.018	-1.007	-0.988					
46	-X	86.466	92.785	92.785	99.104	99.104					

BAM Infratechniek						D-Geo Pipeline 6.3					
Laagscheidingsnummer		Coördinaten [m]									
46	-Y	-0.975	-0.955	0.045	0.065	-0.935					
46	-X	120.400	120.400	123.900	123.900	127.708					
46	-Y	-0.867	0.133	0.157	-0.843	-0.782					
46	-X	130.843	130.986	136.151	136.267	139.445					
46	-Y	-2.778	-2.869	-2.869	-2.789	-0.593					
46	-X	144.000	144.000	149.300	149.300	160.700					
46	-Y	-0.530	-0.460	-0.565	-2.435	-0.251					
46	-X	160.700	165.700	165.700	172.413	174.834					
46	-Y	0.749	0.830	-0.170	-0.062	-2.868					
46	-X	185.234	186.651	188.299	215.100	215.100					
46	-Y	-2.863	-1.450	0.193	0.624	1.624					
46	-X	219.500	219.500	252.500	252.500	259.900					
46	-Y	1.695	0.695	1.226	2.226	2.345					
46	-X	259.900	279.700	279.700	286.900	286.900					
46	-Y	0.345	2.663	2.779	2.779	1.779					
46	-X	305.672	312.700	312.700	320.000	320.000					
46	-Y	2.081	1.938	2.938	2.790	1.790					
46	-X	331.943	334.641	335.257	335.302	336.322					
46	-Y	1.548	-1.999	-2.809	-2.869	-2.863					
46	-X	336.369	337.066	340.018	340.018	342.790					
46	-Y	-2.809	-2.008	1.384	-0.335	-2.599					
46	-X	426.456	429.939	430.158	432.176	432.176					
46	-Y	-2.867	-2.862	-2.629	-2.485	0.515					
46	-X	441.011	447.424	456.100	456.100	458.418					
46	-Y	0.075	0.075	0.030	-0.970	-2.786					
46	-X	458.499	461.861	461.936	463.655	475.290					
46	-Y	-2.850	-2.850	-2.778	-1.123	-1.359					
46	-X	494.515	496.999	497.213	498.337	498.540					
46	-Y	-2.700	-2.850	-2.850	-2.850	-2.850					
46	-X	501.034	521.400	521.400	529.500	529.500					
46	-Y	-0.820	-0.394	0.606	0.763	-0.237					
46	-X	534.900	534.900	542.600	542.600	555.000					
46	-Y	-0.150	0.850	0.974	-0.026	0.174					
46	-X	555.000	560.264	560.264	572.668	575.102					
46	-Y	1.174	1.259	0.259	0.459	-2.527					
46	-X	575.366	576.491	576.729	578.988	593.484					
46	-Y	-2.850	-2.649	-2.523	0.561	542.694					
46	-X	595.913	596.187	631.658	631.998	634.132					
46	-Y	-2.480	-2.849	-2.849	-2.400	0.424					
46	-X	653.019	653.621	653.642	689.571	691.796					
46	-Y	0.116	-2.352	-2.439	-2.439	-2.439					
46	-X	691.799	691.829	692.162	721.776	739.267					
46	-Y	-2.422	-2.267	-0.525	-1.009	0.455					
46	-X	756.788	778.146	779.222	779.412	780.460					
46	-Y	-2.850	-2.850	-2.921	-2.850	-2.850					
46	-X	780.670	781.787	784.000	784.000	786.300					
46	-Y	-2.307	0.591	0.473	1.473	1.350					
46	-X	786.300	788.389	789.437	789.653	790.701					
46	-Y	0.350	0.239	-2.323	-2.850	-2.850					
46	-X	790.917	791.898	805.270	823.902	824.532					
46	-Y	-2.326	0.052	0.659	-0.880	-2.387					
46	-X	824.726	825.774	825.994	826.699	855.032					
46	-Y	-2.850	-2.850	-2.390	-0.913	-1.249					
46	-X	867.546									
46	-Y	-1.249									
45	-X	-32.500	17.426	17.675	24.144	24.368					
45	-Y	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.700					
45	-X	26.422	64.346	72.700	76.300	82.351					
45	-Y	-1.153	-1.045	-1.018	-1.007	-0.988					
45	-X	86.466	92.785	92.785	99.104	99.104					
45	-Y	-0.975	-0.955	-0.935	-0.867	-0.782					
45	-X	123.900	127.708	130.843	130.986	136.151					
45	-Y	0.157	-0.843	-0.782	-2.778	-2.869					
45	-X	136.151	136.267	139.445	144.000	144.000					
45	-Y	-2.869	-2.789	-0.593	-0.520	-0.480					
45											

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3 Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m] (X, Y, Z), and numerical values. Includes 7-11-2013, M.I.,HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR, Pagina 9.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3 Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m] (X, Y, Z), and numerical values. Includes 7-11-2013, M.I.,HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR, Pagina 10.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3 Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m] (X, Y, Z), and numerical values. Includes 7-11-2013, M.I.,HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR, Pagina 11.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3 Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m] (X, Y, Z), and numerical values. Includes 7-11-2013, M.I.,HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR, Pagina 12.

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
38 - Y	-2.439	-2.439	-2.422	-2.267	-0.525
38 - X	721.776	739.267	756.788	778.146	779.222
38 - Y	-1.009	0.455	1.921	0.784	-2.304
38 - X	779.412	780.460	780.670	781.787	784.000
38 - Y	-2.850	-2.850	-2.307	0.591	0.473
38 - X	784.000	786.300	786.300	788.389	789.437
38 - Y	-2.439	-1.350	0.590	0.439	0.323
38 - X	789.653	790.701	790.917	791.898	805.270
38 - Y	-2.850	-2.850	-2.326	0.052	-0.659
38 - X	823.902	824.532	824.726	825.774	825.994
38 - Y	-0.880	-2.387	-2.850	-2.850	-2.390
38 - X	826.699	855.032	887.546		
38 - Y	-0.913	-1.249	-1.249		
37 - X	-32.500	17.426	17.675	24.144	24.368
37 - Y	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.700
37 - X	92.758	130.843	130.986	136.151	136.267
37 - Y	-2.700	-2.778	-2.869	-2.869	-2.789
37 - X	174.834	185.234	186.651	188.299	215.100
37 - Y	-2.868	-2.863	-1.450	0.193	0.624
37 - X	219.500	252.500	259.900	279.700	286.900
37 - Y	0.695	1.226	1.345	1.663	1.779
37 - X	305.672	312.700	312.700	320.000	320.000
37 - Y	2.081	1.938	2.938	2.930	2.930
37 - X	331.943	334.641	335.257	335.302	336.322
37 - Y	1.548	-1.999	-2.809	-2.869	-2.863
37 - X	336.369	337.066	340.018	424.790	426.280
37 - Y	-2.809	-2.008	1.384	-0.335	-2.599
37 - X	426.456	429.939	430.158	432.176	432.176
37 - Y	-2.868	-2.868	-2.489	-2.489	-2.489
37 - X	441.011	447.424	456.100	456.100	458.418
37 - Y	0.075	0.075	0.030	-0.970	-2.786
37 - X	458.499	461.861	461.936	463.655	475.290
37 - Y	-2.850	-2.850	-2.778	-1.123	-1.359
37 - X	494.515	496.999	497.213	498.337	498.540
37 - Y	-0.957	-2.700	-2.850	-2.849	-2.697
37 - X	501.034	521.400	521.400	529.500	529.500
37 - Y	-0.820	-0.394	0.606	0.763	0.237
37 - X	534.900	534.900	542.600	542.600	555.000
37 - Y	-0.150	0.850	0.974	-0.026	0.174
37 - X	555.000	560.264	560.264	572.668	575.102
37 - Y	1.174	1.259	0.259	0.459	-2.527
37 - X	575.366	576.491	576.729	578.988	593.484
37 - Y	-2.850	-2.849	-2.523	0.561	0.794
37 - X	595.913	596.187	631.658	631.998	634.132
37 - Y	-2.480	-2.850	-2.849	-2.400	0.424
37 - X	653.019	653.621	653.642	689.571	691.796
37 - Y	0.116	-2.352	-2.439	-2.439	-2.439
37 - X	691.799	691.829	692.162	721.776	739.267
37 - Y	-2.422	-2.267	-0.525	-1.009	0.455
37 - X	756.788	778.146	779.222	779.412	780.460
37 - Y	1.921	0.784	-2.304	-2.850	-2.850
37 - X	780.670	781.787	784.000	784.000	786.300
37 - Y	-2.307	0.591	0.473	1.473	1.350
37 - X	786.300	788.389	789.437	789.653	790.701
37 - Y	0.350	0.239	-2.323	-2.850	-2.850
37 - X	790.917	791.898	805.270	823.902	824.532
37 - Y	-2.326	0.052	-0.659	-0.880	-2.387
37 - X	824.726	825.774	825.994	826.699	855.032
37 - Y	-2.850	-2.850	-2.390	-0.913	-1.249
37 - X	887.546				
37 - Y	-1.249				
36 - X	-32.500	17.426	17.675	24.144	24.368
36 - Y	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.700
36 - X	92.758	130.843	130.986	136.151	136.267
36 - Y	-2.700	-2.778	-2.869	-2.869	-2.789
36 - X	174.834	185.234	186.651	188.299	215.100

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
36 - Y	-2.868	-2.863	1.450	0.193	0.624
36 - X	219.500	252.500	259.900	279.700	286.900
36 - Y	0.695	1.226	1.345	1.663	1.779
36 - X	305.672	312.700	320.000	331.943	334.641
36 - Y	2.081	1.938	2.938	2.930	2.930
36 - X	331.943	334.641	335.257	335.302	336.322
36 - Y	1.548	-1.999	-2.809	-2.869	-2.863
36 - X	336.369	337.066	340.018	424.790	426.280
36 - Y	-2.809	-2.008	1.384	-0.335	-2.599
36 - X	426.456	429.939	430.158	432.176	432.176
36 - Y	-2.868	-2.868	-2.489	-2.489	-2.489
36 - X	441.011	447.424	456.100	456.100	458.418
36 - Y	0.075	0.075	0.030	-0.970	-2.786
36 - X	458.499	461.861	461.936	463.655	475.290
36 - Y	-2.850	-2.850	-2.778	-1.123	-1.359
36 - X	494.515	496.999	497.213	498.337	498.540
36 - Y	-0.957	-2.700	-2.850	-2.849	-2.697
36 - X	501.034	521.400	521.400	529.500	529.500
36 - Y	-0.820	-0.394	0.606	0.763	0.237
36 - X	534.900	534.900	542.600	542.600	555.000
36 - Y	-0.150	0.850	0.974	-0.026	0.174
36 - X	555.000	560.264	560.264	572.668	575.102
36 - Y	1.174	1.259	0.259	0.459	-2.527
36 - X	575.366	576.491	576.729	578.988	593.484
36 - Y	-2.850	-2.849	-2.523	0.561	0.794
36 - X	595.913	596.187	631.658	631.998	634.132
36 - Y	-2.480	-2.850	-2.849	-2.400	0.424
36 - X	653.019	653.621	653.642	689.571	691.796
36 - Y	0.116	-2.352	-2.439	-2.439	-2.439
36 - X	691.799	691.829	692.162	721.776	739.267
36 - Y	-2.422	-2.267	-0.525	-1.009	0.455
36 - X	756.788	778.146	779.222	779.412	780.460
36 - Y	1.921	0.784	-2.304	-2.850	-2.850
36 - X	780.670	781.787	784.000	784.000	786.300
36 - Y	-2.307	0.591	0.473	1.473	1.350
36 - X	786.300	788.389	789.437	789.653	790.701
36 - Y	0.350	0.239	-2.323	-2.850	-2.850
36 - X	790.917	791.898	805.270	823.902	824.532
36 - Y	-2.326	0.052	-0.659	-0.880	-2.387
36 - X	824.726	825.774	825.994	826.699	855.032
36 - Y	-2.850	-2.850	-2.390	-0.913	-1.249
36 - X	887.546				
36 - Y	-1.249				
35 - X	-32.500	17.426	17.675	24.144	24.368
35 - Y	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.700
35 - X	92.758	130.843	130.986	136.151	136.267
35 - Y	-2.700	-2.778	-2.869	-2.869	-2.789
35 - X	174.834	185.234	186.651	188.299	215.100

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
33 - Y	0.561	0.794	-2.850	-2.849	
35 - X	631.998	634.132	653.019	653.621	653.642
35 - Y	-2.400	-0.424	0.116	-2.352	-2.439
35 - X	689.571	691.796	691.799	691.829	692.162
35 - Y	-2.439	-2.439	-2.422	-2.267	-0.525
35 - X	721.776	739.267	756.788	778.146	779.222
35 - Y	-1.009	0.455	1.921	0.784	-2.304
35 - X	779.412	780.460	780.670	781.787	784.000
35 - Y	-2.850	-2.850	-2.307	0.591	0.473
35 - X	784.000	786.300	786.300	788.389	789.437
35 - Y	1.473	1.350	0.350	0.239	-2.323
35 - X	789.653	790.701	790.917	791.898	805.270
35 - Y	-2.850	-2.850	-2.326	0.052	-0.659
35 - X	823.902	824.532	824.726	825.774	825.994
35 - Y	-0.880	-2.387	-2.850	-2.850	-2.390
35 - X	826.699	855.032	887.546		
35 - Y	-0.913	-1.249	-1.249		
34 - X	-32.500	17.426	17.675	24.144	24.368
34 - Y	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.700
34 - X	92.758	130.843	130.986	136.151	136.267
34 - Y	-2.700	-2.778	-2.869	-2.869	-2.789
34 - X	174.834	185.234	335.257	335.302	336.322
34 - Y	-2.868	-2.868	-2.809	-2.869	-2.863
34 - X	336.369	337.066	340.018	424.790	426.280
34 - Y	-2.809	-2.008	1.384	-0.335	-2.599
34 - X	426.456	429.939	430.158	432.176	432.176
34 - Y	-2.867	-2.862	-2.629	-0.485	0.515
34 - X	441.011	447.424	456.100	456.100	458.418
34 - Y	0.075	0.075	0.030	-0.970	-2.786
34 - X	458.499	461.861	461.936	463.655	475.290
34 - Y	-2.850	-2.850	-2.778	-1.123	-1.359
34 - X	494.515	496.999	497.213	498.337	498.540
34 - Y	-0.957	-2.700	-2.850	-2.849	-2.697
34 - X	501.034	521.400	521.400	529.500	529.500
34 - Y	-0.820	-0.394	0.606	0.763	0.237
34 - X	534.900	534.900	542.600	542.600	555.000
34 - Y	-0.150	0.850	0.974	-0.026	0.174
34 - X	555.000	560.264	560.264	572.668	575.102
34 - Y	1.174	1.259	0.259	0.459	-2.527
34 - X	575.366	576.491	576.729	578.988	593.484
34 - Y	-2.850	-2.849	-2.523	0.561	0.794
34 - X	595.913	596.187	631.658	631.998	634.132
34 - Y	-2.480	-2.850	-2.849	-2.400	0.424
34 - X	653.019	653.621	653.642	689.571	691.796
34 - Y	0.116	-2.352	-2.439	-2.439	-2.439
34 - X	691.799	691.829	692.162	721.776	739.267
34 - Y	-2.422	-2.267	-0.525	-1.009	0.455
34 - X	756.788	778.146	779.222	779.412	780.460
34 - Y	1.921	0.784	-2.304	-2.850	-2.850
34 - X	780.670	781.787	784.000	784.000	786.300
34 - Y	-2.307	0.591	0.473	1.473	1.350
34 - X	786.300	788.389	789.437	789.653	790.701
34 - Y	0.350	0.239	-2.323	-2.850	-2.850
34 - X	790.917	791.898	805.270	823.902	824.532
34 - Y	-2.326	0.052	-0.659	-0.880	-2.387
34 - X	824.726	825.774	825.994	826.699	855.032
34 - Y	-2.850	-2.850	-2.390	-0.913	-1.249
34 - X	887.546				
34					

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and data points for BAM Infratechniek.

7-11-2013

M:\...I HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 17

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and data points for BAM Infratechniek.

7-11-2013

M:\...I HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 18

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and data points for BAM Infratechniek.

7-11-2013

M:\...I HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 19

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and data points for BAM Infratechniek.

7-11-2013

M:\...I HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 20

BAM Infratechniek						D-Geo Pipeline 6.3					
Laagscheidingsnummer	Coördinaten [m]										
23 - Y	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523						
23 - X	595,913	596,187	631,658	631,998	634,132						
23 - Y	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,424						
23 - X	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796						
23 - Y	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439						
23 - X	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267						
23 - Y	-2,432	-2,267	-2,545	-1,009	0,455						
23 - X	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460						
23 - Y	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850						
23 - X	780,670	781,787	784,000	784,000	786,300						
23 - Y	-2,307	0,591	0,473	1,473	1,350						
23 - X	786,300	788,389	789,437	789,653	790,701						
23 - Y	0,350	0,239	-2,323	-2,850	-2,850						
23 - X	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532						
23 - Y	-2,326	-2,052	0,850	-2,387	-2,850						
23 - X	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032						
23 - Y	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249						
23 - X	887,546										
23 - Y	-1,249										
22 - X	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456						
22 - Y	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867						
22 - X	428,939	430,158	452,277	458,418	458,499						
22 - Y	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850						
22 - X	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337						
22 - Y	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849						
22 - X	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729						
22 - Y	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523						
22 - X	595,913	596,187	631,658	631,998	653,621						
22 - Y	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,387						
22 - X	653,642	689,571	691,796	691,799	691,825						
22 - Y	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267						
22 - X	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146						
22 - Y	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784						
22 - X	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787						
22 - Y	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591						
22 - X	784,000	784,000	786,300	786,300	788,389						
22 - Y	0,473	1,473	1,350	0,350	0,239						
22 - X	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898						
22 - Y	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052						
22 - X	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774						
22 - Y	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850						
22 - X	825,994	826,699	855,032	887,546							
22 - Y	-2,390	-0,913	-1,249								
21 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571						
21 - Y	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439						
21 - X	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776						
21 - Y	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009						
21 - X	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412						
21 - Y	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850						
21 - X	780,460	780,670	781,787	784,000	784,000						
21 - Y	-2,850	-2,307	0,591	0,473	1,473						
21 - X	786,300	786,300	788,389	789,437	789,653						
21 - Y	1,350	0,350	0,239	-2,323	-2,850						
21 - X	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902						
21 - Y	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880						
21 - X	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699						
21 - Y	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913						
21 - X	855,032	887,546									
21 - Y	-1,249										
20 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571						
20 - Y	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439						
20 - X	691,796	691,799	691,829	721,776	779,222						
20 - Y	-2,439	-2,422	-2,267	-2,200	-2,304						
20 - X	779,412	780,460	780,670	781,787	784,000						
20 - Y	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,473						
20 - X	784,000	786,300	786,300	788,389	789,437						

BAM Infratechniek						D-Geo Pipeline 6.3					
Laagscheidingsnummer	Coördinaten [m]										
20 - Y	1,473	1,350	0,350	0,239	-2,323						
20 - X	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270						
20 - Y	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659						
20 - X	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994						
20 - Y	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390						
20 - X	826,699	855,032	887,546								
20 - Y	-0,913	-1,249	-1,249								
19 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571						
19 - Y	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439						
19 - X	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412						
19 - Y	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850						
19 - X	780,460	780,670	781,787	784,000	784,000						
19 - Y	-2,850	-2,307	0,591	0,473	1,473						
19 - X	786,300	786,300	788,389	789,437	789,653						
19 - Y	1,350	0,350	0,239	-2,323	-2,850						
19 - X	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902						
19 - Y	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880						
19 - X	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699						
19 - Y	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913						
19 - X	855,032	887,546									
19 - Y	-1,249										
18 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571						
18 - Y	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439						
18 - X	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412						
18 - Y	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850						
18 - X	780,460	780,670	781,787	784,000	786,300						
18 - Y	-2,850	-2,307	0,591	0,473	0,350						
18 - X	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917						
18 - Y	-2,323	-2,850	-2,323	-2,850	-2,850						
18 - X	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726						
18 - Y	0,052	-0,659	0,880	-2,387	-2,850						
18 - X	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546						
18 - Y	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249						
18 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571						
18 - Y	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439						
17 - X	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412						
17 - Y	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850						
17 - X	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701						
17 - Y	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850						
17 - X	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532						
17 - Y	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387						
17 - X	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032						
17 - Y	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249						
17 - X	887,546										
17 - Y	-1,249										
16 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571						
16 - Y	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439						
16 - X	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412						
16 - Y	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850						
16 - X	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701						
16 - Y	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850						
16 - X	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532						
16 - Y	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387						
16 - X	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032						
16 - Y	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249						
16 - X	855,032	887,546									
16 - Y	-1,249										
15 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571						
15 - Y	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439						
15 - X	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412						
15 - Y	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850						
15 - X	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701						
15 - Y	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850						
15 - X	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532						
15 - Y	-2,326	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390						
15 - X	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032						
15 - Y	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249						
15 - X	887,546										
15 - Y	-1,249										
14 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
14 - Y	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439						

BAM Infratechniek						D-Geo Pipeline 6.3					
Laagscheidingsnummer	Coördinaten [m]										
14 - Y	-4,500	-5,200	-5,700	-3,200							
14 - X	887,546										
14 - Y	-5,000										
13 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
13 - Y	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-5,000						
13 - X	887,546										
13 - Y	-6,500										
12 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
12 - Y	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-6,500						
12 - X	887,546										
12 - Y	-6,500										
11 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
11 - Y	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-8,400						
11 - X	887,546										
11 - Y	-7,500										
10 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
10 - Y	-8,400	-8,400	-8,700	-8,800	-8,400						
10 - X	887,546										
10 - Y	-7,500										
9 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
9 - Y	-7,600	-7,600	-8,700	-8,800	-8,400						
9 - X	887,546										
9 - Y	-7,500										
8 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
8 - Y	-8,000	-8,000	-9,000	-9,200	-8,700						
8 - X	887,546										
8 - Y	-8,300										
7 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
7 - Y	-9,200	-9,200	-9,000	-9,200	-8,700						
7 - X	887,546										
7 - Y	-8,300										
6 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
6 - Y	-10,200	-10,200	-9,800	-9,200	-8,700						
6 - X	887,546										
6 - Y	-8,300										
5 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
5 - Y	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700						
5 - X	887,546										
5 - Y	-8,300										
4 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
4 - Y	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700						
4 - X	887,546										
4 - Y	-9,700										
3 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
3 - Y	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700						
3 - X	887,546										
3 - Y	-10,250										
2 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776						
2 - Y	-11,500	-11,500	-11,200	-11,300	-11,200						
2 - X	887,546										
2 - Y	-11,300										
1 - X	-32,500	92,758	361,795	452,277							

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coördinaat linker punt	-1,25	[m]
X-coördinaat rechter punt	861,42	[m]
Y-coördinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coördinaat rechter punt	-1,25	[m]
Hoek links	18,00	[graden]
Hoek rechts	18,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-30,58	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	300,00	[m]
Kromtestraal links, verticaal in/uit	150,00	[m]
Kromtestraal rechts, verticaal in/uit	150,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	0	[-]

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

2.8 Berekings Verticaal

Verticaal nr	L-coörd [m]	Z-coörd [m]	Additionele Zetting [mm]
1	5,00	-2,87	0,00
2	10,00	-4,50	0,00
3	15,00	-6,12	0,00
4	20,00	-7,75	0,00
5	25,00	-9,37	0,00
6	30,00	-11,00	0,00
7	35,00	-12,62	0,00
8	40,00	-14,25	0,00
9	45,00	-15,87	0,00
10	50,00	-17,49	0,00
11	55,00	-19,12	0,00
12	60,00	-20,74	0,00
13	65,00	-22,37	0,00
14	70,00	-23,99	0,00
15	75,00	-25,61	0,00
16	80,00	-27,24	0,00
17	85,00	-28,86	0,00
18	90,00	-30,49	0,00
19	95,00	-32,11	0,00
20	100,00	-33,74	0,00
21	105,00	-35,36	0,00
22	110,00	-37,00	0,00
23	115,00	-38,62	0,00
24	120,00	-40,25	0,00
25	125,00	-41,87	0,00
26	130,00	-43,50	0,00
27	135,00	-45,12	0,00
28	140,00	-46,75	0,00
29	145,00	-48,37	0,00
30	150,00	-50,00	0,00
31	155,00	-51,62	0,00
32	160,00	-53,25	0,00
33	165,00	-54,87	0,00
34	170,00	-56,50	0,00
35	175,00	-58,12	0,00
36	180,00	-59,75	0,00
37	185,00	-61,37	0,00
38	190,00	-63,00	0,00
39	195,00	-64,62	0,00
40	200,00	-66,25	0,00
41	205,00	-67,87	0,00
42	210,00	-69,50	0,00

Verticaal nr	L-coörd [m]	Z-coörd [m]	Additionele Zetting [mm]
43	215,00	-30,58	0,00
44	220,00	-30,58	0,00
45	225,00	-30,58	0,00
46	230,00	-30,58	0,00
47	235,00	-30,58	0,00
48	240,00	-30,58	0,00
49	245,00	-30,58	0,00
50	250,00	-30,58	0,00
51	255,00	-30,58	0,00
52	260,00	-30,58	0,00
53	265,00	-30,58	0,00
54	270,00	-30,58	0,00
55	275,00	-30,58	0,00
56	280,00	-30,58	0,00
57	285,00	-30,58	0,00
58	290,00	-30,58	0,00
59	295,00	-30,58	0,00
60	300,00	-30,58	0,00
61	305,00	-30,58	0,00
62	310,00	-30,58	0,00
63	315,00	-30,58	0,00
64	320,00	-30,58	0,00
65	325,00	-30,58	0,00
66	330,00	-30,58	0,00
67	335,00	-30,58	0,00
68	340,00	-30,58	0,00
69	345,00	-30,58	0,00
70	350,00	-30,58	0,00
71	355,00	-30,58	0,00
72	360,00	-30,58	0,00
73	365,00	-30,58	0,00
74	370,00	-30,58	0,00
75	375,00	-30,58	0,00
76	380,00	-30,58	0,00
77	385,00	-30,58	0,00
78	390,00	-30,58	0,00
79	395,00	-30,58	0,00
80	400,00	-30,58	0,00
81	405,00	-30,58	0,00
82	410,00	-30,58	0,00
83	415,00	-30,58	0,00
84	420,00	-30,58	0,00
85	425,00	-30,58	0,00
86	430,00	-30,58	0,00
87	435,00	-30,58	0,00
88	440,00	-30,58	0,00
89	445,00	-30,58	0,00
90	450,00	-30,58	0,00
91	455,00	-30,58	0,00
92	460,00	-30,58	0,00
93	465,00	-30,58	0,00
94	470,00	-30,58	0,00
95	475,00	-30,58	0,00
96	480,00	-30,58	0,00
97	485,00	-30,58	0,00
98	490,00	-30,58	0,00
99	495,00	-30,58	0,00
100	500,00	-30,58	0,00
101	505,00	-30,58	0,00
102	510,00	-30,58	0,00
103	515,00	-30,58	0,00
104	520,00	-30,58	0,00
105	525,00	-30,58	0,00
106	530,00	-30,58	0,00
107	535,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-boord [m]	Z-coörd [m]	Additionele Zetting [mm]
108	540,00	-30,58	0,00
109	545,00	-30,58	0,00
110	550,00	-30,58	0,00
111	555,00	-30,58	0,00
112	560,00	-30,58	0,00
113	565,00	-30,58	0,00
114	570,00	-30,58	0,00
115	575,00	-30,58	0,00
116	580,00	-30,58	0,00
117	585,00	-30,58	0,00
118	590,00	-30,58	0,00
119	595,00	-30,58	0,00
120	600,00	-30,58	0,00
121	605,00	-30,58	0,00
122	610,00	-30,58	0,00
123	615,00	-30,58	0,00
124	620,00	-30,58	0,00
125	625,00	-30,58	0,00
126	630,00	-30,58	0,00
127	635,00	-30,58	0,00
128	640,00	-30,58	0,00
129	645,00	-30,58	0,00
130	650,00	-30,58	0,00
131	655,00	-30,58	0,00
132	660,00	-30,58	0,00
133	665,00	-30,58	0,00
134	670,00	-30,58	0,00
135	675,00	-30,58	0,00
136	680,00	-30,58	0,00
137	685,00	-30,58	0,00
138	690,00	-30,58	0,00
139	695,00	-30,58	0,00
140	700,00	-30,58	0,00
141	705,00	-30,58	0,00
142	710,00	-30,58	0,00
143	715,00	-30,58	0,00
144	720,00	-30,58	0,00
145	725,00	-30,58	0,00
146	730,00	-30,58	0,00
147	735,00	-30,58	0,00
148	740,00	-30,58	0,00
149	745,00	-30,58	0,00
150	750,00	-30,58	0,00
151	755,00	-30,39	0,00
152	760,00	-30,05	0,00
153	765,00	-29,54	0,00
154	770,00	-28,87	0,00
155	775,00	-28,02	0,00
156	780,00	-26,99	0,00
157	785,00	-25,79	0,00
158	790,00	-24,40	0,00
159	795,00	-22,83	0,00
160	800,00	-21,21	0,00
161	805,00	-19,58	0,00
162	810,00	-17,96	0,00
163	815,00	-16,33	0,00
164	820,00	-14,71	0,00
165	825,00	-13,08	0,00
166	830,00	-11,46	0,00
167	835,00	-9,83	0,00
168	840,00	-8,21	0,00
169	845,00	-6,58	0,00
170	850,00	-4,96	0,00
171	855,00	-3,33	0,00

Locaties berekenings verticale: L is de horizontale coördinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coördinaat.

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
FLM2	10,00	18,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1
Grind los, zwak...	17,00	18,00	0,00	32,50	40,00	40,00	45000	45000
Grind matig, zw...	18,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Grind vast, zwa...	19,00	21,00	0,00	37,50	0,00	0,00	90000	90000
Grind los, sterk...	18,00	20,00	0,00	30,00	0,00	0,00	30000	30000
Grind matig, ste...	19,00	21,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind vast, sterk...	20,00	22,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand los	17,00	19,00	0,00	30,00	30,00	30,00	15000	15000
Zand matig	18,00	20,00	0,00	32,50	40,00	40,00	45000	45000
Zand vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand zwak siltig	18,00	20,00	0,00	27,00	30,00	30,00	35000	35000
Zand sterk siltig	18,00	20,00	0,00	25,00	30,00	30,00	15000	15000
Leem slap, zwa...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Leem matig, zw...	20,00	20,00	1,00	27,50	100,00	100,00	3000	3000
Leem vast, zwa...	21,00	21,00	2,50	27,50	200,00	200,00	5000	5000
Leem sterk zan...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei slap	14,00	14,00	1,00	17,50	25,00	25,00	1000	1000
Klei matig	17,00	17,00	5,00	17,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei vast	19,00	19,00	13,00	17,50	100,00	100,00	4000	4000
Klei slap, zwak...	15,00	15,00	0,00	22,50	40,00	40,00	1500	1500
Klei matig, zwak...	18,00	18,00	5,00	22,50	80,00	80,00	3000	3000
Klei vast, zwak...	20,00	20,00	13,00	22,50	120,00	120,00	5000	5000
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei slap, organi...	13,00	13,00	1,00	17,50	25,00	25,00	1000	1000
Klei matig, orga...	15,00	15,00	0,00	15,00	25,00	25,00	1000	1000
Veen slap	10,00	10,00	1,00	15,00	10,00	10,00	200	200
Veen matig	12,00	12,00	2,50	15,00	20,00	20,00	500	500
FLM3	25,00	25,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1
Trein	50,00	50,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
FLM2	-	-	0,00
Grind los, zwak...	-	-	0,23
Grind matig, zw...	-	-	0,23
Grind vast, zwa...	-	-	0,23
Grind los, sterk...	-	-	0,23
Grind matig, ste...	-	-	0,23
Grind vast, sterk...	-	-	0,23
Zand los	-	-	0,32
Zand matig	-	-	0,30
Zand vast	-	-	0,28
Zand zwak siltig	-	-	0,35
Zand sterk siltig	-	-	0,35

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Veen slap	-	-	0,48
Veen matig	-	-	0,48
FLM3	-	-	0,00
Trein	-	-	0,00

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

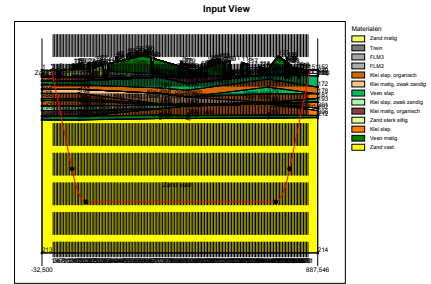
Invorgegevens leiding no. 1		
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteleddruk	0,00	[kPa]
Invorgegevens leiding no. 2		
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteleddruk	0,00	[kPa]
Invorgegevens leiding no. 3		
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteleddruk	0,00	[kPa]
Invorgegevens leiding no. 4		
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteleddruk	0,00	[kPa]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m ³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Sarnendrukingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ²]
Hoek van invwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m ²]
Opleghoek	30	[graden]
Belastingshoek	30	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spanningsanalyse	niet gebruikt	

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

2.13 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht		
materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1,80	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m ³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,67	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Grondmechanische Parameters

3.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
 Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv,p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv,n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph,n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r,n	Gereducerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilinair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ²
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
fmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmx	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv,p [kN/m ²]	Pv,n [kN/m ²]	Ph,n [kN/m ²]	Pv,r,n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	58	21	28	3286
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2260	259	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2361	278	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2433	291	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563

Verticaal nr.	P.v.p [kN/m ²]	P.v.n [kN/m ²]	Ph.n [kN/m ²]	P.v.r.n [kN/m ²]	kv.top [kN/m ²]
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2403	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563
64	2582	320	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	276	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2289	265	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	283	9	12	270563
94	2223	283	9	12	270563
95	2215	281	9	12	270563
96	2220	282	9	12	270563
97	2226	283	9	12	270563
98	2232	284	9	12	270563
99	2215	281	9	12	270563
100	2183	247	9	12	270563
101	2250	287	9	12	270563
102	2256	289	9	12	270563
103	2262	290	9	12	270563
104	2268	291	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	283	9	12	270563
107	2419	288	9	12	270563

Verticaal nr.	P.v.p [kN/m ²]	P.v.n [kN/m ²]	Ph.n [kN/m ²]	P.v.r.n [kN/m ²]	kv.top [kN/m ²]
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	288	9	12	270563
114	2313	289	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2284	265	9	12	270563
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	247	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	2045	222	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563
165	888	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	P.v.e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph:e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3839	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	313	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9045	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	12198	189394	2260	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	13062	189394	2361	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12863	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13403	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13079	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13692	189394	2433	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11156	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11156	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13343	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2403	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2686	0,05	8
52	0	270563	13686	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471		

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kNm ²]	Pv,e [kNm ²]	kh [kNm ²]	Ph,e [kNm ²]	tmax [kNm ²]	dmax [mm]
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12937	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	10434	189394	2045	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv,n max = 321 kNm²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r,n max = 28 kNm²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kNm²
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kNm²

3.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
 Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv,p	Passieve grondbelasting	kNm ²
Pv,n	Neutrale grondbelasting	kNm ²
Ph,n	Neutrale horizontale grondbelasting	kNm ²
Pv,r,n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kNm ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kNm ²
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omlaag	kNm ²
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kNm ²
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kNm ²
kh	Horizontaal beddingsgetal	kNm ²
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kNm ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kNm ²

Verticaal nr.	Pv,p [kNm ²]	Pv,n [kNm ²]	Ph,n [kNm ²]	Pv,r,n [kNm ²]	kv,top [kNm ²]	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving mm	
						dmax	mm
1	53	24	18	24	144758		
2	51	27	14	19	708		
3	168	35	17	23	5263		
4	38	18	8	11	2784		
5	103	30	13	17	2974		
6	124	58	21	28	3286		
7	920	65	20	27	60736		
8	1086	83	17	23	270563		
9	1236	101	11	15	270563		
10	1376	120	9	13	270563		
11	1508	138	9	12	270563		
12	1633	156	9	12	270563		
13	1752	174	9	12	270563		
14	1866	192	9	12	270563		
15	2024	218	9	12	270563		
16	2048	222	9	12	270563		
17	2260	259	9	12	270563		
18	2177	244	9	12	270563		
19	2361	278	9	12	270563		
20	2260	259	9	12	270563		
21	2285	264	9	12	270563		
22	2300	267	9	12	270563		
23	2306	268	9	12	270563		
24	2308	268	9	12	270563		
25	2313	269	9	12	270563		
26	2171	243	9	12	270563		
27	2133	237	9	12	270563		
28	2338	273	9	12	270563		
29	2400	285	9	12	270563		
30	2355	277	9	12	270563		
31	2363	278	9	12	270563		
32	2371	280	9	12	270563		
33	2433	291	9	12	270563		
34	2388	283	9	12	270563		
35	2134	237	9	12	270563		
36	2135	237	9	12	270563		
37	2135	237	9	12	270563		
38	2365	279	9	12	270563		
39	2370	279	9	12	270563		
40	2375	280	9	12	270563		
41	2379	281	9	12	270563		
42	2384	282	9	12	270563		
43	2389	283	9	12	270563		
44	2393	284	9	12	270563		
45	2398	285	9	12	270563		
46	2403	285	9	12	270563		
47	2407	286	9	12	270563		
48	2412	287	9	12	270563		
49	2416	288	9	12	270563		
50	2421	289	9	12	270563		
51	2556	315	9	12	270563		
52	2430	291	9	12	270563		
53	2435	291	9	12	270563		
54	2439	292	9	12	270563		
55	2444	293	9	12	270563		
56	2579	319	9	12	270563		
57	2583	320	9	12	270563		
58	2458	296	9	12	270563		
59	2462	297	9	12	270563		
60	2467	298	9	12	270563		
61	2471	298	9	12	270563		
62	2486	297	9	12	270563		
63	2589	321	9	12	270563		

Verticaal nr.	Pv,p [kNm ²]	Pv,n [kNm ²]	Ph,n [kNm ²]	Pv,r,n [kNm ²]	kv,top [kNm ²]
64	2582	320	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2289	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	284	9	12	270563
94	2223	283	9	12	270563
95	2215	281	9	12	270563
96	2220	282	9	12	270563
97	2226	283	9	12	270563
98	2232	284	9	12	270563
99	2215	281	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	287	9	12	270563
102	2256	289	9	12	270563
103	2262	290	9	12	270563
104	2268	291	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	283	9	12	270563
107	2419	288	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	285	9	12	270563
110	2296	286	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	288	9	12	270563
114	2313	289	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2105	232	9	12	270563
122	2106	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv,p [kNm ²]	Pv,n [kNm ²]	Ph,n [kNm ²]	Pv,r,n [k
---------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------

BAM Infratechniek				D-Geo Pipeline 6.3			
Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12412	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13403	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13079	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13692	189394	2433	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13343	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2403	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14987	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	15028	189394	2582	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13498	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13021	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8

BAM Infratechniek				D-Geo Pipeline 6.3			
Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11814	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11864	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	12315	189394	2274	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	13564	189394	2419	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13749	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8

BAM Infratechniek				D-Geo Pipeline 6.3			
Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	10434	189394	2045	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv,n, max = 321 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r,n, max = 28 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m²

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	P.v.p. [kNm/m²]	P.v.n. [kNm/m²]	Ph.n. [kNm/m²]	P.v.r.n. [kNm/m²]	kv.top [kNm/m²]
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2327	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2266	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2419	288	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2282	265	9	12	270563
110	2286	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	12	270563	
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2226	269	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563

7-11-2013

M.I..HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 45

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	P.v.p. [kNm/m²]	P.v.n. [kNm/m²]	Ph.n. [kNm/m²]	P.v.r.n. [kNm/m²]	kv.top [kNm/m²]
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	2045	222	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	167	33	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kNm/m²]	P.v.e. [kNm/m²]	kh [kNm/m²]	Ph.e. [kNm/m²]	tmax [kNm/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3266	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10481	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	12198	189394	2260	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	13062	189394	2361	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12412	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12697	189394	2316	0,05	8
24	0	270563	12806	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13403	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13079	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13692	189394	2433	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8

7-11-2013

M.I..HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 46

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kNm/m²]	P.v.e. [kNm/m²]	kh [kNm/m²]	Ph.e. [kNm/m²]	tmax [kNm/m²]	dmax [mm]
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13343	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2403	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13696	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13849	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13889	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	15028	189394	2582	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12665	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14422	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0	

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	Pv.e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph.e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv.n. max = 321 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv.r.n. max = 28 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv. max = 270563 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv. max = 554260 kN/m³

3.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
 Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv.p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv.n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph.n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv.r.n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv.top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv.top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv.e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ²
Ph.e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvoetloei	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv.p [kN/m ²]	Pv.n [kN/m ²]	Ph.n [kN/m ²]	Pv.r.n [kN/m ²]	kv.top [kN/m ³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	38	21	28	6036
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2260	259	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2361	278	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2433	291	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	Pv.p [kN/m ²]	Pv.n [kN/m ²]	Ph.n [kN/m ²]	Pv.r.n [kN/m ²]	kv.top [kN/m ³]
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2403	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563
64	2582	320	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2289	264	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	Pv.p [kN/m ²]	Pv.n [kN/m ²]	Ph.n [kN/m ²]	Pv.r.n [kN/m ²]	kv.top [kN/m ³]
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2419	288	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2108	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2378	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	2045	222	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	Pv.p [kN/m ²]	Pv.n [kN/m ²]	Ph.n [kN/m ²]	Pv.r.n [kN/m ²]	kv.top [kN/m ³]
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	Pv.e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph.e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2623	102	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	27056					

BAM Infrastructuur		D-Geo Pipeline 6.3					
Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Pv,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	15028	189394	2582	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11814	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11894	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12356	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	13564	189394	2419	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12815	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8

BAM Infrastructuur		D-Geo Pipeline 6.3					
Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Pv,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	10434	189394	2045	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 321 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondbelasting	: Pv,r,n, max = 28 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: kv, max = 270563 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)	: kv, max = 554260 kN/m ³

BAM Infrastructuur		D-Geo Pipeline 6.3	
4 Gegevens voor Spanningsanalyse			
4.1 Algemene gegevens			
Aantal leidingen in bundel	: NPipes = 4 [-]		
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm		
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm		
Volume gewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³		
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm		
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm		
Volume gewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³		
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm		
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm		
Volume gewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³		
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm		
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm		
Volume gewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³		
Volume gewicht boorvloeistof	: gamma_b = 11,10 kN/m ³		
Minimale kromtestraal	: R = 150 m		
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	: f1 = 0,10		
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	: f2 = 0,000050 N/mm ²		
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	: f3 = 0,20		
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 280752 kN/m ³		
4.2 Ballasten Leiding			
Het oprijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingspercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal			
Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.			
Opwaartse kracht	: 140 [kg/m]		
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	: 124 [kg/m]		
Resultaat	: 16 [kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)		
4.3 Trekkraftberekening			
Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:			
- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,10)			
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm ²])			
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20)			
Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkraft in de leiding. De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken			
Bij het berekenen van de trekkraften wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkraft wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.			
Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkraft (kN)	
T1	0	35	
T2	71	40	
T3	118	48	
T4	752	95	
T5	799	107	
T6	870	112	

BAM Infrastructuur		D-Geo Pipeline 6.3	
De berekende waarden van de trekkraft zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1,4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 0,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00 (alleen voor staal).			

5 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

5.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
 Rekenfactor aanlegbelasting : sf = 1,00
 Rekenfactor qn : sf = 1,00
 Leiding materiaal : Polyethleen PE100
 Buiten- diameter : Do = 200,00 mm
 Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
 Ontwerpdruk : pd = 0,00 Bar
 Rekenfactor ontwerpdruk : sf = 1,00
 Incidenteledruk : pt = 0,00 Bar
 Temperatuur variatie : T = 0,00 Degree Celcius
 Rekenfactor incidenteledruk : sf = 1,00
 Lengte leiding : L = 870 m
 Elasticiteitsmodulus (kort) : E = 975 N/mm²
 Elasticiteitsmodulus (lang) : E = 350 N/mm²
 Toelaatbare spanning (kort) : S = 10 N/mm²
 Toelaatbare spanning (lang) : S = 8 N/mm²
 Importantie factor (S) : S = 1,00
 Constante van Poisson : nu = 0,4
 Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³
 Onzekerheidsfactor qn : sf = 0,0
 Onzekerheidsfactor kv : sf = 0,0
 Minimale kromtestraal : R = 150 m
 Onzekerheidsfactor straal : sf = 1,1
 Opleghoek : beta = 30 graden
 Belastingshoek : alfa = 30 graden
 Momentcoëfficiënt grond top (indirect) : kt = 0,078
 Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect) : kb = 0,179
 Momentcoëfficiënt grond top (direct) : kt = 0,257
 Momentcoëfficiënt bodem (direct) : kb = 0,257
 Deflectiecoëfficiënt (indirect) : ky = 0,071
 Deflectiecoëfficiënt (direct) : ky = 0,143
 Maximale verticale grondbelasting : Pv,r,n, max = 28 kN/m²
 Maximale beddingsconstante : kv, max = 554260 kN/m³

5.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

5.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\begin{aligned} \text{Sigma_py} &= \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_px} &= 0,5 \cdot \text{Sigma_py} &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_ptest} &= \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

5.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\begin{aligned} \text{Sigma_b} &= \text{Mb/Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) &= & 0,3 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Maximale axiale spanning Sigma_a,max} & &= & 0,2 & \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Tangentiele spanning:

$$\begin{aligned} \text{Sigma_qr} &= \text{k}' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} &= & 0,4 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_qn} &= \text{k} \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} &= & 2,6 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Maximale tangentele spanning Sigma_t,max} & &= & 2,0 & \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

5.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\begin{aligned} \text{Sigma_b} &= \text{Mb/Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) &= & 0,3 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Ten gevolge van inwendige druk :} & & & & \\ \text{Sigma_py} &= \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_px} &= 0,5 \cdot \text{Sigma_py} &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_ptest} &= \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_Temp} &= \text{Dt} \cdot \text{gamma_t} \cdot \text{alpha} \cdot \text{g} \cdot \text{E} &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Maximale axiale spanning Sigma_a,max} & &= & 0,2 & \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Tangentiele spanning:

$$\begin{aligned} \text{Sigma_qr} &= \text{k}' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} &= & 0,4 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_qn} &= \text{k} \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} &= & 2,6 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Rerounding factor Frr} & &= & 1,000 & \\ \text{Rerounding factor F'r} & &= & 1,000 & \\ \text{Sigma_t,max} &= \text{Sigma_py} + ((\text{F'r} \cdot \text{Sigma_qr}) + (\text{Frr} \cdot \text{Sigma_qn})) & & & \\ \text{Maximale tangentele spanning Sigma_t,max} & &= & 2,0 & \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

5.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
 - Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
 - Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
 - Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
 - Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
 - Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
 - Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
 - Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
 - Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
 De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

5.3.4 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijde uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfsfase wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijde uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

6 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

6.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
 Rekenfactor aanlegbelasting : sf = 1,00
 Rekenfactor qn : sf = 1,00
 Leiding materiaal : Polyethleen PE100
 Buiten- diameter : Do = 200,00 mm
 Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
 Ontwerpdruk : pd = 0,00 Bar
 Rekenfactor ontwerpdruk : sf = 1,00
 Incidenteledruk : pt = 0,00 Bar
 Temperatuur variatie : T = 0,00 Degree Celcius
 Rekenfactor incidenteledruk : sf = 1,00
 Lengte leiding : L = 870 m
 Elasticiteitsmodulus (kort) : E = 975 N/mm²
 Elasticiteitsmodulus (lang) : E = 350 N/mm²
 Toelaatbare spanning (kort) : S = 10 N/mm²
 Toelaatbare spanning (lang) : S = 8 N/mm²
 Importantie factor (S) : S = 1,00
 Constante van Poisson : nu = 0,4
 Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³
 Onzekerheidsfactor qn : sf = 0,0
 Onzekerheidsfactor kv : sf = 0,0
 Minimale kromtestraal : R = 150 m
 Onzekerheidsfactor straal : sf = 1,1
 Opleghoek : beta = 30 graden
 Belastingshoek : alfa = 30 graden
 Momentcoëfficiënt grond top (indirect) : kt = 0,078
 Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect) : kb = 0,179
 Momentcoëfficiënt grond top (direct) : kt = 0,257
 Momentcoëfficiënt bodem (direct) : kb = 0,257
 Deflectiecoëfficiënt (indirect) : ky = 0,071
 Deflectiecoëfficiënt (direct) : ky = 0,143
 Maximale verticale grondbelasting : Pv,r,n, max = 28 kN/m²
 Maximale beddingsconstante : kv, max = 554260 kN/m³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\begin{aligned} \text{Sigma_py} &= \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_px} &= 0,5 \cdot \text{Sigma_py} &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_ptest} &= \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) &= & 0,0 & \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

6.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb})$ = 0,3 N/mm²

Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$ = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$ = 0,4 N/mm²

$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$ = 2,6 N/mm²

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$ = 2,0 N/mm²

6.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$ = 0,3 N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$ = 0,0 N/mm²

$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py}$ = 0,0 N/mm²

$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$ = 0,0 N/mm²

$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E}$ = 0,0 N/mm²

Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$ = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$ = 0,4 N/mm²

$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$ = 2,6 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000

Rerounding factor Ftr = 1,000

$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((\text{Ftr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (\text{Frr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$ = 2,0 N/mm²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

- Belasting combinatie 1
- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 2
- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 3
- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 4
- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De defectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare defectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De defectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare defectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De defectie is toelaatbaar.

6.3.4 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

7 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

7.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

- Rekenfactor aanlegbelasting : $\text{sf} = 1,00$
- Rekenfactor qn : $\text{sf} = 1,00$
- Leiding materiaal : Polyetheen PE100
- Buiten- diameter : $\text{Do} = 200,00 \text{ mm}$
- Nominale wanddikte : $\text{t} = 18,2 \text{ mm}$
- Ontwerpdruk : $\text{pd} = 0,00 \text{ Bar}$
- Rekenfactor ontwerpdruk : $\text{sf} = 1,00$
- Incidentiedruk : $\text{pt} = 0,00 \text{ Bar}$
- Temperatuur variatie : $\text{T} = 0,00 \text{ Degree Celcius}$
- Rekenfactor incidentiedruk : $\text{sf} = 1,00$
- Lengte leiding : $\text{L} = 870 \text{ m}$
- Elasticiteitsmodulus (kort) : $\text{E} = 975 \text{ N/mm}^2$
- Elasticiteitsmodulus (lang) : $\text{E} = 350 \text{ N/mm}^2$
- Toelaatbare spanning (kort) : $\text{S} = 10 \text{ N/mm}^2$
- Toelaatbare spanning (lang) : $\text{S} = 8 \text{ N/mm}^2$
- Importantie factor (S) : $\text{S} = 1,00$
- Constante van Poisson : $\text{nu} = 0,4$
- Volumegewicht leidingmateriaal : $\text{gamma}_s = 9,54 \text{ kN/m}^3$
- Onzekerheidsfactor qn : $\text{sf} = 0,0$
- Onzekerheidsfactor kv : $\text{sf} = 0,0$
- Minimale kromtestraal : $\text{R} = 150 \text{ m}$
- Onzekerheidsfactor straal : $\text{sf} = 1,1$
- Opleghoek : $\text{beta} = 30 \text{ graden}$
- Belastingshoek : $\text{alfa} = 30 \text{ graden}$
- Momentcoëfficiënt grond top (indirect) : $\text{kt}' = 0,078$
- Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect) : $\text{kb}' = 0,179$
- Momentcoëfficiënt grond top (direct) : $\text{kt} = 0,257$
- Momentcoëfficiënt bodem (direct) : $\text{kb} = 0,257$
- Deflectiecoëfficiënt (indirect) : $\text{ky} = 0,071$
- Deflectiecoëfficiënt (direct) : $\text{ky} = 0,143$
- Maximale verticale grondbelasting : $\text{Pv,r,n, max} = 28 \text{ kN/m}^2$
- Maximale beddingsconstante : $\text{kv, max} = 554260 \text{ kN/m}^3$

7.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekeroperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekeroperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$ = 0,0 N/mm²

$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py}$ = 0,0 N/mm²

$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$ = 0,0 N/mm²

7.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb})$ = 0,3 N/mm²

Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$ = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$ = 0,4 N/mm²

$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$ = 2,6 N/mm²

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$ = 2,0 N/mm²

7.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$ = 0,3 N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$ = 0,0 N/mm²

$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py}$ = 0,0 N/mm²

$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$ = 0,0 N/mm²

$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E}$ = 0,0 N/mm²

Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$ = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$ = 0,4 N/mm²

$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$ = 2,6 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000

Rerounding factor Ftr = 1,000

$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((\text{Ftr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (\text{Frr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$ = 2,0 N/mm²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

- Belasting combinatie 1
- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 2
- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 3
- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 4
- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

7.3.4 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdsige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdsige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

8 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

8.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidentele druk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidentele druk	: sf = 1,00
Langte leiding	: L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constante van Poisson	: nu = 0,4
Voluemegegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 28 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 554260 kN/m ³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma_py} = \text{pd} \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma_px} = 0,5 \text{ Sigma_py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma_ptest} = \text{pt} \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

8.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsfase met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma_b} = \text{Mb/Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma_a_max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma_qr} = \text{k}' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma_qn} = \text{k} \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} = 2,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning Sigma_t_max} = 2,0 \text{ N/mm}^2$$

8.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsfase met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma_b} = \text{Mb/Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma_py} = \text{pd} \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma_px} = 0,5 \text{ Sigma_py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma_ptest} = \text{pt} \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma_Temp} = \text{Dl} \cdot \text{gamma_t} \cdot \text{alpha} \cdot \text{g} \cdot \text{E} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma_a_max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma_qr} = \text{k}' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma_qn} = \text{k} \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} = 2,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Rerounding factor Frr} = 1,000$$

$$\text{Rerounding factor Ftr} = 1,000$$

$$\text{Sigma_t_max} = \text{Sigma_py} + (\text{Frr} \cdot \text{Sigma_qr}) + (\text{Ftr} \cdot \text{Sigma_qn})$$

$$\text{Maximale tangentele spanning Sigma_t_max} = 2,0 \text{ N/mm}^2$$

8.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Belasting combinatie 1
 - Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
 - Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
 - Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
 - Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
 - Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
 - Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
 - Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
 - Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

8.3.4 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdsige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdsige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Einde Rapport

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: BAM Infratechniek
Datum van rapport: 7-11-2013
Tijd van rapport: 11:17:56
Bestandsnaam: M:\..150KV01 A4-HSL - DoesDO+I HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Gebruikt model 3
2.2 Laagscheidingen 3
2.3 PN-Lijnen 24
2.4 Freatische Lijn 24
2.5 Grondprofielen 24
2.6 Grenslagen 25
2.7 Configuratie van de Pijpleiding 25
2.8 Berekenings Verticalen 25
2.9 Materiaaltypen 28
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding 29
2.11 Gegevens voor Leidingberekening 30
2.12 Geometrie 30
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail 30
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht 31
2.13 Factoren 31
3 Grondmechanische Parameters 32
3.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 32
3.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 37
3.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 43
3.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 49
4 Gegevens voor Spanningsanalyse 55
4.1 Algemene gegevens 55
4.2 Ballasten Leiding 55
5 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 56
5.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 56
5.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 56
5.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 56
5.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Druktoezie Situatie 57
5.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 57
5.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 57
5.3.1 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 58
5.3.2 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 58
6.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 59
6.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 59
6.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 59
6.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Druktoezie Situatie 60
6.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 60
6.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 61
6.3.1 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 61
7 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 62
7.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 62
7.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 62
7.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 62
7.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Druktoezie Situatie 63
7.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 63
7.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 63
7.3.1 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 64
7.3.2 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 65
8 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 65
8.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 65
8.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 65
8.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 65
8.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Druktoezie Situatie 66
8.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 66
8.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 67
8.3.1 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 67

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Table with columns: Laagscheidingnummer, Coördinaten [m]. Contains 35 rows of data for various layers.

Table with columns: Laagscheidingnummer, Coördinaten [m]. Contains 35 rows of data for various layers, including X and Y coordinates.

BAM Infrastructuur, D-Geo Pipeline 6.3. Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m]. Contains 61 rows of coordinate data.

7-11-2013

M.L.HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 5

BAM Infrastructuur, D-Geo Pipeline 6.3. Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m]. Contains 61 rows of coordinate data.

7-11-2013

M.L.HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 6

BAM Infrastructuur, D-Geo Pipeline 6.3. Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m]. Contains 61 rows of coordinate data.

7-11-2013

M.L.HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 7

BAM Infrastructuur, D-Geo Pipeline 6.3. Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m]. Contains 61 rows of coordinate data.

7-11-2013

M.L.HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 8

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3. Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and numerical data points.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3. Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and numerical data points.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3. Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and numerical data points.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3. Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and numerical data points.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Laagscheidingsnummer	Coördinaten [m]				
38 - Y -	0.256	0.459	2.527	-2.850	-2.849
38 - X -	576.729	578.988	593.484	595.913	596.187
38 - Y -	-2.523	0.561	0.794	-2.480	-2.850
38 - X -	612.985	613.296	615.459	653.019	653.621
38 - Y -	-2.849	-2.438	0.424	0.116	-2.352
38 - X -	653.642	689.571	691.796	691.799	691.829
38 - Y -	-2.439	-2.439	2.439	2.442	2.267
38 - X -	692.162	721.776	739.267	756.788	778.146
38 - Y -	-0.525	-1.009	0.455	1.921	0.784
38 - X -	779.222	779.412	780.460	780.670	781.787
38 - Y -	-2.304	-2.850	-2.850	-2.307	0.591
38 - X -	785.400	785.400	787.700	787.700	788.389
38 - Y -	0.398	1.398	1.276	0.276	0.239
38 - X -	789.437	789.653	790.701	790.917	791.898
38 - Y -	-2.323	-2.323	2.450	2.326	0.052
38 - X -	805.270	823.902	824.532	824.726	825.774
38 - Y -	-0.659	-0.880	-2.387	-2.850	-2.850
38 - X -	825.994	826.699	855.032	887.546	-
38 - Y -	-2.390	-0.913	-1.249	-1.249	-
37 - X -	-32.500	15.613	15.863	24.144	31.304
37 - Y -	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.869
37 - X -	31.962	92.758	130.843	130.986	136.151
37 - Y -	-2.700	-2.700	-2.778	-2.869	-2.869
37 - X -	136.267	175.240	187.260	188.746	190.532
37 - Y -	-2.789	-2.868	-2.862	-1.458	0.229
37 - X -	215.100	219.600	252.500	259.900	279.700
37 - Y -	0.624	0.696	1.225	1.344	1.663
37 - X -	286.900	305.672	312.600	312.600	319.900
37 - Y -	-2.081	0.940	2.081	2.081	2.792
37 - X -	319.900	331.943	334.641	335.257	335.302
37 - Y -	1.792	1.548	-1.999	-2.809	-2.869
37 - X -	336.322	336.369	337.066	340.018	424.790
37 - Y -	-2.863	-2.809	-2.008	1.384	-0.335
37 - X -	426.280	426.456	429.939	430.158	432.176
37 - Y -	-2.599	-2.867	-2.862	-2.629	-0.485
37 - X -	432.176	441.011	447.424	456.100	456.100
37 - Y -	0.515	0.075	0.075	0.030	-0.970
37 - X -	458.418	458.499	461.861	461.936	463.655
37 - Y -	-2.786	-2.850	-2.850	-2.778	-1.123
37 - X -	475.290	494.515	496.999	497.213	498.337
37 - Y -	-1.359	-0.957	-2.700	-2.850	-2.849
37 - X -	498.540	501.034	521.400	521.400	529.500
37 - Y -	-2.697	-0.820	-0.394	0.606	0.763
37 - X -	529.500	536.900	536.900	544.600	544.600
37 - Y -	-0.237	-0.118	0.882	1.006	0.006
37 - X -	555.000	555.000	560.100	560.100	572.668
37 - Y -	0.174	1.174	1.256	0.256	0.459
37 - X -	575.102	575.366	576.491	576.729	578.988
37 - Y -	-2.527	-2.850	-2.849	-2.523	0.561
37 - X -	593.484	595.913	596.187	612.985	613.296
37 - Y -	0.794	-2.480	-2.850	-2.849	-2.438
37 - X -	615.459	653.019	653.621	653.642	689.571
37 - Y -	0.424	0.116	-2.352	-2.438	-2.439
37 - X -	691.796	691.799	691.829	692.162	721.776
37 - Y -	-2.439	-2.422	-2.267	-0.525	-1.009
37 - X -	739.267	756.788	778.146	779.222	779.412
37 - Y -	0.455	1.921	0.784	-2.304	-2.850
37 - X -	780.460	780.670	781.787	785.400	785.400
37 - Y -	-2.307	0.591	0.398	0.398	0.591
37 - X -	787.700	787.700	788.389	789.437	789.653
37 - Y -	1.276	0.276	0.239	-2.323	-2.850
37 - X -	790.701	790.917	791.898	805.270	823.902
37 - Y -	-2.850	-2.326	0.052	-0.659	-0.880
37 - X -	824.532	824.726	825.774	825.994	826.699
37 - Y -	-2.387	-2.850	-2.850	-2.390	-0.913
37 - X -	855.032	887.546	-	-	-

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Laagscheidingsnummer	Coördinaten [m]				
37 - Y -	-1.249	-1.249	-	-	-
36 - X -	-32.500	15.613	15.863	24.144	31.304
36 - Y -	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.869
36 - X -	31.962	92.758	130.843	130.986	136.151
36 - Y -	-2.700	-2.700	-2.778	-2.869	-2.869
36 - X -	136.267	175.240	187.260	188.746	190.532
36 - Y -	-2.789	-2.868	-2.862	-1.458	0.229
36 - X -	215.100	219.600	252.500	259.900	279.700
36 - Y -	0.624	0.696	1.225	1.344	1.663
36 - X -	286.900	305.672	312.600	312.600	319.900
36 - Y -	1.779	2.081	1.940	1.940	1.548
36 - X -	334.641	335.257	335.302	336.322	336.369
36 - Y -	-1.999	-2.809	-2.869	-2.863	-2.809
36 - X -	337.066	340.018	424.790	426.280	426.456
36 - Y -	2.008	1.384	0.335	-2.599	-2.867
36 - X -	429.939	430.158	432.176	432.176	441.011
36 - Y -	-2.862	-2.629	-0.485	0.515	0.075
36 - X -	447.424	456.100	456.100	458.418	458.499
36 - Y -	0.075	0.030	-0.970	-2.786	-2.850
36 - X -	461.861	461.936	463.655	475.290	494.515
36 - Y -	-2.850	-2.778	-1.123	-1.359	-0.957
36 - X -	496.999	497.213	498.337	498.540	501.034
36 - Y -	-2.869	-2.849	-2.869	-2.789	-2.809
36 - X -	521.400	521.400	529.500	529.500	536.900
36 - Y -	-0.394	0.606	0.763	-0.237	-0.118
36 - X -	536.900	544.600	544.600	555.000	555.000
36 - Y -	0.882	1.006	0.006	0.174	1.174
36 - X -	560.100	560.100	572.668	575.102	575.366
36 - Y -	0.256	0.256	0.256	0.256	0.459
36 - X -	576.491	576.729	578.988	593.484	595.913
36 - Y -	-2.849	-2.523	0.561	0.794	-2.480
36 - X -	596.187	612.985	613.296	615.459	653.019
36 - Y -	-2.850	-2.849	-2.438	0.424	0.116
36 - X -	653.621	653.642	689.571	691.796	691.799
36 - Y -	-2.352	-2.439	-2.439	-2.439	-2.422
36 - X -	691.829	692.162	721.776	739.267	756.788
36 - Y -	2.267	-0.525	-1.009	0.455	1.021
36 - X -	778.146	779.222	779.412	780.460	780.670
36 - Y -	0.784	-2.304	-2.850	-2.850	-2.307
36 - X -	781.787	785.400	785.400	787.700	787.700
36 - Y -	0.591	0.398	1.398	1.276	0.276
36 - X -	788.389	789.437	789.653	790.701	790.917
36 - Y -	0.239	-2.323	-2.850	-2.850	-2.326
36 - X -	791.898	805.270	823.902	824.532	824.726
36 - Y -	0.052	-0.659	-0.880	-2.387	-2.850
36 - X -	825.774	825.994	826.699	855.032	887.546
36 - Y -	-2.850	-2.390	-0.913	-1.249	-1.249
35 - X -	-32.500	15.613	15.863	24.144	31.304
35 - Y -	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.869
35 - X -	31.962	92.758	130.843	130.986	136.151
35 - Y -	-2.700	-2.700	-2.778	-2.869	-2.869
35 - X -	136.267	175.240	187.260	188.746	190.532
35 - Y -	-2.789	-2.868	-2.862	-1.458	-1.999
35 - X -	215.100	219.600	252.500	259.900	279.700
35 - Y -	0.624	0.696	1.225	1.344	1.663
35 - X -	286.900	305.672	312.600	312.600	319.900
35 - Y -	-2.809	-2.869	-2.863	-2.809	-2.008
35 - X -	340.018	424.790	426.280	426.456	429.939
35 - Y -	1.384	-0.335	-2.599	-2.867	-2.862
35 - X -	430.158	432.176	432.176	441.011	447.424
35 - Y -	-2.267	-0.455	0.515	0.075	0.276
35 - X -	456.100	456.100	458.418	458.499	461.861
35 - Y -	0.030	-0.970	-2.786	-2.850	-2.850
35 - X -	461.936	463.655	475.290	494.515	496.999
35 - Y -	-2.778	-1.123	-1.359	-0.957	-2.700
35 - X -	497.213	498.337	498.540	501.034	521.400
35 - Y -	-2.850	-2.849	-2.697	-0.820	-0.394
35 - X -	521.400	529.500	529.500	536.900	536.900

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Laagscheidingsnummer	Coördinaten [m]				
35 - Y -	0.606	0.763	-0.118	0.882	-
35 - X -	544.600	544.600	555.000	555.000	560.100
35 - Y -	1.006	0.006	0.174	1.174	1.256
35 - X -	560.100	572.668	575.102	575.366	576.491
35 - Y -	0.256	0.459	-2.527	-2.850	-2.849
35 - X -	576.729	578.988	593.484	595.913	596.187
35 - Y -	-2.523	0.561	0.794	-2.480	-2.850
35 - X -	612.985	613.296	615.459	653.019	653.621
35 - Y -	-2.849	-2.438	0.424	0.116	-2.352
35 - X -	653.642	689.571	691.796	691.799	691.829
35 - Y -	-2.439	-2.439	-2.439	-2.422	-2.267
35 - X -	692.162	721.776	739.267	756.788	778.146
35 - Y -	-0.525	-1.009	0.455	1.921	0.784
35 - X -	779.222	779.412	780.460	780.670	781.787
35 - Y -	-2.304	-2.850	-2.850	-2.307	0.591
35 - X -	785.400	785.400	787.700	787.700	788.389
35 - Y -	0.398	1.398	1.276	0.276	0.239
35 - X -	789.437	789.653	790.701	790.917	791.898
35 - Y -	-2.323	-2.850	-2.850	-2.326	0.052
35 - X -	805.270	823.902	824.532	824.726	825.774
35 - Y -	-0.659	-0.880	-2.387	-2.850	-2.850
35 - X -	825.994	826.699	855.032	887.546	-
35 - Y -	-2.390	-0.913	-1.249	-1.249	-
34 - X -	-32.500	15.613	15.863	24.144	31.304
34 - Y -	-2.700	-2.700	-2.869	-2.869	-2.869
34 - X -	31.962	92.758	130.843	130.986	136.151
34 - Y -	-2.700	-2.700	-2.778	-2.869	-2.869
34 - X -	136.267	175.240	187.260	188.746	190.532
34 - Y -	-2.789	-2.868	-2.862	-1.458	-2.809
34 - X -	215.100	219.600	252.500	259.900	279.700
34 - Y -	0.624	0.696	1.225	1.344	1.663
34 - X -	286.900	305.672	312.600	312.600	319.900
34 - Y -	-2.081	0.940	2.081	2.081	2.792
34 - X -	319.900	331.943	334.641	335.257	335.302
34 - Y -	1.792	1.548	-1.999	-2.809	-2.869
34 - X -	336.322	336.369	337.066	340.018	424.79

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with 7 columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and 5 coordinate values. Rows include data for various points like 32 -Y, 32 -X, 32 -Y, etc.

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with 7 columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and 5 coordinate values. Rows include data for various points like 30 -Y, 30 -X, 30 -Y, etc.

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with 7 columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and 5 coordinate values. Rows include data for various points like 26 -Y, 26 -X, 26 -Y, etc.

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with 7 columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and 5 coordinate values. Rows include data for various points like 26 -Y, 26 -X, 26 -Y, etc.

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and 5 columns of data. Contains approximately 100 rows of coordinate and elevation data.

7-11-2013

M:\...\HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 21

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and 5 columns of data. Contains approximately 100 rows of coordinate and elevation data.

7-11-2013

M:\...\HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 22

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

Table with columns: Laagscheidingsnummer, Coördinaten [m], and 5 columns of data. Contains approximately 100 rows of coordinate and elevation data.

7-11-2013

M:\...\HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 23

BAM Infratechniek

D-Geo Pipeline 6.3

2.3 PN-Lijnen

Table with columns: PN-lijnnummer, Coördinaten [m], and 5 columns of data. Lists specific PN line numbers and their coordinates.

2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

2.5 Grondprofielen

Table with columns: Laag nummer, Materiaalnaam, PN-Lijnen boven, and PN-Lijnen onder. Lists ground profile details such as soil types and layer numbers.

7-11-2013

M:\...\HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 24

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-Lijnen boven	PN-Lijnen onder
1	Zand vast	2	2

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraaide lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1. Zand vast
 De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1. Zand vast

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coördinaat linker punt	-1,25	[m]
X-coördinaat rechter punt	862,81	[m]
Y-coördinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coördinaat rechter punt	-1,25	[m]
Hoek links	18,00	[graden]
Hoek rechts	18,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortrace)	-30,58	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollerbaan (intrekboog)	300,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	150,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	150,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	0	[-]

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

2.8 Berekennings Verticalen

Verticaal nr	L-coörd [m]	Z-coörd [m]	Additionele Zetting [mm]
1	5,00	-2,87	0,00
2	10,00	-4,50	0,00
3	15,00	-6,12	0,00
4	20,00	-7,75	0,00
5	25,00	-9,37	0,00
6	30,00	-11,00	0,00
7	35,00	-12,62	0,00
8	40,00	-14,25	0,00
9	45,00	-15,87	0,00
10	50,00	-17,49	0,00
11	55,00	-19,12	0,00
12	60,00	-20,74	0,00
13	65,00	-22,37	0,00
14	70,00	-23,99	0,00
15	75,00	-25,62	0,00
16	80,00	-27,24	0,00
17	85,00	-28,87	0,00
18	90,00	-30,49	0,00
19	95,00	-32,12	0,00
20	100,00	-33,74	0,00
21	105,00	-35,37	0,00
22	110,00	-37,00	0,00
23	115,00	-38,62	0,00
24	120,00	-40,25	0,00
25	125,00	-41,87	0,00
26	130,00	-43,50	0,00
27	135,00	-45,12	0,00
28	140,00	-46,75	0,00
29	145,00	-48,37	0,00
30	150,00	-50,00	0,00
31	155,00	-51,62	0,00
32	160,00	-53,25	0,00

Verticaal nr	L-coörd [m]	Z-coörd [m]	Additionele Zetting [mm]
33	165,00	-30,58	0,00
34	170,00	-30,58	0,00
35	175,00	-30,58	0,00
36	180,00	-30,58	0,00
37	185,00	-30,58	0,00
38	190,00	-30,58	0,00
39	195,00	-30,58	0,00
40	200,00	-30,58	0,00
41	205,00	-30,58	0,00
42	210,00	-30,58	0,00
43	215,00	-30,58	0,00
44	220,00	-30,58	0,00
45	225,00	-30,58	0,00
46	230,00	-30,58	0,00
47	235,00	-30,58	0,00
48	240,00	-30,58	0,00
49	245,00	-30,58	0,00
50	250,00	-30,58	0,00
51	255,00	-30,58	0,00
52	260,00	-30,58	0,00
53	265,00	-30,58	0,00
54	270,00	-30,58	0,00
55	275,00	-30,58	0,00
56	280,00	-30,58	0,00
57	285,00	-30,58	0,00
58	290,00	-30,58	0,00
59	295,00	-30,58	0,00
60	300,00	-30,58	0,00
61	305,00	-30,58	0,00
62	310,00	-30,58	0,00
63	315,00	-30,58	0,00
64	320,00	-30,58	0,00
65	325,00	-30,58	0,00
66	330,00	-30,58	0,00
67	335,00	-30,58	0,00
68	340,00	-30,58	0,00
69	345,00	-30,58	0,00
70	350,00	-30,58	0,00
71	355,00	-30,58	0,00
72	360,00	-30,58	0,00
73	365,00	-30,58	0,00
74	370,00	-30,58	0,00
75	375,00	-30,58	0,00
76	380,00	-30,58	0,00
77	385,00	-30,58	0,00
78	390,00	-30,58	0,00
79	395,00	-30,58	0,00
80	400,00	-30,58	0,00
81	405,00	-30,58	0,00
82	410,00	-30,58	0,00
83	415,00	-30,58	0,00
84	420,00	-30,58	0,00
85	425,00	-30,58	0,00
86	430,00	-30,58	0,00
87	435,00	-30,58	0,00
88	440,00	-30,58	0,00
89	445,00	-30,58	0,00
90	450,00	-30,58	0,00
91	455,00	-30,58	0,00
92	460,00	-30,58	0,00
93	465,00	-30,58	0,00
94	470,00	-30,58	0,00
95	475,00	-30,58	0,00
96	480,00	-30,58	0,00
97	485,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-coörd [m]	Z-coörd [m]	Additionele Zetting [mm]
98	490,00	-30,58	0,00
99	495,00	-30,58	0,00
100	500,00	-30,58	0,00
101	505,00	-30,58	0,00
102	510,00	-30,58	0,00
103	515,00	-30,58	0,00
104	520,00	-30,58	0,00
105	525,00	-30,58	0,00
106	530,00	-30,58	0,00
107	535,00	-30,58	0,00
108	540,00	-30,58	0,00
109	545,00	-30,58	0,00
110	550,00	-30,58	0,00
111	555,00	-30,58	0,00
112	560,00	-30,58	0,00
113	565,00	-30,58	0,00
114	570,00	-30,58	0,00
115	575,00	-30,58	0,00
116	580,00	-30,58	0,00
117	585,00	-30,58	0,00
118	590,00	-30,58	0,00
119	595,00	-30,58	0,00
120	600,00	-30,58	0,00
121	605,00	-30,58	0,00
122	610,00	-30,58	0,00
123	615,00	-30,58	0,00
124	620,00	-30,58	0,00
125	625,00	-30,58	0,00
126	630,00	-30,58	0,00
127	635,00	-30,58	0,00
128	640,00	-30,58	0,00
129	645,00	-30,58	0,00
130	650,00	-30,58	0,00
131	655,00	-30,58	0,00
132	660,00	-30,58	0,00
133	665,00	-30,58	0,00
134	670,00	-30,58	0,00
135	675,00	-30,58	0,00
136	680,00	-30,58	0,00
137	685,00	-30,58	0,00
138	690,00	-30,58	0,00
139	695,00	-30,58	0,00
140	700,00	-30,58	0,00
141	705,00	-30,58	0,00
142	710,00	-30,58	0,00
143	715,00	-30,58	0,00
144	720,00	-30,58	0,00
145	725,00	-30,58	0,00
146	730,00	-30,58	0,00
147	735,00	-30,58	0,00
148	740,00	-30,58	0,00
149	745,00	-30,58	0,00
150	750,00	-30,58	0,00
151	755,00	-30,45	0,00
152	760,00	-30,16	0,00
153	765,00	-29,70	0,00
154	770,00	-29,07	0,00
155	775,00	-28,27	0,00
156	780,00	-27,30	0,00
157	785,00	-26,14	0,00
158	790,00	-24,81	0,00
159	795,00	-23,28	0,00
160	800,00	-21,66	0,00
161	805,00	-20,03	0,00
162	810,00	-18,41	0,00

Verticaal nr	L-coörd [m]	Z-coörd [m]	Additionele Zetting [mm]
163	815,00	-16,78	0,00
164	820,00	-15,16	0,00
165	825,00	-13,53	0,00
166	830,00	-11,91	0,00
167	835,00	-10,29	0,00
168	840,00	-8,66	0,00
169	845,00	-7,04	0,00
170	850,00	-5,41	0,00
171	852,58	-4,57	0,00

Locaties berekennings verticalen; L is de horizontale coördinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrade coördinaat.

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma omverz [kN/m²]	Gamma verz [kN/m²]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
FLM2	10,00	10,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1
Grind los, zwak ...	17,00	18,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind matig, zw...	18,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Grind vast, zwa...	19,00	21,00	0,00	37,50	0,00	0,00	90000	90000
Grind los, sterk ...	18,00	20,00	0,00	30,00	0,00	0,00	30000	30000
Grind matig, ste...	19,00	21,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind vast, sterk...	20,00	22,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand los	17,00	19,00	0,00	30,00	30,00	30,00	15000	15000
Zand matig	18,00	20,00	0,00	32,50	40,00	40,00	45000	45000
Zand vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand zwak siltig	18,00	20,00	0,00	27,00	30,00	30,00	35000	35000
Zand sterk siltig	18,00	20,00	0,00	25,00	30,00	30,00	15000	15000
Leem slap, zwa...	19,00	18,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Leem matig, zw...	20,00	20,00	1,00	27,50	100,00	100,00	3000	3000
Leem vast, zwa...	21,00	21,00	2,50	27,50	200,00	200,00	5000	5000
Leem sterk zan...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	3000	3000
Klei slap	14,00	14,00	1,00	17,50	25,00	25,00	1000	1000
Klei matig	17,00	17,00	5,00	17,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei vast	19,00	19,00	13,00	17,50	100,00	100,00	4000	4000
Klei slap, zwak ...	15,00	15,00	0,00	22,50	40,00	40,00	1500	1500
Klei matig, zw...	18,00	18,00	5,00	22,50	80,00	80,00	3000	3000
Klei vast, zwak	20,00	20,00	13,00	22,50	120,00	120,00	5000	5000
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei slap, organi...	13,00	13,00	0,00	15,00	10,00	10,00	500	500
Klei matig, orga...	15,00	15,00	0,00	15,00	25,00	25,00	1000	1000
Veen slap	10,00	10,00	1,00	15,00	10,00	10,00	200	200
Veen matig	12,00	12,00	2,50	15,00	20,00	20,00	500	500
FLM3	25,00	25,00	0,00	0,10	0,10	0,10	1	1
Trein	50,00	50,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
FLM2	-	-	0,00
Grind los, zwak ...			

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Leem vast_zwa...	-	-	0.40
Leem sterk zan...	-	-	0.40
Klei slap	-	-	0.45
Klei matig	-	-	0.45
Klei vast	-	-	0.45
Klei slap_zwak ...	-	-	0.40
Klei matig_zwak ...	-	-	0.40
Klei vast_zwak ...	-	-	0.40
Klei sterk zandig	-	-	0.40
Klei slap_organ...	-	-	0.45
Klei matig_organ...	-	-	0.45
Veen slap	-	-	0.48
Veen matig	-	-	0.48
FLM3	-	-	0.00
Trein	-	-	0.00

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.00 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]
Invoergegevens leiding no. 2	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.00 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]
Invoergegevens leiding no. 3	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.00 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]
Invoergegevens leiding no. 4	
Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]

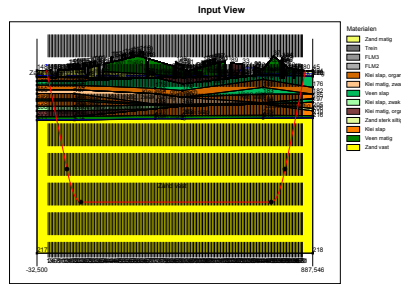
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0.65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200.00 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18.20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0.00 [kPa]
Incidenteleddruk	0.00 [kPa]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100 [%]
Volumegewicht vloeistof	10.00 [kN/m ³]
Relatieve verplaatsing	10.00 [mm]
Samendrukkingsconstante	6.00 [-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500.00 [kN/m ²]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15.00 [graden]
Cohesie boorvloeistof	5.00 [kN/m ²]
Opleghoek	30 [graden]
Belastingshoek	30 [graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0.10 [-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0.000050 [N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0.20 [-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

2.13 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3.0 [-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1.5 [-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht	
materiaaltypen onder en boven fretatische lijn	1.10 [-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1.40 [-]
Onzekerheidsfactor Phi	1.10 [-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1.25 [-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1.80 [-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1.60 [-]
Onzekerheidsfactor Qn	1.10 [-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1.40 [-]
Importantie factor (S)	1.00 [-]
Volumegewicht water	10.00 [kN/m ³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0.67 [-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0.50 [-]

3 Grondmechanische Parameters

3.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
 Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv,p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv,n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph,n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r,n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddingsgetal	kN/m ²
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
fm,ax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dm,ax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Vertical nr.	Pv,p [kN/m ²]	Pv,n [kN/m ²]	Ph,n [kN/m ²]	Pv,r,n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	9	13	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2396	284	9	12	270563
21	2421	289	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2424	290	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563

Table with 6 columns: Verticaal nr., P.v.p [kN/m²], P.v.n [kN/m²], Ph.n [kN/m²], P.v.r.n [kN/m²], kv.top [kN/m²]. Rows 43-107.

Table with 6 columns: Verticaal nr., P.v.p [kN/m²], P.v.n [kN/m²], Ph.n [kN/m²], P.v.r.n [kN/m²], kv.top [kN/m²]. Rows 108-171.

Table with 8 columns: Verticaal nr., dv [mm], kv [kN/m²], P.v.e [kN/m²], kh [kN/m²], Ph.e [kN/m²], tmax [kN/m²], dmax [mm]. Rows 1-64.

Table with 8 columns: Verticaal nr., dv [mm], kv [kN/m²], P.v.e [kN/m²], kh [kN/m²], Ph.e [kN/m²], tmax [kN/m²], dmax [mm]. Rows 65-129.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1738	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2934	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	1374	108	962	40	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv,n max = 321 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r,n max = 24 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m²

3.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
 Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv,p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv,n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph,n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r,n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ²
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ²
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ²
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddingsgetal	kN/m ²
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	Pv,p [kN/m ²]	Pv,n [kN/m ²]	Ph,n [kN/m ²]	Pv,r,n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ²]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	8	10	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2396	284	9	12	270563
21	2421	289	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2424	290	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	287	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	Pv,p [kN/m ²]	Pv,n [kN/m ²]	Ph,n [kN/m ²]	Pv,r,n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ²]
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2289	261	9	12	270563
86	2284	259	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2263	263	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2302	267	9	12	270563
124	2347	275	9	12	270563
125	2343	274	9	12	270563
126	2338	274	9	12	270563
127	2334	273	9	12	270563
128	2329	272	9	12	270563

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	Pv,p [kN/m ²]	Pv,n [kN/m ²]	Ph,n [kN/m ²]	Pv,r,n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ²]
129	2325	271	9	12	270563
130	2320	270	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m²]	Pv,e [kN/m²]	kh [kN/m²]	Ph,e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
20	0	270563	13366	189394	2396	0,05	8
21	0	270563	13582	189394	2421	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12806	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13402	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13005	189394	2354	0,05	8
31	0	270563	13076	189394	2362	0,05	8
32	0	270563	13615	189394	2424	0,05	8
33	0	270563	13248	189394	2379	0,05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0,05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	12822	189394	2333	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13261	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13382	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13463	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13544	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13665	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13746	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14987	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13882	189394	2446	0,05	8
63	0	270563	15096	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13498	189394	2412	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m²]	Pv,e [kN/m²]	kh [kN/m²]	Ph,e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11814	189394	2216	0,05	8
98	0	270563	11854	189394	2222	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13478	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12394	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13749	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12828	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m²]	Pv,e [kN/m²]	kh [kN/m²]	Ph,e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	1374	108	962	40	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv,n, max = 321 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r,n, max = 24 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

3.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv,p Passieve grondbelasting kN/m²
Pv,n Neutrale grondbelasting kN/m²
Ph,n Neutrale horizontale grondbelasting kN/m²
Pv,r,n Gereduceerde neutrale grondbelasting kN/m²
kv,top1 Verticaal beddingsgetal (bilineaar) omhoog kN/m³
kv,top2 Verticaal beddingsgetal omhoog kN/m³
dv Verticale verplaatsing mm
kv Verticale verplaatsing kN/m³
Pv,e Verticaal evenwichtsgetal omlaag kN/m²
kh Verticaal evenwichtsgetal kN/m³
kh Horizontaal beddingsgetal kN/m²
Ph,e Horizontaal evenwichtsgetal kN/m²
tmax Maximale wijving leiding-boorvoelstof kN/m²
dmax

BAM Infratechniek						D-Geo Pipeline 6.3
Verticaal nr.	P.v.p [kN/m ²]	P.v.n [kN/m ²]	Ph.n [kN/m ²]	P.v.r.n [kN/m ²]	kv.top [kN/m ²]	
82	2315	269	9	12	270563	
83	2307	268	9	12	270563	
84	2298	266	9	12	270563	
85	2269	261	9	12	270563	
86	2144	239	9	12	270563	
87	2337	311	9	12	270563	
88	2521	308	9	12	270563	
89	2517	307	9	12	270563	
90	2516	307	9	12	270563	
91	2514	307	9	12	270563	
92	2142	238	9	12	270563	
93	2231	254	9	12	270563	
94	2223	253	9	12	270563	
95	2215	251	9	12	270563	
96	2220	252	9	12	270563	
97	2226	253	9	12	270563	
98	2232	254	9	12	270563	
99	2215	251	9	12	270563	
100	2193	247	9	12	270563	
101	2250	257	9	12	270563	
102	2266	259	9	12	270563	
103	2262	260	9	12	270563	
104	2268	261	9	12	270563	
105	2409	287	9	12	270563	
106	2279	263	9	12	270563	
107	2283	263	9	12	270563	
108	2423	289	9	12	270563	
109	2282	263	9	12	270563	
110	2286	266	9	12	270563	
111	2435	292	9	12	270563	
112	2439	292	9	12	270563	
113	2309	268	9	12	270563	
114	2313	269	9	12	270563	
115	2125	235	9	12	270563	
116	2322	271	9	12	270563	
117	2286	271	9	12	270563	
118	2331	272	9	12	270563	
119	2197	248	9	12	270563	
120	2108	232	9	12	270563	
121	2106	232	9	12	270563	
122	2105	232	9	12	270563	
123	2302	267	9	12	270563	
124	2347	275	12	12	270563	
125	2343	274	9	12	270563	
126	2338	274	9	12	270563	
127	2334	273	9	12	270563	
128	2329	272	9	12	270563	
129	2325	271	9	12	270563	
130	2320	270	9	12	270563	
131	2203	249	9	12	270563	
132	2201	249	9	12	270563	
133	2200	249	9	12	270563	
134	2199	248	9	12	270563	
135	2198	248	9	12	270563	
136	2197	248	9	12	270563	
137	2195	248	9	12	270563	
138	2194	248	9	12	270563	
139	2226	251	9	12	270563	
140	2216	251	9	12	270563	
141	2210	250	9	12	270563	
142	2203	249	9	12	270563	
143	2197	248	9	12	270563	
144	2190	247	9	12	270563	
145	2206	250	9	12	270563	
146	2235	255	9	12	270563	

BAM Infratechniek						D-Geo Pipeline 6.3
Verticaal nr.	P.v.p [kN/m ²]	P.v.n [kN/m ²]	Ph.n [kN/m ²]	P.v.r.n [kN/m ²]	kv.top [kN/m ²]	
147	2263	260	9	12	270563	
148	2291	265	9	12	270563	
149	2319	270	9	12	270563	
150	2346	275	9	12	270563	
151	2366	279	9	12	270563	
152	2348	275	9	12	270563	
153	2303	267	9	12	270563	
154	2248	257	9	12	270563	
155	2181	245	9	12	270563	
156	1908	199	9	12	270563	
157	2009	215	9	12	270563	
158	1736	171	9	12	270563	
159	1777	179	9	12	270563	
160	1639	157	9	12	270563	
161	1495	136	9	12	270563	
162	1359	117	9	12	270563	
163	1215	99	9	12	270563	
164	1061	80	10	14	270563	
165	746	48	13	17	270563	
166	796	53	17	23	2089	
167	114	35	17	23	18904	
168	94	35	15	20	1332	
169	82	29	14	18	1698	
170	51	23	11	15	1139	
171	40	19	10	13	539	

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	P.v.e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph.e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0.05	8
2	0	2088	149	1461	51	0.05	8
3	0	3939	239	2757	113	0.05	8
4	0	2513	129	1759	38	0.05	8
5	0	3848	288	2693	87	0.05	8
6	0	2013	180	1409	78	0.05	8
7	0	270563	2453	189394	779	0.05	8
8	0	270563	3246	189394	1082	0.05	8
9	0	270563	4798	189394	1234	0.05	8
10	0	270563	5650	189394	1374	0.05	8
11	0	270563	6502	189394	1507	0.05	8
12	0	270563	7355	189394	1632	0.05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0.05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0.05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0.05	8
16	0	270563	10483	189394	2048	0.05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0.05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0.05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0.05	8
20	0	270563	13366	189394	2396	0.05	8
21	0	270563	13582	189394	2421	0.05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0.05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0.05	8
24	0	270563	12806	189394	2308	0.05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0.05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0.05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0.05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0.05	8
29	0	270563	13402	189394	2400	0.05	8
30	0	270563	13675	189394	2444	0.05	8
31	0	270563	13078	189394	2362	0.05	8
32	0	270563	13615	189394	2424	0.05	8
33	0	270563	13218	189394	2379	0.05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0.05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0.05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0.05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0.05	8

BAM Infratechniek								D-Geo Pipeline 6.3
Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	P.v.e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph.e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]	
38	0	270563	12822	189394	2333	0.05	8	
39	0	270563	13140	189394	2370	0.05	8	
40	0	270563	13181	189394	2375	0.05	8	
41	0	270563	13221	189394	2379	0.05	8	
42	0	270563	13261	189394	2384	0.05	8	
43	0	270563	13302	189394	2389	0.05	8	
44	0	270563	13342	189394	2393	0.05	8	
45	0	270563	13382	189394	2398	0.05	8	
46	0	270563	13423	189394	2402	0.05	8	
47	0	270563	13463	189394	2407	0.05	8	
48	0	270563	13504	189394	2412	0.05	8	
49	0	270563	13544	189394	2416	0.05	8	
50	0	270563	13585	189394	2421	0.05	8	
51	0	270563	14795	189394	2556	0.05	8	
52	0	270563	13695	189394	2430	0.05	8	
53	0	270563	13706	189394	2435	0.05	8	
54	0	270563	13746	189394	2439	0.05	8	
55	0	270563	13787	189394	2444	0.05	8	
56	0	270563	14997	189394	2579	0.05	8	
57	0	270563	15038	189394	2583	0.05	8	
58	0	270563	13908	189394	2498	0.05	8	
59	0	270563	13849	189394	2482	0.05	8	
60	0	270563	13889	189394	2487	0.05	8	
61	0	270563	14030	189394	2471	0.05	8	
62	0	270563	13982	189394	2466	0.05	8	
63	0	270563	15090	189394	2589	0.05	8	
64	0	270563	13858	189394	2452	0.05	8	
65	0	270563	13796	189394	2445	0.05	8	
66	0	270563	13735	189394	2438	0.05	8	
67	0	270563	11356	189394	2159	0.05	8	
68	0	270563	13600	189394	2423	0.05	8	
69	0	270563	13550	189394	2417	0.05	8	
70	0	270563	13488	189394	2410	0.05	8	
71	0	270563	13426	189394	2403	0.05	8	
72	0	270563	13365	189394	2396	0.05	8	
73	0	270563	13298	189394	2388	0.05	8	
74	0	270563	13229	189394	2380	0.05	8	
75	0	270563	13160	189394	2372	0.05	8	
76	0	270563	13091	189394	2364	0.05	8	
77	0	270563	13022	189394	2356	0.05	8	
78	0	270563	12952	189394	2348	0.05	8	
79	0	270563	12883	189394	2340	0.05	8	
80	0	270563	12812	189394	2332	0.05	8	
81	0	270563	12739	189394	2324	0.05	8	
82	0	270563	12665	189394	2315	0.05	8	
83	0	270563	12594	189394	2307	0.05	8	
84	0	270563	12521					

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Table with 7 columns: Verticaal nr., dv [mm], kv [kNm/m], Pv,e [kNm/m], kh [kNm/m], Ph,e [kNm/m], tmax [kNm/m], dmax [mm]. Rows 168-171.

Maximale grondbelasting : Pv,n, max = 321 kNm²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r,n, max = 24 kNm²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kNm³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kNm³

3.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Table with 2 columns: Parameter and Value. Parameters include Pv,p, Pv,n, Ph,n, Pv,r,n, kv,top1, kv,top2, dv, kv, Pv,e, kh, Ph,e, tmax, dmax.

Table with 6 columns: Verticaal nr., Pv,p [kNm/m²], Pv,n [kNm/m²], Ph,n [kNm/m²], Pv,r,n [kNm/m²], kv,top [kNm/m³]. Rows 1-34.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Table with 7 columns: Verticaal nr., Pv,p [kNm/m²], Pv,n [kNm/m²], Ph,n [kNm/m²], Pv,r,n [kNm/m²], kv,top [kNm/m³]. Rows 35-99.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Table with 6 columns: Verticaal nr., Pv,p [kNm/m²], Pv,n [kNm/m²], Ph,n [kNm/m²], Pv,r,n [kNm/m²], kv,top [kNm/m³]. Rows 100-164.

BAM Infratechniek D-Geo Pipeline 6.3

Table with 7 columns: Verticaal nr., Pv,p [kNm/m²], Pv,n [kNm/m²], Ph,n [kNm/m²], Pv,r,n [kNm/m²], kv,top [kNm/m³], tmax [kNm/m], dmax [mm]. Rows 165-55.

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	13127	189394	2379	0,05	8
107	0	270563	12394	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2239	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2243	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8

7-11-2013

M:\..HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 53

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ²]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12829	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12899	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5645	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4878	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3912	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2625	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	1374	108	962	40	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv,r,n, max = 321 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r,n, max = 24 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

7-11-2013

M:\..HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 54

BAM Infratechniek	D-Geo Pipeline 6.3
4 Gegevens voor Spanningsanalyse	
4.1 Algemene gegevens	
Aantal leidingen in bundel	: NPipes= 4 [-]
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	: gamma_b = 11,10 kN/m ³
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	: f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	: f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	: f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 280752 kN/m ³
4.2 Ballasten Leiding	
Het oprijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal	
Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.	
Opwaartse kracht	: 140 [kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	: 124 [kg/m]
Resultaat	: 16 [kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

7-11-2013

M:\..HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 55

BAM Infratechniek	D-Geo Pipeline 6.3
5 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1	
5.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1	
De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:	
Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyethen PE100
Buiten- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidentele druk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidentele druk	: sf = 1,00
Lengte leiding	: L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm ²
Toelatare spanning (kort)	: S = 10 N/mm ²
Toelatare spanning (lang)	: S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constante van Poisson	: nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alpha = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 24 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 554260 kN/m ³
5.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1	
Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:	
- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie	
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie	
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen	
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk	
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk	
De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet	
5.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	
Ten gevolge van inwendige druk :	
Sigma_py = pd*((ru	

5.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$

5.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{rol} \cdot Wb) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{Temp} = Dt \cdot \gamma \cdot \alpha \cdot g \cdot E = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Rerounding factor $F_{rr} = 1,000$
 Rerounding factor $F_{tr} = 1,000$

$$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + (F_{tr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn})$$

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$

5.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

- Belasting combinatie 1
 - $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 2
 - $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 3
 - $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 4
 - $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_pptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

5.3.4 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De totale toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

6 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

6.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidenteleddruk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteleddruk	: sf = 1,00
Lengte leiding	: L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constante van Poisson	: nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alfa = 30 graden
Momentcoefficient grond top (indirect)	: kt' = 0,078
Momentcoefficient grond bodem (indirect)	: kb' = 0,179
Momentcoefficient grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentcoefficient bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoefficient (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoefficient (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 24 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 554260 kN/m ³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

6.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$

6.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{rol} \cdot Wb) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{Temp} = Dt \cdot \gamma \cdot \alpha \cdot g \cdot E = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Rerounding factor $F_{rr} = 1,000$
 Rerounding factor $F_{tr} = 1,000$

$$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + (F_{tr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn})$$

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$

6.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

- Belasting combinatie 1
 - $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 2
 - $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 3
 - $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- Belasting combinatie 4
 - $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningsituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

6.3.4 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

7 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

7.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

- De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
- Rekenfactor aanlegbelasting : sf = 1,00
 - Rekenfactor qn : sf = 1,00
 - Leiding materiaal : Polyetheen PE100
 - Buiten- diameter : Do = 200,00 mm
 - Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
 - Ontwerpdruk : pd = 0,00 Bar
 - Rekenfactor ontwerpdruk : sf = 1,00
 - Incidenteleddruk : pt = 0,00 Bar
 - Temperatuur variatie : T = 0,00 Degree Celcius
 - Rekenfactor incidenteleddruk : sf = 1,00
 - Lengte leiding : L = 871 m
 - Elasticiteitsmodulus (kort) : E = 975 N/mm²
 - Elasticiteitsmodulus (lang) : E = 350 N/mm²
 - Toelaatbare spanning (kort) : S = 10 N/mm²
 - Toelaatbare spanning (lang) : S = 8 N/mm²
 - Importantie factor (S) : S = 1,00
 - Constante van Poisson : nu = 0,4
 - Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³
 - Onzekerheidsfactor qn : sf = 0,0
 - Onzekerheidsfactor kv : sf = 0,0
 - Minimale kromtestraal : R = 150 m
 - Onzekerheidsfactor straal : sf = 1,1
 - Opleghoek : beta = 30 graden
 - Belastingshoek : alfa = 30 graden
 - Momentcoëfficiënt grond top (indirect) : kt = 0,078
 - Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect) : kb = 0,179
 - Momentcoëfficiënt grond top (direct) : kt = 0,257
 - Momentcoëfficiënt bodem (direct) : kb = 0,257
 - Deflectiecoëfficiënt (indirect) : ky = 0,071
 - Deflectiecoëfficiënt (direct) : ky = 0,143
 - Maximale verticale grondbelasting : Pv,r,n, max = 24 kN/m²
 - Maximale beddingsconstante : kv, max = 554260 kN/m³

7.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfssfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfssfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\begin{aligned} \text{Sigma_py} &= \text{pd} \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) &= & 0,0 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_px} &= 0,5 \text{ Sigma_py} &= & 0,0 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Sigma_ptest} &= \text{pt} \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) &= & 0,0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

7.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma_b} = \text{Mb/Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \text{ N/mm}^2$

Maximale axiale spanning $\text{Sigma_a_max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

$\text{Sigma_qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} = 0,4 \text{ N/mm}^2$

$\text{Sigma_qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} = 2,2 \text{ N/mm}^2$

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma_t_max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$

7.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\text{Sigma_b} = \text{Mb/Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \text{ N/mm}^2$

Ten gevolge van inwendige druk :

$\text{Sigma_py} = \text{pd} \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$

$\text{Sigma_px} = 0,5 \text{ Sigma_py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$

$\text{Sigma_ptest} = \text{pt} \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$

$\text{Sigma_Temp} = \text{Dl} \cdot \text{gamma_t} \cdot \text{alpha g} \cdot \text{E} = 0,0 \text{ N/mm}^2$

Maximale axiale spanning $\text{Sigma_a_max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$

Tangentiele spanning:

$\text{Sigma_qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} = 0,4 \text{ N/mm}^2$

$\text{Sigma_qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg/Ww}) \cdot \text{Do} = 2,2 \text{ N/mm}^2$

Rerounding factor $\text{Frr} = 1,000$

Rerounding factor $\text{Ftr} = 1,000$

$\text{Sigma_t_max} = \text{Sigma_py} + (\text{Frr} \cdot \text{Sigma_qr}) + (\text{Ftr} \cdot \text{Sigma_qn})$

Maximale tangentele spanning $\text{Sigma_t_max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$

7.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

- Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
 - Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor
- Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
 - Sigma_py < LongStrength * DamageFactor
- Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
 - Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor
- Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
 - Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningsituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

7.3.4 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

8 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

8.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	: sf = 1,00
Rekenfactor qn	: sf = 1,00
Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiter- diameter	: Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	: sf = 1,00
Incidenteleddruk	: pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	: T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteleddruk	: sf = 1,00
Lengte leiding	: L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	: S = 1,00
Constante van Poisson	: nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	: gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	: sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	: sf = 0,0
Minimale kromtestraal	: R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	: sf = 1,1
Opleghoek	: beta = 30 graden
Belastingshoek	: alfa = 30 graden
Momentoëfficiënt grond top (indirect)	: kt = 0,078
Momentoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb = 0,179
Momentoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	: Pv,r,n, max = 24 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: kv, max = 554260 kN/m ³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2))$	=	0,0	N/mm ²

7-11-2013

M:\L\HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 65

8.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib})/(0,91 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb})$	=	0,3	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,4	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	2,2	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	1,7	N/mm ²

8.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib})/(0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,3	N/mm ²
Ten gevolge van inwendige druk :			
$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha} \cdot \text{g} \cdot \text{E}$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,4	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	2,2	N/mm ²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + (\text{F'rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (\text{Frr} \cdot \text{Sigma}_{qn})$	=		
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	1,7	N/mm ²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Belasting combinatie 1
 - $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2
 - $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3
 - $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4
 - $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
 - $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

7-11-2013

M:\L\HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 66

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

8.3.4 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijde uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijde uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Einde Rapport

7-11-2013

M:\L\HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

Pagina 67

Boorplan - HDD0.1 A4/HSL/Does

Randstad 380 kV Noordring



BIJLAGE 4 PRODUCTBLAD MAXI-RIG



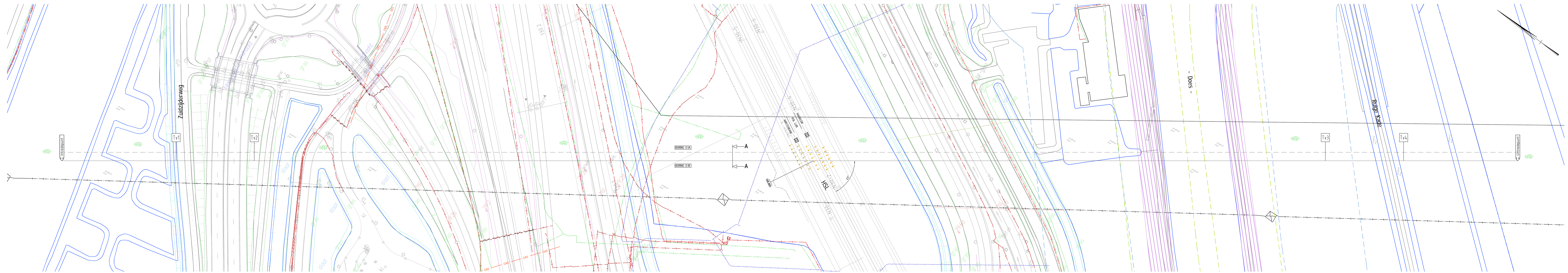
Specificatie 80-tonner

Aandrijving	6-cilinder turbodiesel Motornummer	181 kW / 2.300 O/min. 10837380
Onderstel	Kracht achteruit Kracht vooruit Lengte vooruit	Max. 800 kN Max. 800 kN 6.000 mm
Boorkop	Draaimoment / Toerental Versnelling 1 Versnelling 2 Spoelas Uitlaatflens	33 kNm / 40 O/min. 16 kNm / 80 O/min. ID = 70 mm 4.1/2" IF
Breekunit	Breekmoment Klemgebied	45 kNm 95 – 254 mm
Besturing	Joystickbediening Klimaatinstallatie Indicaties	Elektro-hydraulisch 4 kW Analoog / digitaal
Onderstel	Rupsonderstel Breedte onderstel Helling van boor	2.450 mm 8° – 22°
Afmetingen	Lengte Breedte Hoogte	9.500 mm 2.450 mm 2.950 mm
Gewicht		22.500 kg
Emissie-geluidsdruk niveau aan arbeidsplaats Lpa		78 [dB(A)]

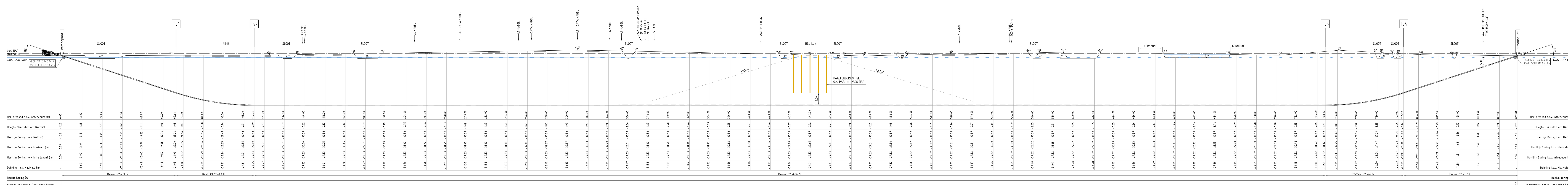




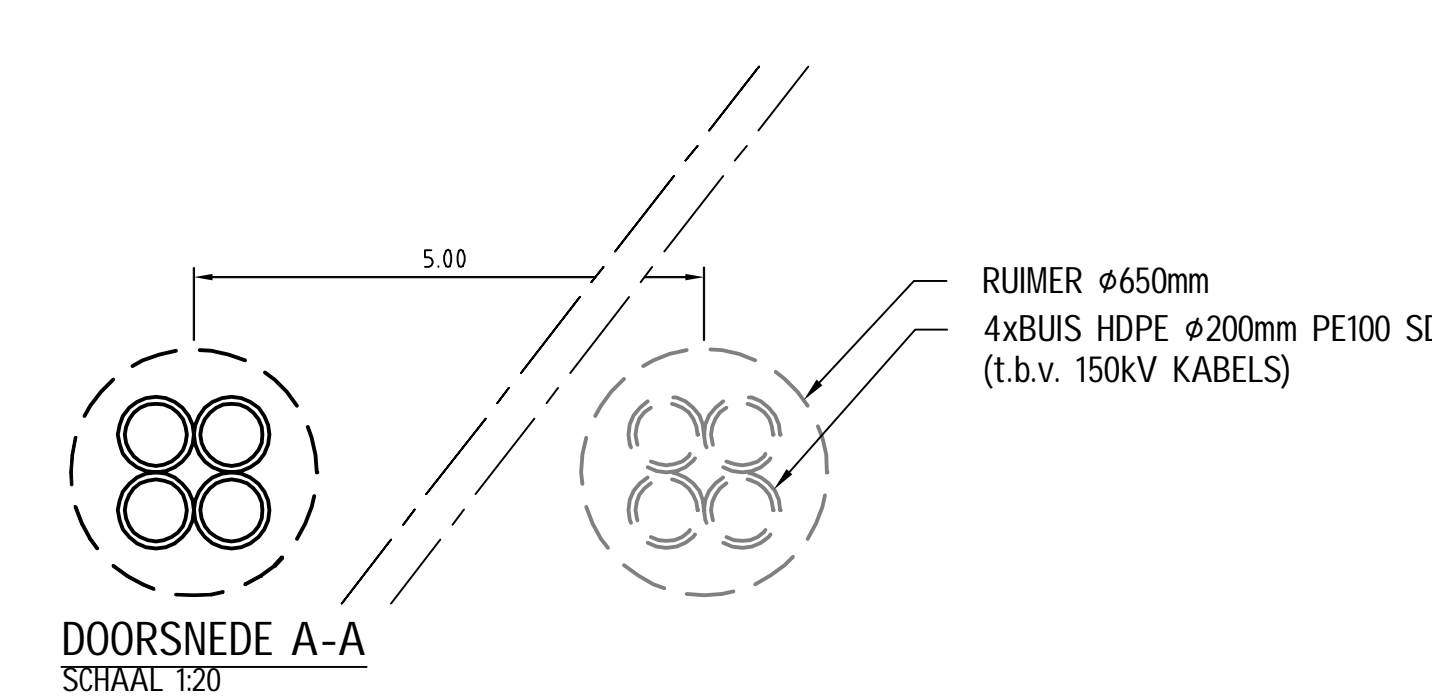
Bijlage 6
Definitief ontwerp kabeltrace
ondergronds



BOVENAANZICHT
SCHAL 2:1



LANSDOORSNEDEN
SCHAL 2:1

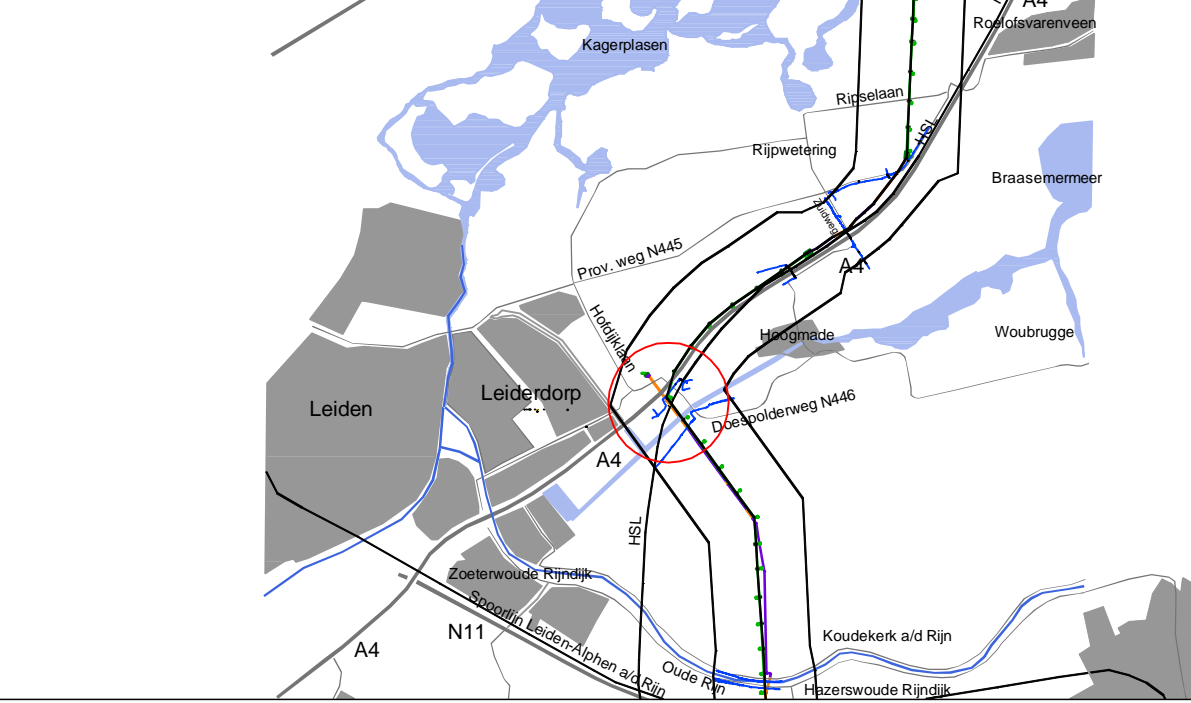


VERKLARING

- WATERLEIDING
- MARTELBUS
- DATA
- HOOGSPANNING
- MIDDELSPANNING
- LAGSPANNING
- PROFIEL OVERIG
- KERNZONE
- BESCHERMINGSZONE
- BUITEN BESCHERMINGSZONE
- ASFALTVERHARDING
- GRAS
- WATER

Meetspunt	X	Y
Introdiepunt	98022.712	464381.208
Tv1	98062.932	464380.779
Tv2	98094.177	464379.580
Tv3	98467.721	463778.969
Tv4	98499.266	463761.892
Wetdorp	98535.407	463682.288

TOPOGRAFISCH FRAGMENT
Schal 1:1000



- OPMERKINGEN**
- 01 - Waterleiding Oopen PVC #500x130 tegevoegd nabij uitdorp
 - 02 - HSL Funderingspaal tegevoegd HSD To onder Funderingspaal
 - 03 - HSD Langer van afvalwaterleiding - HSD To / Waterleiding Oopen #180x130 tegevoegd

BLADVERWIJZINGEN
001

Definitief Ontwerp
 Kabelroute ondergrond
 HSD-A/B - Locatie AL/HSL/Does

De ontwerper	20-05-2015	W01
De ontwerper	07-08-2015	W01
De ontwerper	26-08-2015	W01
De ontwerper	09-09-2015	W01

Project: Randstad 380kV Tennet
 Schaal: 1:500 / 1:500 / 1:20
 Datum: 09-07-2015

R3N-TEK-0074
 Taking power further



Bijlage 7
Rapportage EMC beïnvloedingen



Elektrische beïnvloedingen op spoorlijnen van ProRail door Randstad 380kV Noordring

In opdracht van TenneT

Doorwerth, 11 juli 2014
Referentie: TE121000-R08 AM
Auteur: A. Mobder
Status: definitief
Versie: 1.4

Auteur

datum 11-07-2014

gecontroleerd

datum 11-07-2014

Copyright © Petersburg Consultants B.V., Doorwerth, the Netherlands. All rights reserved.

Dit document bevat vertrouwelijke informatie. Overdracht van de informatie aan derden zonder schriftelijke toestemming van of namens Petersburg Consultants B.V. is verboden. Hetzelfde geldt voor het kopiëren van het document of een gedeelte daarvan.

Petersburg Consultants B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, toekomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

<u>INHOUD</u>	<u>blz.</u>
1 INLEIDING	5
2 UITGANGSPUNTEN	6
2.1 Algemeen	6
2.2 Eisen en benodigde controles	6
2.3 Gegevens Randstad 380kV Noordring	6
2.4 Bodemweerstand	7
2.5 Gegevens hoogspanningsverbindingen	8
2.6 Algemeen gegevens spoorlijnen	8
3 BESCHOUWEN SPOORLIJN AMSTERDAM - HAARLEM	9
3.1 Gebied en tracés	9
3.2 Gegevens spoorlijn	9
3.3 Toetsing conform RLN00398	10
3.4 Berekeningen en toetsing	12
4 BESCHOUWEN SPOORLIJN SCHIPHOL - LEIDEN	16
4.1 Gebied en tracés	16
4.2 Gegevens spoorlijn	16
4.3 Toetsing conform RLN00398	17
4.4 Berekeningen en toetsing	18
5 BESCHOUWEN SPOORLIJN LEIDEN - WOERDEN	22
5.1 Gebied en tracés	22
5.2 Gegevens spoorlijn	22
5.3 Toetsing conform RLN00398	23
5.4 Berekeningen en toetsing	26
6 BESCHOUWEN SPOORLIJN GOUDA – ZOETERMEER	27
6.1 Gebied en tracés	27
6.2 Gegevens spoorlijn	27
6.3 Toetsing conform RLN00398	28
6.4 Berekeningen en toetsing	30
7 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	34
BRONVERMELDING	36
Bijlage A: Stroombelastingen	
Bijlage B: Klokgetallen	
Bijlage C: Mastbeelden	
Bijlage D: Bodemweerstand	
Bijlage E: Lengteprofielen	

Revisie overzicht

Datum	Nummer	Opmerkingen	Auteur
04-02-2014	0.1	Concept	A. Mobder
10-02-2014	0.2	RFA 000.007.40 0222977, d.d 07-02-2014	A. Mobder
11-02-2014	1.0	RFA 000.007.40 0222977, d.d 11-02-2014	A. Mobder
12-02-2014	1.1	Mastnummering is aangepast, TenneT opgave 12-02-2014	A. Mobder
13-02-2014	1.2	Email van TenneT, d.d. 13-02-2014	A. Mobder
04-04-2014	1.3	RFC009, d.d. 18-02- 2014, mastnummering aangepast	A. Mobder
11-07-2014	1.4	Reviewcommentaar ProRail, d.d. 04-07-2014	A. Mobder

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Algemeen

Bij een hoogspanningsverbinding moet rekening worden gehouden met invloeden van de hoogspanningsinfrastructuren op haar omgeving. Enkele invloeden zijn gebonden aan de bedrijfsvoering van de hoogspanningsverbindingen, overige invloeden zijn ingegeven door veiligheid of integriteit van installaties. Indien toelaatbare grenzen worden overschreden moeten er maatregelen worden getroffen.

Maatregelen worden getroffen door de initiatiefnemer. In het geval dat een hoogspanningslijn wordt aangelegd, wordt als onderdeel van de aanleg, de invloed van de hoogspanningslijn op de omgeving onderzocht en worden eventuele benodigde maatregelen getroffen. Andersom moet bij de realisatie van een object (installatie of bouwwerk) nabij een hoogspanningslijn rekening worden gehouden met de effecten van de hoogspanningslijn op het te realiseren object.

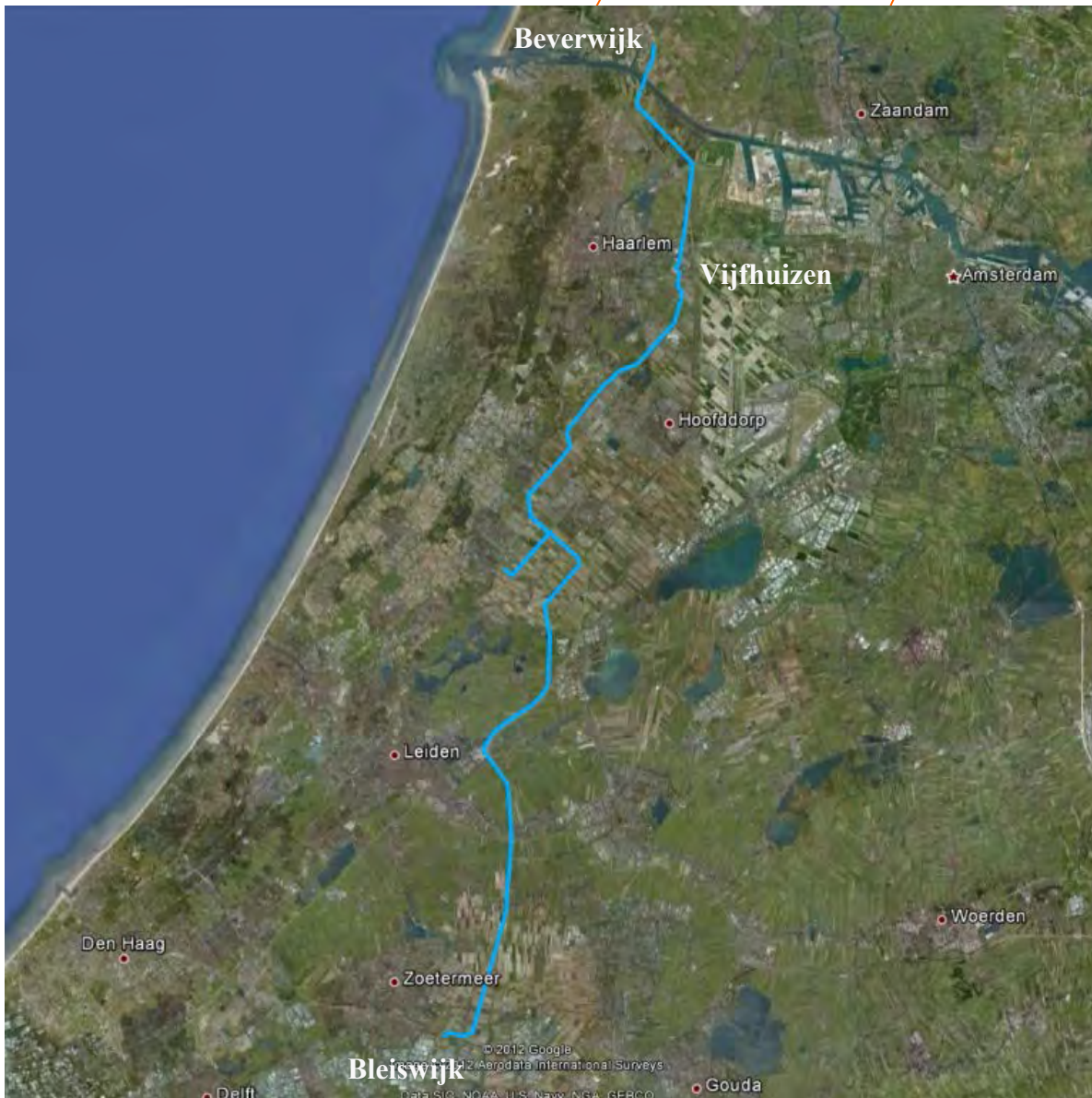
2.2 Eisen en benodigde controles

Voor het beoordelen en toetsen van elektromagnetische beïnvloeding van hoogspanningsverbindingen op de hoofdspoorweginfrastructuur heeft ProRail de richtlijn RLN00398 opgesteld. In deze richtlijn wordt in eerste instantie getoetst of aan 8 eisen wordt voldaan. Indien dit het geval is kunnen gedetailleerde berekeningen achterwege blijven en kan direct een vergunning worden verstrekt. Wanneer niet aan de eisen wordt voldaan moet met een gedetailleerde berekening worden aangetoond dat de elektromagnetische invloed van de hoogspanningsverbinding de veilige exploitatie van de spoorlijn niet beïnvloed.

2.3 Gegevens Randstad 380kV Noordring

2.3.1 Gebied en tracés

In afbeelding 1 is het voorgenomen tracé van de Randstad 380kV Noordring (R-380kV Noordring) weergegeven. Deze gegevens zijn conform de opgave van TenneT [3]. De 380kV verbinding wordt gerealiseerd tussen de hoogspanningsstations Beverwijk, Vijfhuizen en Bleiswijk. Daarnaast worden diverse bestaande verbindingen gecombineerd met de nieuwe verbinding. Door de bestaande verbindingen met de nieuwe verbinding te combineren kunnen delen van deze bestaande verbindingen worden geamoveerd.



Afbeelding 1, Overzicht tracé Randstad 380 kV Noordring

2.4 Bodemweerstand

De gehanteerde bodemweerstand zijn opgenomen in bijlage D. Deze waarden zijn de gemeten bodemweerstand bij het tracé, conform de opgave van TenneT [3].

2.5 Gegevens hoogspanningsverbindingen

In tabel 1 zijn de voor ProRail relevante trajecten van de Randstad 380kV Noordring weergegeven. De stroombelastingen zijn weergegeven in bijlage A en de klokgetallen in bijlage B. In bijlage C zijn de mastbeelden en kabelbedconfiguraties opgenomen. De specifieke gegevens van deze verbindingen zijn in het uitgangspuntendocument opgenomen, conform opgave van TenneT [3].

Tabel 1, Hoogspanningsverbindingen

Hoogspanningsverbinding	Spanning [kV]	Aantal circuits
380kV Beverwijk – Vijfhuizen (mast 1 t/m 5 en mast 6 t/m 38)	380	2
380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 181 t/m 154 en mast 153 t/m 123)	380	2
150kV Zoetermeer - Leiden (kabeldeel)	150	2
380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 109 t/m 101)	380	2

2.6 Algemeen gegevens spoorlijnen

In het geplande tracé van de Randstad 380kV Noordring liggen vier spoorlijnen die worden beheerd door ProRail. Van noord naar zuid zijn dit de spoorlijnen Amsterdam - Haarlem, Schiphol - Leiden, Leiden - Woerden en Gouda - Zoetermeer.

Voor de configuratie van de geleiders in het bovenleidingsysteem van de spoorlijnen wordt rekening gehouden met de in tabel 2 opgenomen gegevens conform bijlage B in RLN00398 [1]. Verder wordt rekening gehouden met de door ProRail versterkte gegevens (OR-bladen en BBK tekeningen).

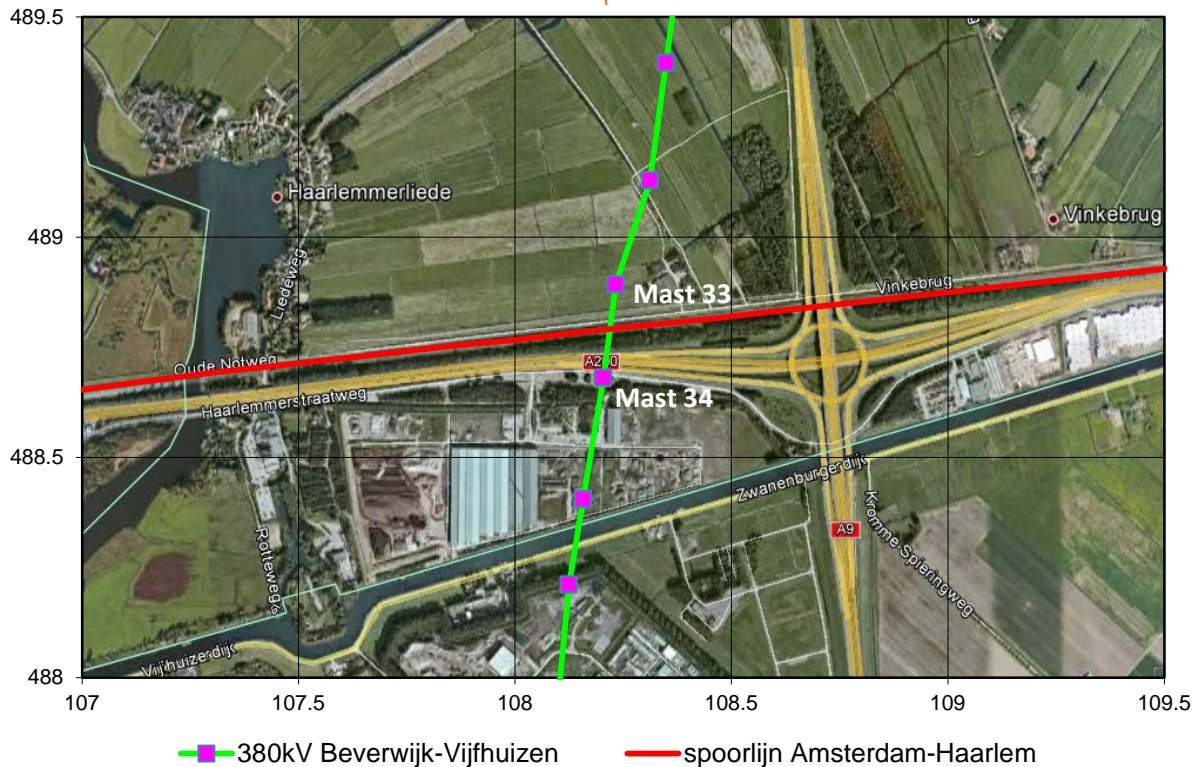
Tabel 2, Bovenleiding systeem geleider configuratie

1500 Vdc-sporen	Weerstand [Ω/km]	Diameter [cm]	X- coördinaten [m]	Y- coördinaten [m]
Spoorstaaf 1 spoor1	0.044	9.6	-2,72	0.05
Spoorstaaf 2 spoor1	0.044	9.6	-1,28	0.05
Draagkabel spoor 1	0.121	1.36	-2	8.5
Rijdraad 1 spoor 1	0.183	1.2	-2,02	5.5
Rijdraad 2 spoor 1	0.183	1.2	-1,98	5.5
Versterkingsgeleider spoor 1	0.121	1.36	-5,22	8.5
Spoorstaaf 1 spoor 2	0.044	9.6	2,72	0.05
Spoorstaaf 2 spoor 2	0.044	9.6	1,28	0.05
Draagkabel spoor 2	0.121	1.36	2	8.5
Rijdraad 1 spoor 2	0.183	1.2	2,02	5.5
Rijdraad 2 spoor 2	0.183	1.2	1,98	5.5
Versterkingsgeleider spoor 2	0.121	1.36	5,22	8.5

3 BESCHOUWEN SPOORLIJN AMSTERDAM - HAARLEM

3.1 Gebied en tracés

De spoorlijn Amsterdam - Haarlem ligt in het veld tussen mast 33 en mast 34 van de 380kV lijn Beverwijk - Vijfhuizen. De tracés zijn in afbeelding 2 opgenomen conform opgaven van ProRail [2] en TenneT [3].



Afbeelding 2, Situatieschets met 380kV Beverwijk - Vijfhuizen en spoorlijn Amsterdam - Haarlem

3.2 Gegevens spoorlijn

Voor de spoorlijn Amsterdam - Haarlem wordt rekening gehouden met de volgende uitgangspunten, conform ProRail opgave.

- Vanaf km11.725 tot km13.150 ligt de spoorlijn binnen het beïnvloedingsgebied van de 380kV Beverwijk - Vijfhuizen.
- ES - lassen zijn toegepast op km11.565, km12.085, km12.150 en km13.076.
- Er zijn geen kunstwerken aanwezig binnen het te beschouwen traject, hierdoor wordt vanuit gegaan dat er geen VLD-O (Voltage Limiter Device type O) zijn toegepast in het te beschouwen traject.
- Dichtstbijzijnde onderstation ligt op km9.586.

Gezien het ontbreken van de benodigde gegevens, wordt aangenomen dat de kabels (3kV voedingskabel, IB-kabel en de IT-kabel) in het kabelbed niet zijn gesegmenteerd en aan één zijde geaard.

3.3 Toetsing conform RLN00398

- 1) *De hoogspanningslijn dient de spoorbaan haaks te kruisen met een hoek Ψ , waarbij $80 \leq \Psi \leq 100$ graden.*

Aan deze eis wordt niet voldaan, de hoogspanningslijn kruist de spoorbaan onder een hoek van 77 graden. De optredende inductieve beïnvloedingen moet in detail berekend en getoetst worden.

- 2) *De minimale afstand (clearance) van de hoogspanningslijn tot de bovenleiding dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1:2001 en NEN-EN 50341-3:2001.*

Bij het ontwerp van de 380kV Beverwijk - Vijfhuizen verbinding is getoetst of aan deze eis is voldaan. Uit de lengteprofieltekening, zie bijlage E, conform opgave van TenneT [3] blijkt dat de afstanden tussen BS (bovenkant spoorstaaf) en de geleiders als volgt zijn:

- de afstand tussen BS en de onderste fasegeleider is circa 18 m
- de afstand tussen BS en de retourstroomgeleider is 12 m

Hiermee wordt voldaan aan de minimale vereiste afstanden van 13,3 m voor de fasegeleider en 10,3 m voor de retourstroomgeleider.

- 3) *De hoogspanningslijn dient in het kruisende veld met de spoorbaan dubbelzijdig afgespannen te zijn, in verband met kans op breuk.*

Masten 33 en 34 zijn hoekmasten van het type W2H350, zie bijlage C. Met deze masten wordt voldaan aan deze eis.

- 4) *Een eerste orde lijnfout dient binnen max. 100ms afgeschakeld te zijn.*

Volgens opgave van TenneT [3] wordt binnen 0,1 seconde afgeschakeld. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 5) *Niet kruisende hoogspanningslijnen;*

- a. *Niet kruisende hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van –horizontaal gemeten- 700 m uit het hart van de buitenste spoorbaan;*
- b. *In afwijking van punt 5a geldt een afstand van 11 m bij geëlektrificeerde sporen met een tractiespanning van 25kV, 50Hz;*

Aan deze eis wordt niet voldaan, de hoogspanningslijn ligt binnen een afstand kleiner dan 700 m. De optredende inductieve beïnvloeding moet in detail berekend en getoetst worden.

- 6) *De blootstelling van de mens conform NEN EN 50341-3:2001, mag niet meer bedragen dan $100 \mu T$ op 1 m boven BS.*

Om te toetsen of aan de eis wordt voldaan wordt de maximaal optredende magnetische veldsterkte op 1 m boven BS berekend.

- 7) *Hoogspanningsmasten mogen niet worden geplaatst binnen een afstand van ten minste 31m uit het hart van het buitenste spoor (20+11).*

Mast 33 ligt op afstand van 100 m uit het hart van het buitenste spoor en mast 34 ligt op afstand van 110 m uit het hart van het buitenste spoor. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 8) *Hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van -horizontaal gemeten- 20 m vanaf de dichtst bij zijnde gevel van een technische ruimte.*

Ter hoogte van de kruising staan geen technische ruimtes, aan deze eis wordt voldaan.

3.4.3 CM spanning aders railinfra apparatuur (B3)

De maximale optredende spanningen op aders railinfra apparatuur, één zijde geaard, zijn berekend en getoetst conform RLN00398. Voor de afleidingweerstand van spoorstaven wordt rekening gehouden met een spoorstaafaarde weerstand van 100, 10 en 2,5 Ω .km per spoorstaaf. De berekende spanningen zijn in tabel 4 opgenomen.

Tabel 4, CM spanning aders railinfra apparatuur

Belasting situatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]			Voldoet [J/N]
		2,5 Ω .km	10 Ω .km	100 Ω .km	
Normaal bedrijf	150	<1	<1	<1	J
Onderhoud	150	<1	<1	<1	J
10% asymmetrie bij normaal bedrijf	150	<1	<1	<1	J
10% asymmetrie bij onderhoud	150	<1	<1	<1	J
Één fasekortsluiting	650	155	157	157	J
Drie fasen kortsluiting	650	20	20	20	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 4 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

3.4.4 Psofometrische stoorspanning op modemverbindingen (B4)

Deze toetsing is relevant als de hoogspanningsverbinding aansluit op een HVDC verbinding of er een grootverbruiker met veel vermogenslektronica is.

De te beschouwen hoogspanningsverbinding is een normale verbinding tussen twee hoogspanningsstations. Voor deze verbinding is deze eis nooit maatgevend conform RLN00398. Hierdoor is deze toetsing buiten beschouwing gelaten.

3.4.5 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning (B5)

De maximale optredende 50 Hz spanningscomponent in het 1500 VDC tractievoedingssysteem, één zijde geaard, is berekend en getoetst conform RLN00398. Voor de afleidingweerstand van spoorstaven wordt rekening gehouden met een spoorstaafweerstand van 100, 10 en 2,5 Ω .km per spoorstaaf. De berekende 50 Hz spanningscomponent is in tabel 5 opgenomen.

Tabel 5, 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning

Belastingssituatie	Faalwijzen Railinfrastructuur	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]			Voldoet [J/N]
		Beschikbaarheid /Veiligheid	2,5 Ω .km	10 Ω .km	100 Ω .km	
Normaal bedrijf	geen	7/25	<1	<1	<1	J
Normaal bedrijf	FP2 (4 opeenvolgende defecte paalspoorstaafverbindingen)	7/25	<1	<1	<1	J
Onderhoud	geen	7/25	<1	<1	<1	J
Onderhoud	FP2 (4 opeenvolgende defecte paalspoorstaafverbindingen)	7/25	<1	<1	<1	J
10% asymmetrie bij normaal bedrijf	geen	7/25	<1	<1	<1	J
10% asymmetrie bij normaal bedrijf	FP2 (4 opeenvolgende defecte paalspoorstaafverbindingen)	7/25	<1	<1	<1	J
10% asymmetrie bij onderhoud	geen	7/25	<1	<1	<1	J
10% asymmetrie bij onderhoud	FP2 (4 opeenvolgende defecte paalspoorstaafverbindingen)	7/25	<1	<1	<1	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 5 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

3.4.6 Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven (B6)

De maximale optredende aanraakspanningen, met vier opeenvolgende defecte paalspoorstaafverbindingen en één zijde geaard kabelmantel, zijn maatgevend. Deze zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende maximale aanraakspanningen zijn in tabel 6 opgenomen.

Tabel 6, Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning kabelmantel [V]			Maximale optredende Spanning spoorstaaf [V]			Voldoet [J/N]
		2,5 Ω .km	10 Ω .km	100 Ω .km	2,5 Ω .km	10 Ω .km	100 Ω .km	
Normaal bedrijf	60	1	1	1	<1	<1	<1	J
Onderhoud	60	1	1	1	1	1	1	J
10% asymmetrie bij normaalbedrijf	60	1	1	1	<1	<1	<1	J
10% asymmetrie bij onderhoud	60	1	1	1	<1	<1	<1	J
Één fasekortsluiting	785	155	157	158	87	93	95	J
Drie fasen kortsluiting	785	20	20	20	11	12	12	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 6 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

3.4.7 Elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (B7)

De immuniteit van de apparatuur voor magnetische velden bedraagt 100 A/m conform NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5. Conform RLN00398 dient de maximale Power Frequency Magnetic Field een factor 10 lager te zijn dan de immuniteitswaarden uit genoemde normen.

De maximale magnetische veldsterkte treedt op tijdens onderhoud bij een asymmetrie van 10% . Op een hoogte van 1 meter bedraagt deze magnetische veldsterkte maximaal 9,5 A/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10 A/m) voor magnetische veldsterkte conform RLN00398.

3.4.8 Elektrische velden (B8)

De elektrische veldsterkte op een hoogte van 13,8 bedraagt 5kV/m, conform opgave TenneT. Het hoogste punt van de spoorlijn ligt op 8,5m. Hierdoor zal het elektrisch veldsterkte op 9,5m (1m boven het hoogste punt van spoorlijn) hoogte kleiner zijn dan 5kV/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10kV/m) voor elektrische veldsterkte conform RLN00398.

3.4.9 Blootstelling van mens aan magnetische velden (B9)

De maximale berekende magnetische veldsterkte op 1 meter boven BS bedraagt 13 μT . Hiermee wordt voldaan aan de eis voor blootstelling van personen aan magnetische velden (niet meer bedragen dan 100 μT) conform RLN00398.

Tabel 7, CM spanningen en stromen met een spoorstaafarde weerstand van 100, 10 en 2,5 Ω .km

Belastingssituatie	Faalwijzen Railinfrastructuur	Maximaal toelaatbaar		Maximaal optredend						Voldoet [J/N]
		Spanning [V]	Stroom [A]	Spanning [V]			Stroom [A]			
				2,5 Ω .km	10 Ω .km	100 Ω .km	2,5 Ω .km	10 Ω .km	100 Ω .km	
Normaal bedrijf	geen	65	250	3	3	5	1	<1	<1	J
Normaal bedrijf	één defecte VLD	65	250	4	5	5	2	1	<1	J
Onderhoud	geen	65	250	3	3	5	1	<1	<1	J
Onderhoud	één defecte VLD	65	250	4	5	5	3	2	<1	J
10% asymmetrie bij normaal bedrijf	geen	65	250	3	3	5	1	<1	<1	J
10% asymmetrie bij normaal bedrijf	één defecte VLD	65	250	4	4	5	2	1	<1	J
10% asymmetrie bij onderhoud	geen	65	250	3	3	5	1	<1	<1	J
10% asymmetrie bij onderhoud	één defecte VLD	65	250	4	5	5	3	2	<1	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 7 voldoen de maximale berekende spanningen en stromen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

4.4.3 CM spanning aders railinfra apparatuur (B3)

De maximale optredende spanningen op aders railinfra apparatuur, één zijde geaard, zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende spanningen zijn in tabel 8 opgenomen.

Tabel 8, CM spanning aders railinfra apparatuur

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf	150	12	J
Onderhoud	150	14	J
10% asymmetrie bij normaal bedrijf	150	12	J
10% asymmetrie bij onderhoud	150	5	J
Één fasekortsluiting	650	2240	N
Drie fasen kortsluiting	650	233	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 8 voldoet de maximale berekende spanning niet aan de gestelde eisen conform RLN00398.

4.4.4 Psofometrische stoorspanning op modemverbindingen (B4)

Deze toetsing is relevant als de hoogspanningsverbinding aansluit op een HVDC verbinding of er een grootverbruiker met veel vermogenslektronica is.

De te beschouwen hoogspanningsverbinding is een normale verbinding tussen twee hoogspanningsstations. Voor deze verbinding is deze eis nooit maatgevend conform RLN00398. Hierdoor is deze toetsing buiten beschouwing gelaten.

4.4.7 Elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (B7)

De immuniteit van de apparatuur voor magnetische velden bedraagt 100 A/m conform NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5. Conform RLN00398 dient de maximale Power Frequency Magnetic Field een factor 10 lager te zijn dan de immuniteitswaarden uit genoemde normen.

De maximale magnetische veldsterkte treedt op tijdens onderhoud bij een asymmetrie van 10% . Op een hoogte van 1 meter bedraagt deze magnetische veldsterkte maximaal 9 A/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10 A/m) voor magnetische veldsterkte conform RLN00398.

4.4.8 Elektrische velden (B8)

De elektrische veldsterkte op een hoogte van 13,5 bedraagt 5kV/m, conform opgave TenneT. Het hoogste punt van de spoorlijn ligt op 8,5m. Hierdoor zal het elektrisch veldsterkte op 9,5m (1m boven het hoogste punt van spoorlijn) hoogte kleiner zijn dan 5kV/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10kV/m) voor elektrische veldsterkte conform RLN00398.

4.4.9 Blootstelling van mens aan magnetische velden (B9)

De maximale berekende magnetische veldsterkte op 1 meter boven BS bedraagt 12 μT . Hiermee wordt voldaan aan de eis voor blootstelling van personen aan magnetische velden (niet meer bedragen dan 100 μT) conform RLN00398.

5.3 Toetsing conform RLN00398

5.3.1 Eisen aan hoogspanningslijnen

- 1) *De hoogspanningslijn dient de spoorbaan haaks te kruisen met een hoek Ψ , waarbij $80 \leq \Psi \leq 100$ graden.*

Aan deze eis wordt voldaan, de hoogspanningslijn kruist de spoorbaan onder een hoek van 85 graden. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 2) *De minimale afstand (clearance) van de hoogspanningslijn tot de bovenleiding dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1:2001 en NEN-EN 50341-3:2001.*

Bij het ontwerp van de 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk verbinding is getoetst of aan deze eis is voldaan. Uit de lengteprofieltekening, zie bijlage E, conform opgave van TenneT [3] blijkt dat de afstanden tussen BS (bovenkant spoorstaaf) en de geleiders als volgt zijn:

- de afstand tussen BS en de onderste fasegeleider is circa 29 m

Hiermee wordt voldaan aan de minimale vereiste afstanden van 13,3 m voor de fasegeleider.

- 3) *De hoogspanningslijn dient in het kruisende veld met de spoorbaan dubbelzijdig afgespannen te zijn, in verband met kans op breuk.*

Mast 133 is een hoekmast van het type W2H400A+10 en mast 132 is een hoekmast van het type W2H400+5, zie bijlage C. Met deze masten wordt voldaan aan de eis.

- 4) *Een eerste orde lijnfout dient binnen max. 100ms afgeschakeld te zijn.*

Volgens opgave van TenneT [3] wordt binnen 0,1 seconde afgeschakeld. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 5) *Niet kruisende hoogspanningslijnen;*

- a. *Niet kruisende hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van –horizontaal gemeten- 700 m uit het hart van de buitenste spoorbaan;*

- b. *In afwijking van punt 5a geldt een afstand van 11 m bij geëlektrificeerde sporen met een tractiespanning van 25kV, 50Hz;*

Deze eis is niet van toepassing, de 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk kruist de spoorbaan.

- 6) *De blootstelling van de mens conform NEN EN 50341-3:2001, mag niet meer bedragen dan 100 μ T op 1 m boven BS.*

Om te toetsen of aan de eis wordt voldaan wordt de maximaal optredende magnetische veldsterkte op 1 m boven BS berekend.

Er zijn geen technische ruimtes aanwezig het in betreffende tracé, aan deze eis wordt voldaan.

- 7) *Kabels dienen in een elektrisch geïsoleerde buis onder het spoor doorgevoerd te worden.*

De 150kV kabel Zoetermeer – Leiden is middels een boring in een elektrisch geïsoleerde buis onder het spoor doorgevoerd, zie bijlage C. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 8) *Binnen een afstand van ten minste 31m uit het hart buitenste spoor (20+11) mogen zich geen aardpunten of moffen bevinden.*

De minimale afstand tussen de in- en uitreden punten van de boring en het hart van de buitenste spoor is 220 meter. Binnen deze afstand zijn geen aarding of moffen aanwezig. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

5.4 Berekeningen en toetsing

Uit de toetsing in paragraaf 5.3 blijkt dat een locatie specifieke studie plaats moet vinden. In deze paragraaf zijn de resultaten van de aanvullende beïnvloedingsberekeningen opgenomen. De beïnvloedingen van de 380kV lijn Vijfhuizen – Bleiswijk zijn maatgevend te opzichte van de beïnvloedingen van de 150kV kabelverbinding Zoetermeer – Leiden. Hierdoor zullen de beïnvloedingen van deze kabelverbinding buiten beschouwing gelaten.

Er is rekening gehouden met de uitgangspunten ten behoeve van modellering conform de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 6. De berekende beïnvloedingen zijn getoetst aan de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 7 Beoordelingscriteria.

5.4.1 Elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (B7)

De immuniteit van de apparatuur voor magnetische velden bedraagt 100 A/m conform NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5. Conform RLN00398 dient de maximale Power Frequency Magnetic Field een factor 10 lager te zijn dan de immuniteitswaarden uit genoemde normen.

De maximale magnetische veldsterkte treedt op tijdens onderhoud bij een asymmetrie van 10% . Op een hoogte van 1 meter bedraagt deze magnetische veldsterkte maximaal 4 A/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10 A/m) voor magnetische veldsterkte conform RLN00398.

5.4.2 Elektrische velden (B8)

De elektrische veldsterkte op een hoogte van 12,3 bedraagt 5kV/m, conform opgave TenneT. Het hoogste punt van de spoorlijn ligt op 8,5m. Hierdoor zal het elektrisch veldsterkte op 9,5m (1m boven het hoogste punt van spoorlijn) hoogte kleiner zijn dan 5kV/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10kV/m) voor elektrische veldsterkte conform RLN00398.

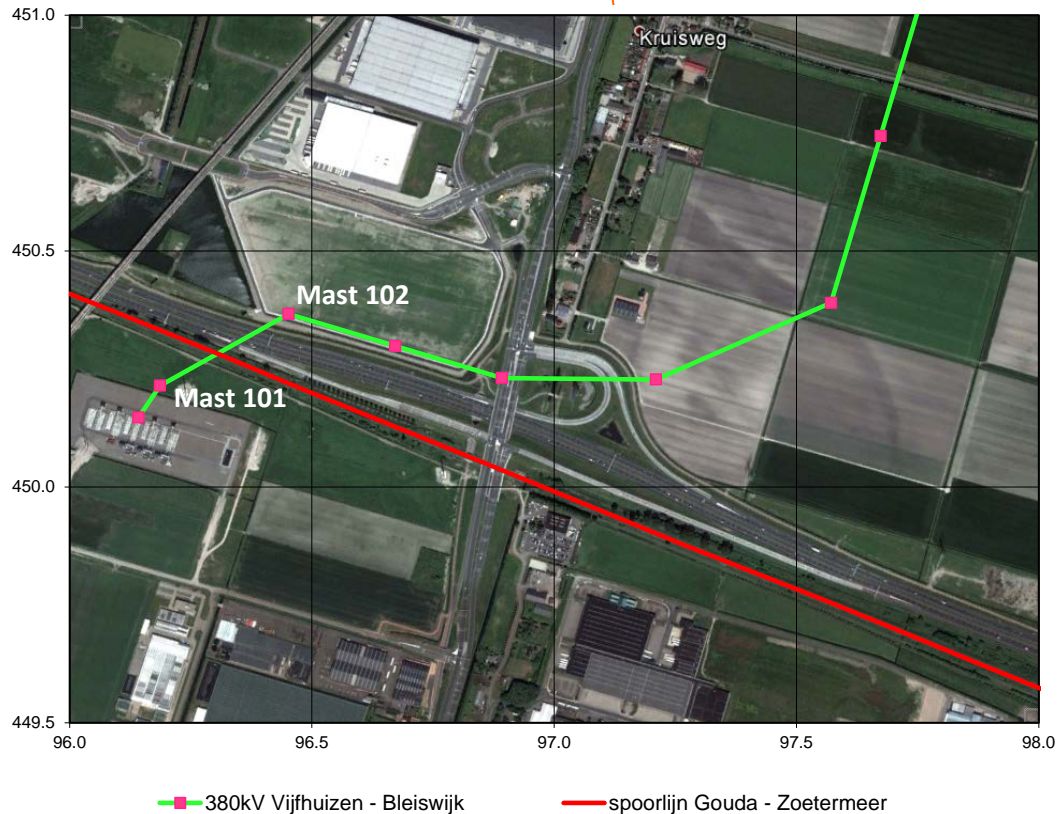
5.4.3 Blootstelling van mens aan magnetische velden (B9)

De maximale berekende magnetische veldsterkte op 1 meter boven BS bedraagt $5 \mu T$. Hiermee wordt voldaan aan de eis voor blootstelling van personen aan magnetische velden (niet meer bedragen dan $100 \mu T$) conform RLN00398.

6 BESCHOUWEN SPOORLIJN GOUDA – ZOETERMEER

6.1 Gebied en tracés

De spoorlijn Gouda – Zoetermeer ligt in het veld tussen mast 102 en mast 101 van de 380kV lijn Vijfhuizen - Bleiswijk. De tracés zijn in afbeelding 5 opgenomen conform opgaven van ProRail [2] en TenneT [3].



Afbeelding 5, Situatieschets met 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk en spoorlijn Gouda – Zoetermeer

6.2 Gegevens spoorlijn

Voor de spoorlijn Gouda - Zoetermeer wordt rekening gehouden met de volgende uitgangspunten conform ProRail opgave.

- Vanaf km10.320 tot km8.450 ligt de spoorlijn binnen het beïnvloedingsgebied van de 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk.
- ES-lassen zijn toegepast op km8.324, km9.262, km9.300, km10.208, km10.494 en km 10.795.
- Er zijn geen kunstwerken aanwezig binnen het te beschouwen traject, hierdoor wordt vanuit gegaan dat er geen VLD-O (Voltage Limiter Device type O) zijn toegepast in het te beschouwen traject.
- Dichtstbijzijnde onderstation ligt op km6.600

Gezien het ontbreken van de benodigde gegevens, wordt aangenomen dat de kabels (3kV voedingskabel, IB-kabel en de IT-kabel) in het kabelbed niet zijn gesegmenteerd en aan één zijde geaard.

6.3 Toetsing conform RLN00398

- 1) *De hoogspanningslijn dient de spoorbaan haaks te kruisen met een hoek Ψ , waarbij $80 \leq \Psi \leq 100$ graden.*

Aan deze eis wordt niet voldaan, de hoogspanningslijn kruist de spoorbaan onder een hoek van 52 graden. De optredende inductieve beïnvloedingen moet in detail berekend en getoetst worden.

- 2) *De minimale afstand (clearance) van de hoogspanningslijn tot de bovenleiding dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1:2001 en NEN-EN 50341-3:2001.*

Bij het ontwerp van de 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk verbinding is getoetst of aan deze eis is voldaan. Uit de lengteprofieltekening, zie bijlage E, conform opgave van TenneT [3] blijkt dat de afstanden tussen BS (bovenkant spoorstaaf) en de geleiders als volgt zijn:

- de afstand tussen BS en de onderste fasegeleider is circa 21 m
- de afstand tussen BS en de retourstroomgeleider is 14,4 m

Hiermee wordt voldaan aan de minimale vereiste afstanden van 13,3 m voor de fasegeleider en 10,3 m voor de retourstroomgeleider.

- 3) *De hoogspanningslijn dient in het kruisende veld met de spoorbaan dubbelzijdig afgespannen te zijn, in verband met kans op breuk.*

Mast 102 is een hoekmast van het type W2H400+10 en mast 101 is een hoekmast van het type W2E350+5, zie bijlage C. Met deze masten wordt voldaan aan deze eis.

- 4) *Een eerste orde lijnfout dient binnen max. 100ms afgeschakeld te zijn.*

Volgens opgave van TenneT [3] wordt binnen 0,1 seconde afgeschakeld. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 5) *Niet kruisende hoogspanningslijnen;*

- c. *Niet kruisende hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van –horizontaal gemeten- 700 m uit het hart van de buitenste spoorbaan;*
- d. *In afwijking van punt 5a geldt een afstand van 11 m bij geëlektrificeerde sporen met een tractiespanning van 25kV, 50Hz;*

Aan deze eis wordt niet voldaan, de hoogspanningslijn ligt binnen een afstand kleiner dan 700 m. De optredende inductieve beïnvloeding moet in detail berekend en getoetst worden.

- 6) *De blootstelling van de mens conform NEN EN 50341-3:2001, mag niet meer bedragen dan 100 μ T op 1 m boven BS.*

Om te toetsen of aan de eis wordt voldaan wordt de maximaal optredende magnetische veldsterkte op 1 m boven BS berekend.

- 7) *Hoogspanningsmasten mogen niet worden geplaatst binnen een afstand van ten minste 31m uit het hart van het buitenste spoor (20+11).*

De dichtstbijzijnde mast ligt op een afstand van 140m uit het hart van het buitenste spoor. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 8) *Hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van -horizontaal gemeten- 20 m vanaf de dichtst bij zijnde gevel van een technische ruimte.*

Er zijn geen technische ruimtes aanwezig in het betreffende tracé, aan deze eis wordt voldaan.

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 11 voldoen de maximale berekende spanningen en stromen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

6.4.2 CM railinfra baanvakken (B2)

Deze toetsing is van toepassing voor baanvakken met alleen dubbelbenige spoorstroomlopen. Omdat er ook enkelbenige spoorstroomlopen zijn toegepast is deze toetsing niet van toepassing.

6.4.3 CM spanning aders railinfra apparatuur (B3)

De maximale optredende spanningen op aders railinfra apparatuur, één zijde geaard, zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende spanningen zijn in tabel 12 opgenomen.

Tabel 12, CM spanning aders railinfra apparatuur

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf	150	27	J
Onderhoud	150	25	J
10% asymmetrie bij normaal bedrijf	150	25	J
10% asymmetrie bij onderhoud	150	30	J
Één fasekortsluiting	650	772	N
Drie fasen kortsluiting	650	67	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 12 voldoet de maximale berekende spanning niet aan de gestelde eisen conform RLN00398.

6.4.4 Psofometrische stoorspanning op modemverbindingen (B4)

Deze toetsing is relevant als de hoogspanningsverbinding aansluit op een HVDC verbinding of er een grootverbruiker met veel vermogenslektronica is.

De te beschouwen hoogspanningsverbinding is een normale verbinding tussen twee hoogspanningsstations. Voor deze verbinding is deze eis nooit maatgevend conform RLN00398. Hierdoor is deze toetsing buiten beschouwing gelaten.

6.4.5 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning (B5)

De maximale optredende 50 Hz spanningscomponent in het 1500 VDC tractievoedingssysteem, één zijde geaard, is berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende 50 Hz spanningscomponent is in tabel 13 opgenomen.

6.4.7 Elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (B7)

De immuniteit van de apparatuur voor magnetische velden bedraagt 100A/m conform NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5. Conform RLN00398 dient de maximale Power Frequency Magnetic Field een factor 10 lager te zijn dan de immuniteitswaarden uit genoemde normen.

De maximale magnetische veldsterkte treedt op tijdens onderhoud bij een asymmetrie van 10% . Op een hoogte van 1 meter bedraagt deze magnetische veldsterkte maximaal 8A/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10A/m) voor magnetische veldsterkte conform RLN00398.

6.4.8 Elektrische velden (B8)

De elektrische veldsterkte op een hoogte van 14m bedraagt 5kV/m, conform opgave TenneT. Het hoogste punt van de spoorlijn ligt op 8,5m. Hierdoor zal het elektrisch veldsterkte op 9,5m (1m boven het hoogste punt van spoorlijn) hoogte kleiner zijn dan 5kV/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10kV/m) voor elektrische veldsterkte conform RLN00398.

6.4.9 Blootstelling van mens aan magnetische velden (B9)

De maximale berekende magnetische veldsterkte op 1 meter boven BS bedraagt 11 μ T. Hiermee wordt voldaan aan de eis voor blootstelling van personen aan magnetische velden (niet meer bedragen dan 100 μ T) conform RLN00398.

7 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

TenneT is voornemens een nieuwe 380kV hoogspanningsverbinding te realiseren van station Beverwijk via station Vijfhuizen naar station Bleiswijk. Voor het tracé zal gebruik worden gemaakt van Wintrack hoogspanningsmasten. Diverse nabijgelegen hoogspanningsverbindingen zullen worden gecombineerd met de nieuwe 380kV verbinding. Delen van deze bestaande verbindingen zullen in de toekomst worden geamoveerd. Deze aanpassingen vormen samen het project Randstad 380kV Noordring. Binnen het projectdeel elektromagnetische compatibiliteit (EMC) wordt de invloed van elektromagnetische fenomenen, veroorzaakt door de hoogspanningsverbinding, op objecten en levende wezens onderzocht. De doelstelling is het in kaart brengen van eventuele overschrijdingen en het treffen van maatregelen om de gevolgen van dergelijke overschrijdingen teniet te doen.

In het geplande tracé van de Randstad 380kV Noordring liggen vier spoorlijnen die worden beheerd door ProRail. Van noord naar zuid zijn dit de spoorlijnen Amsterdam - Haarlem, Schiphol - Leiden, Leiden - Woerden en Gouda - Zoetermeer. In het geval van een hoogspanningsverbinding in de (directe nabijheid) van een spoorlijn, moet rekening worden gehouden met de elektrische beïnvloeding van de hoogspanningsverbinding op de spoorlijn. In ProRail richtlijn RLN00398 [1] is beschreven hoe de elektromagnetische invloed van een hoogspanningsverbinding op een spoorlijn moet worden getoetst.

De mogelijke optredende beïnvloedingen, door Randstad 380kV Noordring, op de spoorlijnen zijn berekend en getoetst conform de RLN00398. Uit de berekeningen en toetsing blijkt het volgende:

Spoorlijn Amsterdam – Haarlem

Er wordt voldaan aan alle gestelde eisen conform ProRail richtlijn RLN00398. Er is geen sprake van ontoelaatbare beïnvloedingen.

Spoorlijn Schiphol – Leiden

Er wordt niet voldaan aan alle gestelde eisen conform ProRail richtlijn RLN00398. Uit de berekeningen en toetsingen blijkt dat de elektrische beïnvloeding tijdens een 1-fase kortsluiting in de 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk niet voldoet aan de beoordelingscriteria voor aanraakspanningen bij de kabelmantels en de maximale spanning op de aders van railinfra apparatuur indien wordt uitgegaan van een 1-zijdige aarding van de aders, aardscherm en armering. Zoals aangegeven in RLN00398 is dit in de praktijk niet het geval en is er sprake van een 2-zijdige aarding bij de 3kV kabel of zwevend in geval van de IB en IT kabels. Of de berekende overschrijdingen aanleiding zijn voor het treffen van maatregelen of aanpassingen, zal in een nader overleg tussen TenneT en ProRail moeten worden bepaald.

Spoorlijn Leiden – Woerden

Er wordt voldaan aan alle gestelde eisen conform ProRail richtlijn RLN00398. Er is geen sprake van ontoelaatbare beïnvloedingen.

Spoorlijn Gouda - Zoetermeer

Er wordt niet voldaan aan alle gestelde eisen conform ProRail richtlijn RLN00398. Uit de berekeningen en toetsingen blijkt dat de elektrische beïnvloeding tijdens een 1-fase kortsluiting in de 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk niet voldoet aan de beoordelingscriteria voor de maximale spanning op de aders van railinfra apparatuur indien wordt uitgegaan van een 1-zijdige aarding van de aders, aardscherm en armering. Zoals aangegeven in RLN00398 is dit in de praktijk niet het geval en is er sprake van een 2-zijdige aarding bij de 3kV kabel of zwevend in geval van de IB en IT kabels. Of de berekende overschrijdingen aanleiding zijn voor het treffen van maatregelen of aanpassingen, zal in een nader overleg tussen TenneT en ProRail moeten worden bepaald.

Uit de berekeningen en toetsingen blijkt ook dat de 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning ontoelaatbaar is. Deze overschrijding is het gevolg van de beïnvloedingen van de bestaande 380kV Krimpen-Bleiswijk.

BRONVERMELDING

- [1] ProRail Richtlijn RLN00398 “Beleid elektromagnetische beïnvloedingen van hoogspanningsverbindingen op de hoofd-spoorweginfrastructuur”, documentnummer: RLN00398, versie: 001, datum:01-11-2013.
- [2] ProRail gegevens:
- a. E-mail van mevr. L. Hoogendoorn van ProRail met informatie over de spoorlijn, d.d. 1-3-2013.
 - b. E-mail van dhr. M. Verweijmeren van ProRail met informatie over de OR bladen, d.d. 18-12-2013.
 - c. E-mail van dhr. J. van Nieuwkerk van ProRail met informatie over de OR bladen, d.d. 28-1-2014.
- [3] Gegevens TenneT:
- a. Gegevens hoogspanningsverbindingen: Petersburg rapport: “*Utgangspuntendocument EMC Studie Randstad 380kV Noordring*”, referentie: TE121000-R01 AM, d.d. 04-04-2014.
 - b. Email van dhr. J. Verduijn met informatie over masten omnummeren van VKT 4.0 naar VKT 5.0, d.d. 12-02-2014.
 - c. Email van dhr. R. van der Woude met tracé gegevens VKT 5.0, d.d. 12-02-2014.

Bijlage A: Stroombelastingen

TE121000-R08 AM
11 juli 2014

In tabel A1 zijn de stroombelastingen van de voor ProRail relevante trajecten van de Randstad 380kV Noordring weergegeven, conform opgave TenneT [3].

Tabel A1, Stroombelastingen van de Randstad 380kV Noordring

Verbinding		Spanning	Aantal circuits	Inom	kortsluitstroom station 1 (kA)					kortsluitstroom station 2 (kA)				
					kortsluitstroom station 1 (kA)		R / X (Ω)	bijdrage vanuit station 2 per circuit (kA)		kortsluitstroom station 2 (kA)		R / X (Ω)	bijdrage vanuit station 1 per circuit (kA)	
					3-fasig	1-fasig		3-fasig	1-fasig	3-fasig	1-fasig		3-fasig	1-fasig
Station 1	Station 2	[kV]	[A]	3-fasig	1-fasig	R / X (Ω)	3-fasig	1-fasig	3-fasig	1-fasig	R / X (Ω)	3-fasig	1-fasig	
Velsen	Vijfhuizen	150	2	850	52.19	30.3	0.07	3.487	1.8	39.41	26.09	0.12	8.926	4.73
Zoetermeer	Leiden	150	3	1155	37.76	22.57	0.06	4.317	2.61	36.1	10.21	0.1	4.84	1.02
Sassenheim	Haarlemmermeer	150	2 (1)	800	28.88	18.4	0.14	11.213	7.57	30.01	20.64	0.14	10.568	6.96
Leiden	Sassenheim	150	2	770	36.1	10.21	0.1	4.495	2.95	28.88	18.4	0.14	8.837	5.45
Haarlemmermeer	Vijfhuizen	150	2	925	30.1	20.64	0.14	9.805	6.38	39.41	26.09	0.12	4.303	3.09
Zoetermeer	Alphen a/d Rijn	150	2	1155	37.76	22.57	0.06	1.862	2.27	24.56	18.49	0.08	10.145	6.88

(1) Dit is een samengeslagen verbinding

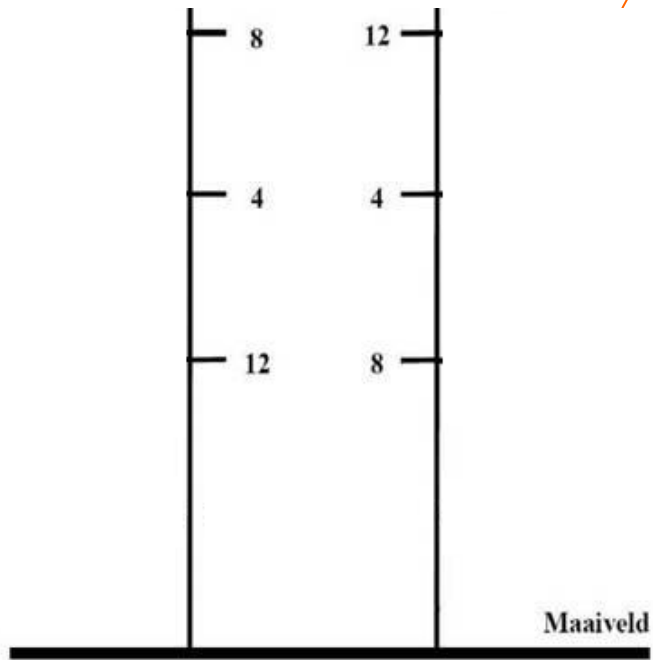
Verbinding		Spanning	Aantal circuits	Inom	kortsluitstroom station 1 (kA)					kortsluitstroom station 2 (kA)				
					kortsluitstroom station 1 (kA)		R / X (Ω)	bijdrage vanuit station 2 per circuit (kA)		kortsluitstroom station 2 (kA)		R / X (Ω)	bijdrage vanuit station 1 per circuit (kA)	
					3-fasig	1-fasig		3-fasig	1-fasig	3-fasig	1-fasig		3-fasig	1-fasig
Station 1	Station 2	[kV]	[A]	3-fasig	1-fasig	R / X (Ω)	3-fasig	1-fasig	3-fasig	1-fasig	R / X (Ω)	3-fasig	1-fasig	
Beverwijk	Vijfhuizen	380	2	2900	38.11	50	0.06	7.48	8.73	36.9	50	0.06	9.49	8.97
Vijfhuizen	Bleiswijk	380	2	2900	39.9	50	0.06	8.49	9.04	47.05	49.84	0.05	5.12	5.64

Table 2, Stroombelastingen van de bestaande hoogspanningsverbindingen

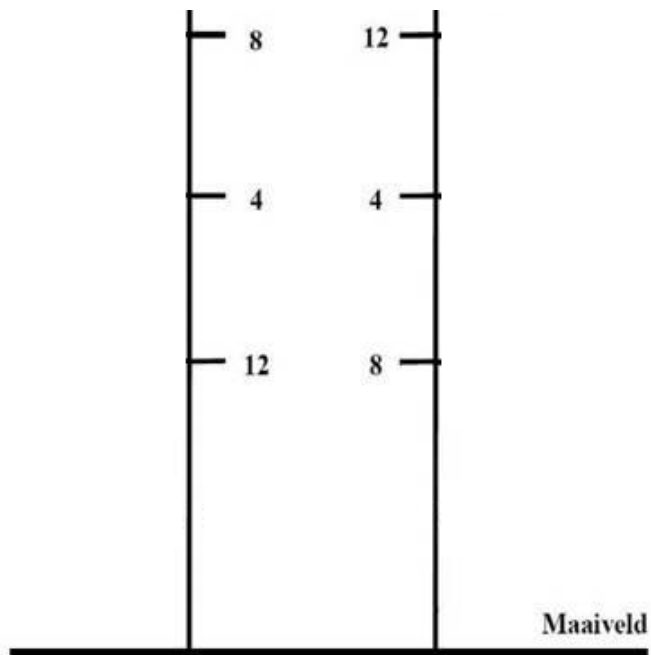
Verbinding	Aantal circuits	Klokgetallen	Nominale stroom [A]
380kV lijn Krimpen - Bleiswijk	2	Zie bijlage B	4000
150kV kabelverbinding Bleiswijk – Zoetermeer	3	Platvlak 8-4-12 / 8-4-12 / 8-4-12	960

Bijlage B: Klokgetallen

TE121000-R08 AM
11 juli 2014



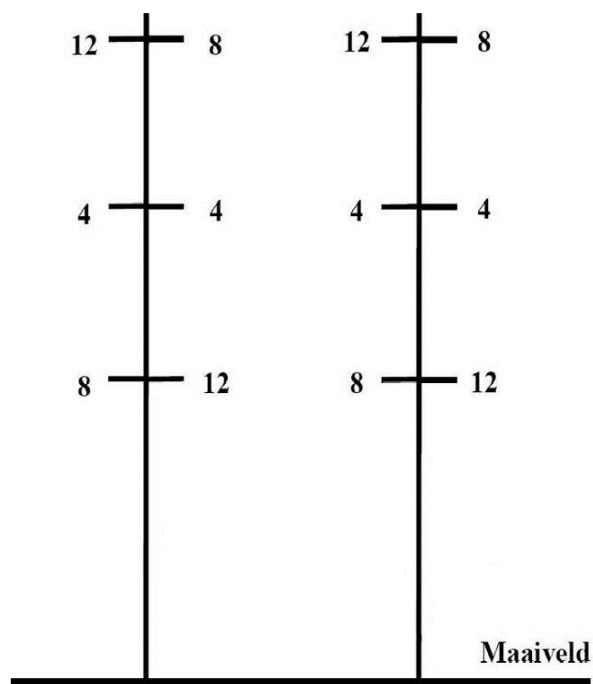
Afbeelding B1, Klokgetallenconfiguratie 380kV verbinding Beverwijk – Vijfhuizen
circuitsaanduiding Zwart-Wit



Afbeelding B2, Klokgetallenconfiguratie 380kV verbinding Vijfhuizen - Bleiswijk
circuitsaanduiding Paars-Oranje

Bijlage B: Klokgetallen

TE121000-R08 AM
11 juli 2014



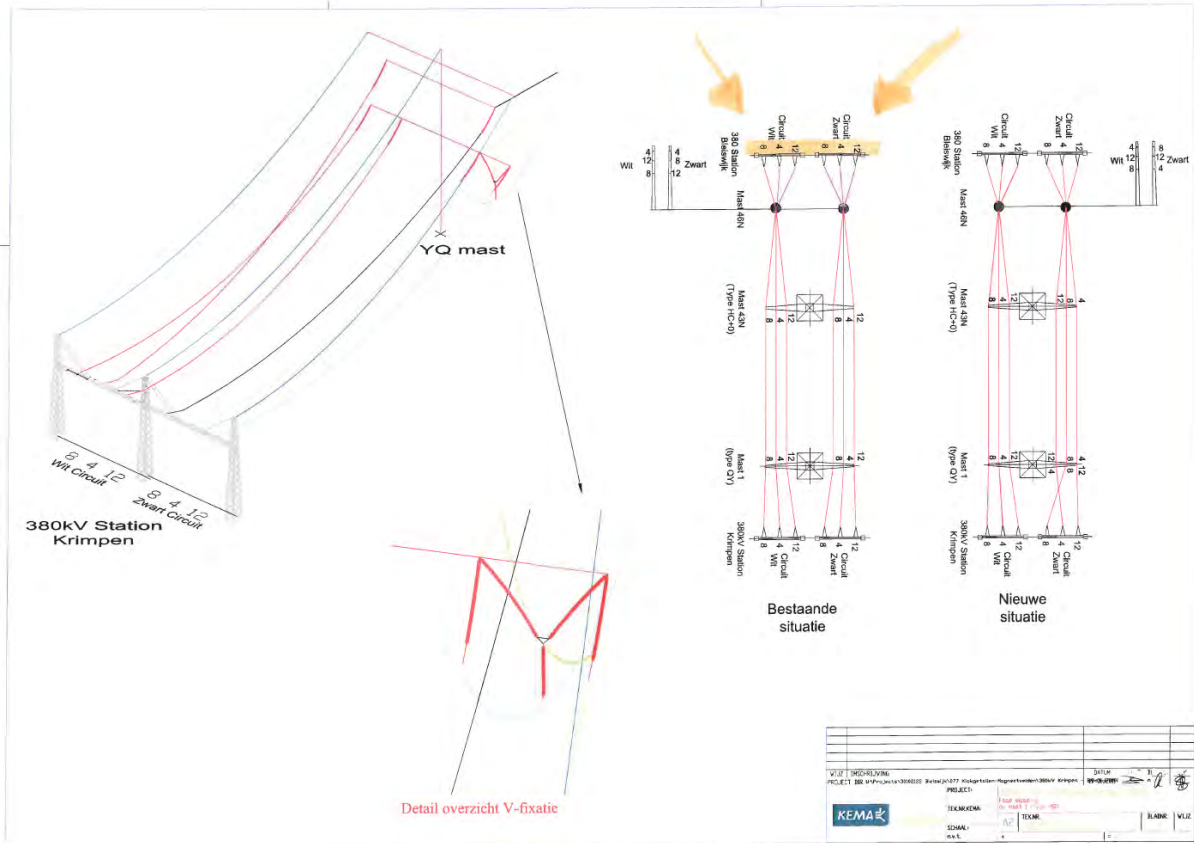
Afbeelding B3, Klokgetallen configuratie bovengrondse lijn Vijfhuizen – Bleiswijk (380kV binnen en 150kV buiten)

380kV verbinding:	12 – 4 – 8 – 8 – 4 – 12 8 – 4 – 12 – 12 – 4 – 8
150kV verbinding:	12 – 4 – 8 8 – 4 – 12

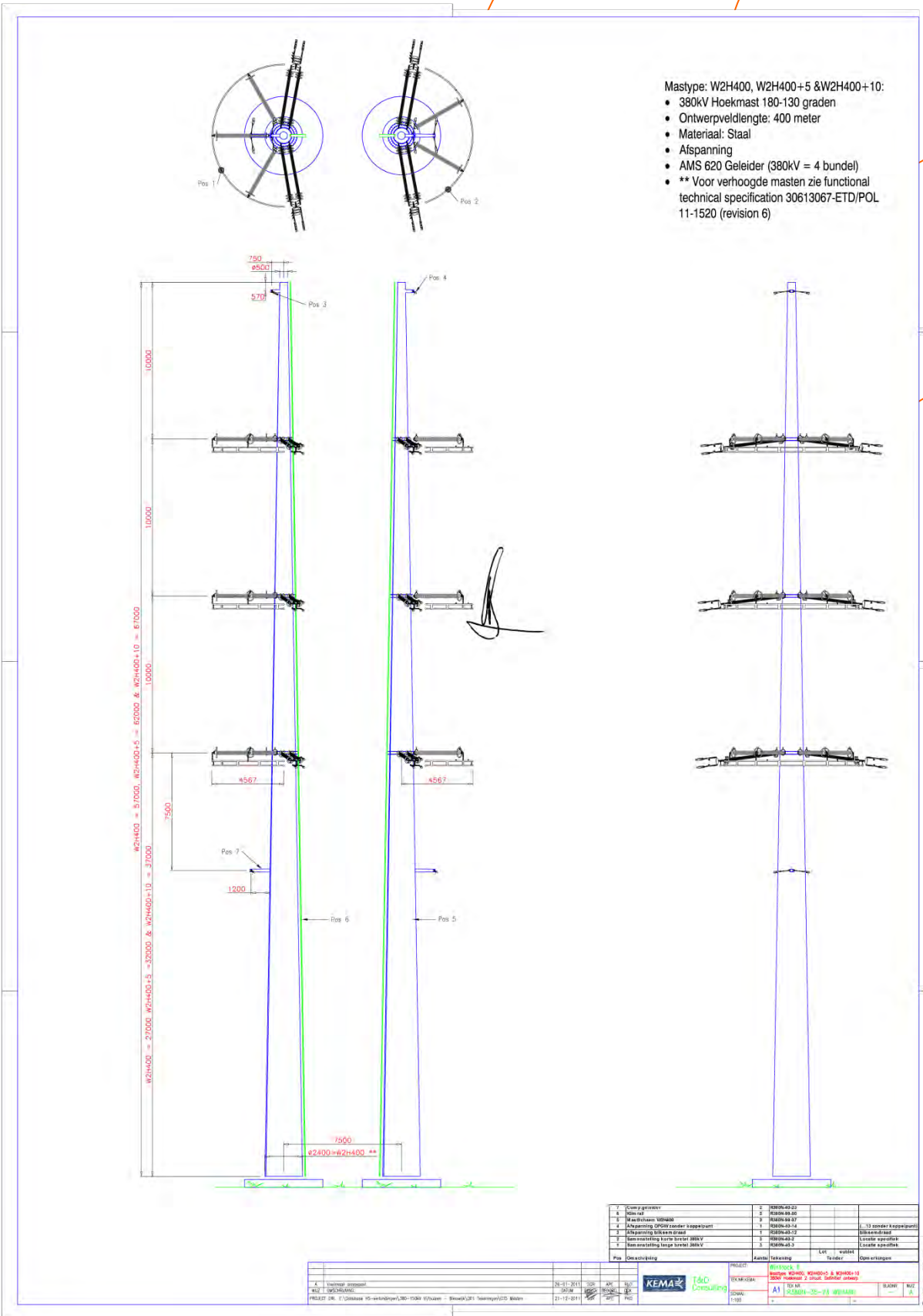
Afbeelding B4, Klokgetallen kabelverbindingen



Afbeelding B5, Klokgetallen configuratie kabelgedeelte (maaiveldligging)



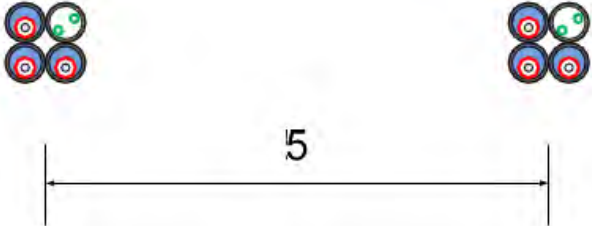
Afbeelding B6, Klokgetallen 380kV Krimpen-Bleiswijk



Afbeelding C2, Mastbeelden type W2H400

150kV-verbindingen (standaard):

Liggingdiepte (dek)	: afhankelijk van het te kruisen object
Beschikbare ruimte per boring	: afhankelijk van de situatie
Aantal boringen	: 2 stuks
Aantal buizen HS kabel	: 6 x Ø200mm
Aantal buizen secundaire kabel	: 2 x Ø200mm
Ruimte tussen boringen	: 5m
Veiligheidsafstand	: 5m buiten hartlijn buitenste boringen

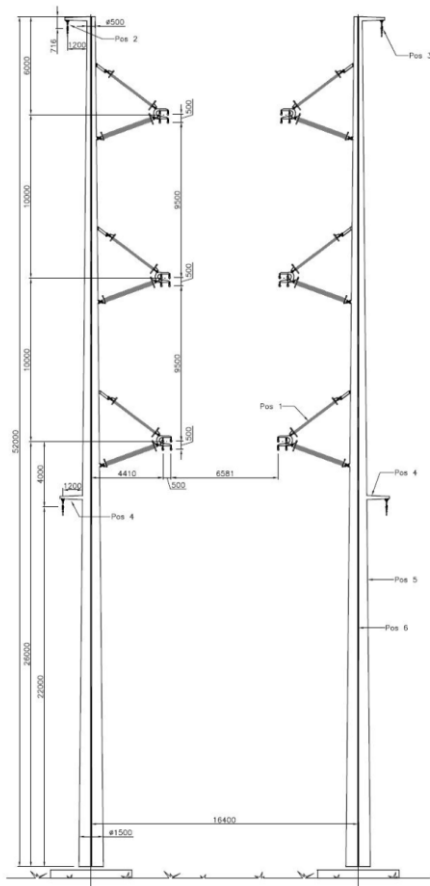
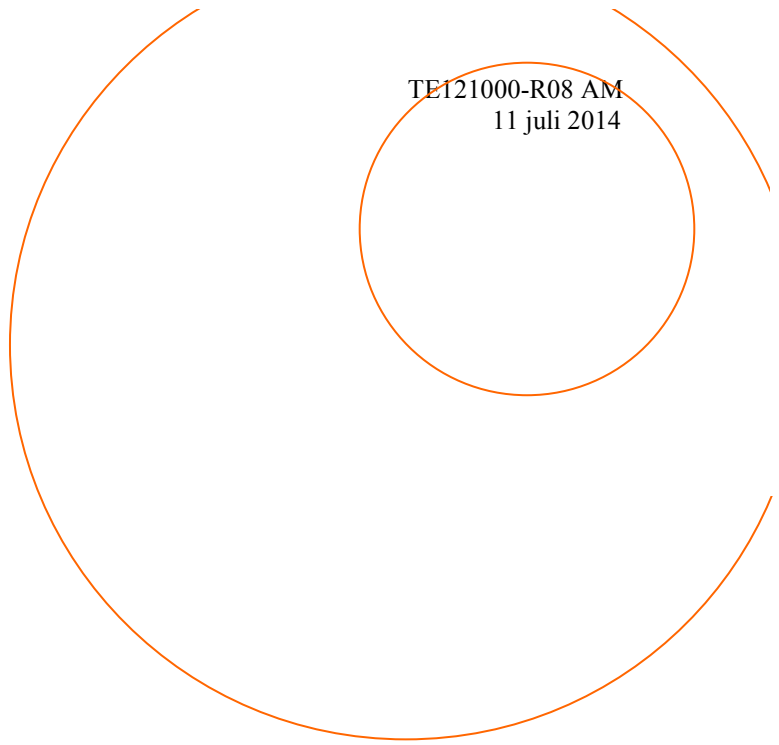
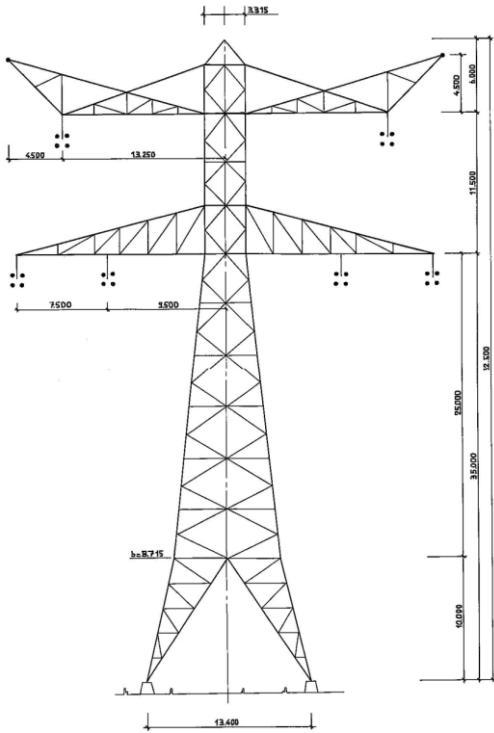


The diagram illustrates the standard 150kV connection layout. It shows two groups of four cables, each group consisting of two red and two blue cables. The center-to-center distance between the two groups is marked as 5 meters. Below the diagram, a dimension line with arrows at both ends is labeled with the number '5', indicating the distance between the centerlines of the two groups of cables.

Afbeelding C4, HDD 150kV verbinding kabeldoorsnede

Bijlage C: Mastbeelden

TE121000-R08 AM
11 juli 2014



Afbeelding C5, Mastbeelden 380 verbinding Krimpen - Bleiswijk

De gehanteerde bodemweerstand zijn opgenomen in tabel D1 en D2 van deze bijlage. Deze bodemweerstandswaarden zijn de gemeten bodemweerstand bij het tracé conform opgave van TenneT [3].

Tabel D1 : Bodemweerstand bij het traject Beverwijk-Vijhuizen

Mast	Locatie		Bodemweerstand in [Ω m] voor verschillende dieptes									
	X	Y	-0,5m	-1m	-2m	-3m	-4m	-5m	-7m	-10m	-15m	-30m
Mast 1	106948	498499	16	21	22	19	12	9	7	8	5	10
Mast 3	106892	497851	321	274	107	62	22	23	20	23	26	35
Mast 5	106582	497168	186	221	215	167	112	63	24	12	27	24
Mast 7	106139	495975	16	18	20	20	19	17	16	16	16	18
Mast 8	106093	495580	61	30	25	26	28	27	25	24	23	25
Mast 9	106317	495343	18	30	17	19	20	21	22	23	24	28
Mast 10	106556	495089	15	16	13	11	9	9	9	11	14	18
Mast 11	106798	494832	11	8	9	9	9	9	9	11	13	16
Mast 13	107261	494341	27	27	24	25	17	17	17	17	18	14
Mast 14	107501	494087	24	26	25	24	23	23	23	23	23	21
Mast 15	107741	493832	39	30	33	35	36	37	37	38	36	33
Mast 16	107974	493586	69	56	47	49	33	22	14	9	8	11
Mast 17	108217	493327	31	26	28	25	15	9	8	14	10	16
Mast 19	108585	492928	47	28	27	24	14	8	20	12	135	17
Mast 20	108787	492710	39	40	22	11	5	3	3	3	3	4
Mast 21	108751	492431	17	12	7	5	3	3	3	3	3	3
Mast 27	108572	490821	17	13	12	13	14	14	14	11	9	7
Mast 30	108431	489989	28	26	19	16	14	14	14	11	11	10
Mast 33	108312	489129	17	17	20	21	21	23	23	23	20	16
Mast 34	108233	488893	178	179	79	40	25	22	21	18	17	16
Mast 38	107956	487732	11	12	14	15	16	16	15	13	13	8

Tabel D2 : Bodemweerstand bij het traject Vijhuizen-Bleiswijk

Mast	Locatie		Bodemweerstand in [Ω m] voor verschillende dieptes									
	X	Y	-0,5m	-1m	-2m	-3m	-4m	-5m	-7m	-10m	-15m	-30m
Mast 212	107553	484669	38	41	42	38	36	34	28	18	12	8
Mast 210	107213	484298	16	15	19	18	16	15	13	12	11	7
Mast 209	107033	484102	124	151	156	131	102	71	37	21	8	5
Mast 208	106856	483909	115	119	103	86	66	54	42	30	18	9
Mast 207	106674	483710	50	40	42	45	48	48	45	38	25	10
Mast 206	106476	483495	40	40	40	35	31	28	26	24	21	
Mast 205	106314	483318	72	61	50	43	38	35	31	37	19	
Mast 204	106154	483146	183	160	88	50	34	28	24	20	17	
Mast 203	105931	482939	27	31	37	38	39	38	37	34	28	15
Mast 202	105656	482834	48	52	53	40	37	35	32	26	20	12
Mast 201	105388	482732	42	43	40	40	39	38	35	26	21	14
Mast 200	105134	482635	29	28	26	28	30	31	29	28	23	
Mast 199	102677	479952	31	34	31	29	28	30	32	34	34	33
Mast 198	102499	479704	34	27	26	28	30	31	33	35	37	33
Mast 197	102571	479313	15	18	24	28	30	32	37	41	45	46
Mast 196	102643	478919	27	22	23	22	24	23	22	21	22	
Mast 195	102390	478605	19	19	20	17	15	14	14	16	18	21
Mast 194	102125	478306	22	17	15	13	12	11	12	13	16	20
Mast 193	101904	478057	25	21	16	14	13	13	14	17	21	38
Mast 192	101684	477807	29	26	22	18	16	14	15	17	22	27
Mast 191	101465	477560	17	11	10	11	11	12	14	18	21	25
Mast 190	101237	477305	20	14	9	8	9	10	11	14	19	28

Bijlage D: Bodemweerstand

TE121000-R08 AM
11 juli 2014

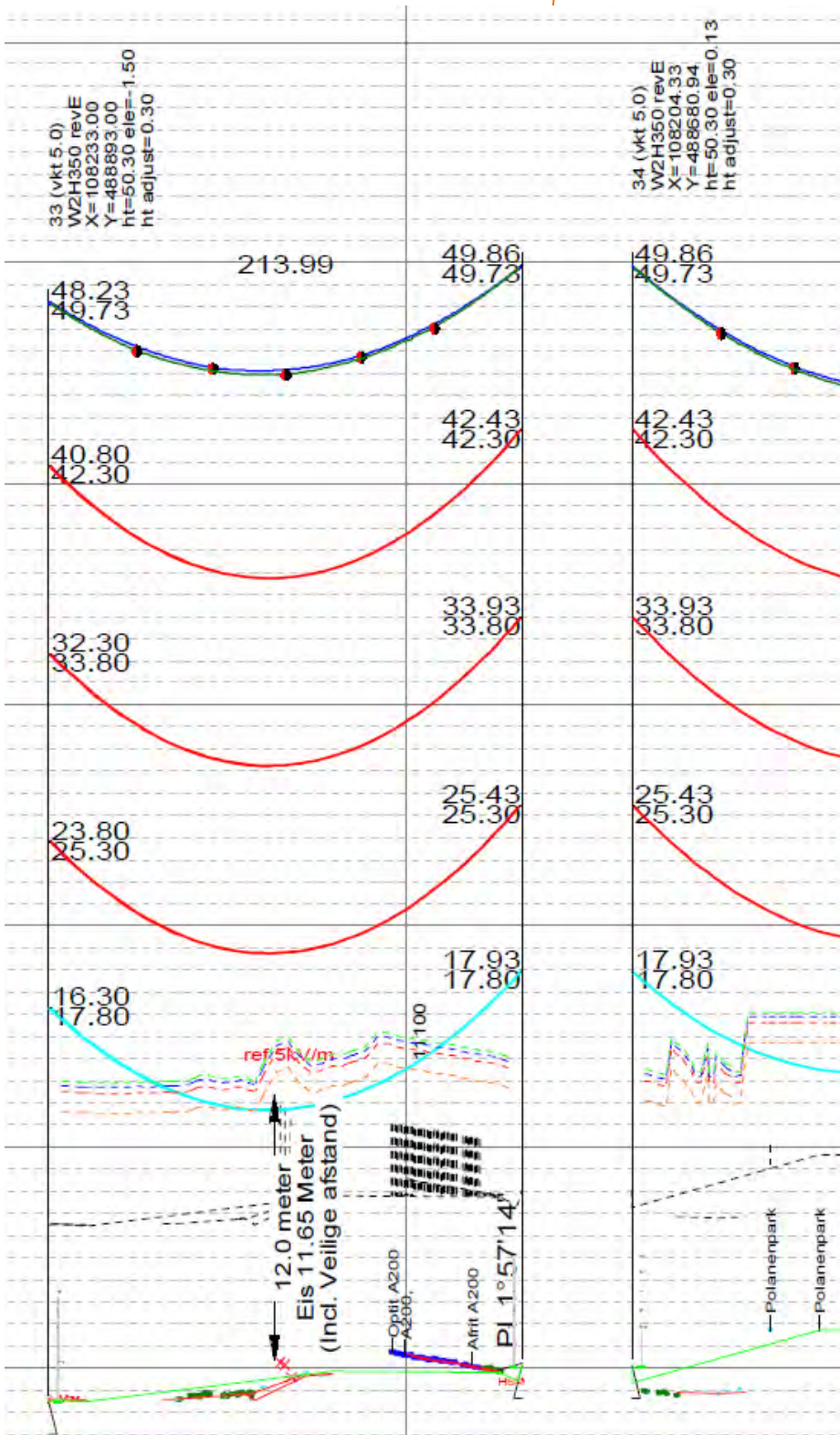
Mast	Locatie		Bodemweerstand in [Ω m] voor verschillende dieptes									
	X	Y	-0,5m	-1m	-2m	-3m	-4m	-5m	-7m	-10m	-15m	-30m
Mast 189	100993	477041	21	16	11	10	10	10	12	15	19	28
Mast 188	100756	476784	26	17	11	10	10	11	12	14	18	27
Mast 187	100563	476575	27	20	13	11	11	12	13	14	19	29
Mast 186	100602	476249	16	15	13	11	10	10	11	13	17	24
Mast 185	100641	475916	15	15	13	12	12	12	13	16	20	29
Mast 184	100685	475546	14	13	13	12	12	12	13	16	20	29
Mast 183	100928	475329	16	18	17	17	16	15	16	20	25	32
Mast 182	101218	475071	23	21	16	15	14	14	16	19	24	36
Mast 181	101511	474810	24	24	17	15	14	15	17	20	26	35
Mast 180	101799	474554	16	20	23	24	26	27	30	32	37	40
Mast 179	102097	474289	21	21	22	23	25	26	28	29	31	31
Mast 178	102394	474025	29	27	24	21	18	17	15	15	17	17
Mast 177	102693	473759	31	32	26	21	17	15	14	14	16	17
Mast 176	102990	473495	30	23	21	18	17	14	13	13	14	14
Mast 175	103035	473160	18	22	19	16	13	12	12	13	18	13
Mast 174	102856	472961	25	19	15	12	11	11	11	11	12	11
Mast 173	102654	472736	18	20	15	12	11	11	10	12	13	10
Mast 172	102421	472475	15	15	13	12	11	10	10	11	12	10
Mast 171	102190	472218	15	16	15	12	10	9	9	10	10	7
Mast 170	101963	471965	12	12	9	9	9	9	9	10	11	8
Mast 169	101778	471759	14	11	9	9	9	9	10	11	11	7
Mast 168	101659	471625	56	57	26	14	11	10	9	10	10	
Mast 167	101497	471445	13	13	11	9	8	9	9	9	9	7
Mast 166	101313	471233	18	14	12	9	8	8	8	8	9	7
Mast 165	101365	470870	31	19	9	7	7	7	7	8	9	8
Mast 164	101421	470486	11	9	7	7	7	7	7	8	9	8
Mast 163	101477	470098	10	10	8	7	7	7	7	9	10	13
Mast 162	101513	469854	65	39	22	18	22	16	17	18	19	23
Mast 161	101535	469699	37	24	18	15	16	14	14	14	13	12
Mast 160	101522	469409	21	19	18	16	14	12	11	11	11	9
Mast 159	101509	469112	32	28	26	24	22	20	16	12	10	9
Mast 158	101496	468812	32	46	25	23	23	21	18	14	11	8
Mast 157	101478	468412	18	19	21	21	20	19	17	14	12	9
Mast 156	101461	468028	42	26	11	9	8	8	8	9		
Mast 155	101445	467679	21	10	6	6	6	6	7	8		
Mast 154	101430	467342	37	27	12	9	9	9	10	10	9	7
Mast 153	100100	466000	29	24	12	9	7	7	6	6	6	5
Mast 152	99774	465775	27	19	10	8	7	7	7	6	6	4
Mast 151	99447	465550	18	12	9	7	7	7	6	6	5	4
Mast 150	99125	465330	23	15	11	9	7	6	6	5	5	
Mast 149	98820	465080	37	24	12	8	6	5	5	5	5	4
Mast 148	98576	464788	17	13	13	12	11	11	11	11	10	10
Mast 147	98354	464450	11	11	13	13	13	12	11	9	6	4
Mast 146	98255	464111	30	30	20	12	8	6	5	4	4	5
Mast 145	98470	463815	23	18	9	7	5	4	3	3	3	4
Mast 144	98706	463487	22	19	12	7	5	4	4	4	5	
Mast 143	98939	463165	28	20	13	9	6	6	5	4	5	6
Mast 142	99176	462837	23	21	13	9	6	5	4	5	6	
Mast 141	99408	462516	19	15	13	11	10	9	10	10	10	13
Mast 140	99433	462167	23	19	15	11	8	8	8	9	11	15
Mast 139	99457	461842	29	31	34	36	35	34	31	28	27	30
Mast 138	99482	461468	26	25	31	32	38	38	39	35	33	33
Mast 134	99556	460204	22	16	13	11	10	9	8	8	9	12
Mast 133	99575	459846	26	21	13	9	7	6	6	6	7	10
Mast 132	99542	459473	21	18	17	17	17	17	18	20	21	21

Bijlage D: Bodemweerstand

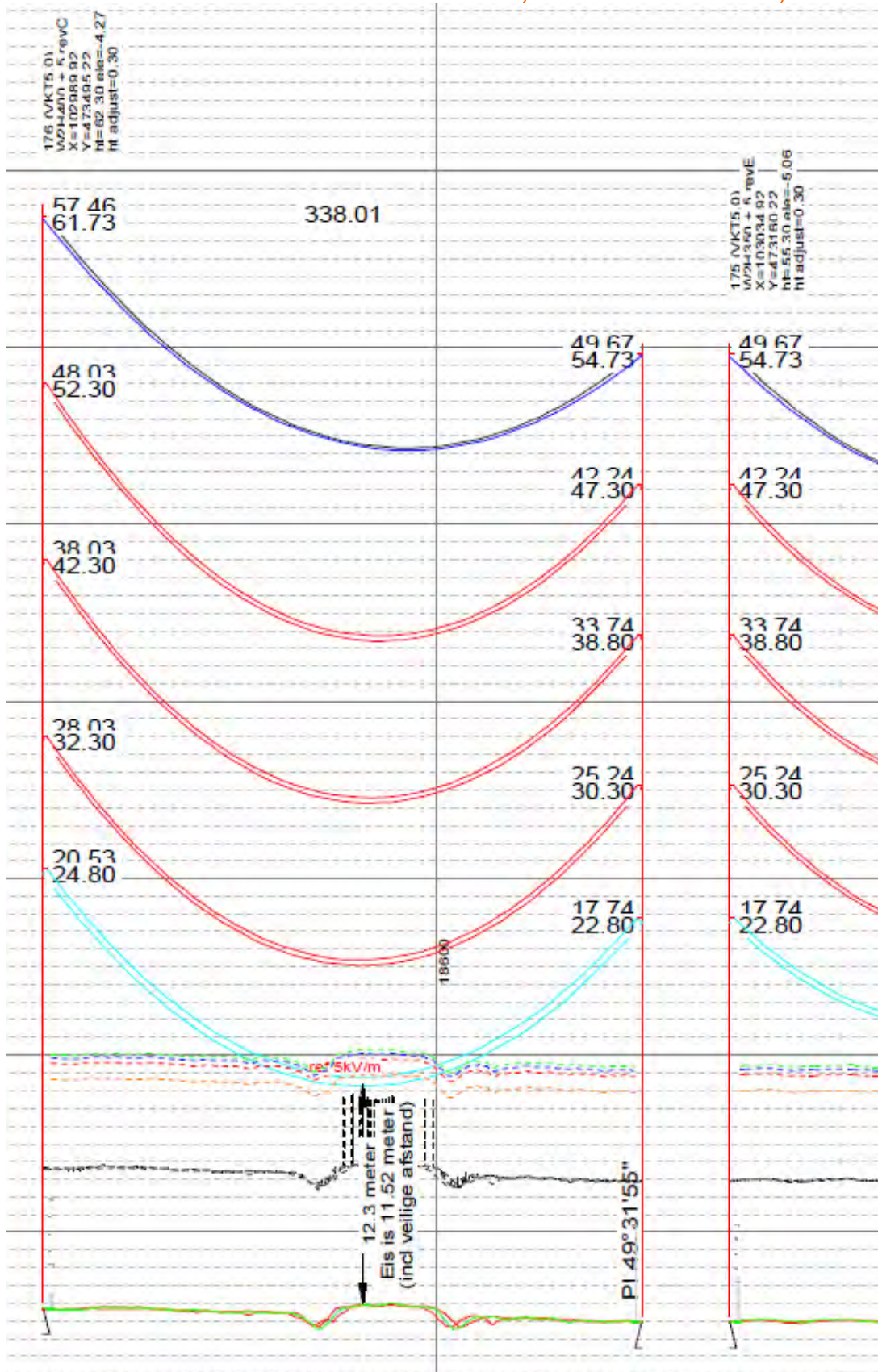
TE121000-R08 AM
11 juli 2014

Mast	Locatie		Bodemweerstand in [Ω m] voor verschillende dieptes									
	X	Y	-0,5m	-1m	-2m	-3m	-4m	-5m	-7m	-10m	-15m	-30m
Mast 131	99511	459122	30	22	16	12	10	10	9	10	11	17
Mast 130	99479	458754	39	30	19	14	12	11	11	11	12	16
Mast 129	99449	458405	42	33	23	19	16	17	16	16	16	17
Mast 128	99419	458066	23	23	22	20	18	17	16	15	16	14
Mast 127	99388	457720	28	28	26	22	19	17	15	14	13	13
Mast 126	99354	457322	29	24	22	20	17	15	12	12	13	13
Mast 125	99324	456985	44	36	25	21	20	18	17	16	16	16
Mast 124	99306	456661	56	48	25	19	20	17	18	17	17	16
Mast 123	99288	456320	17	23	24	22	21	19	17	17	17	13
Mast 122	99180	455947	27	28	28	26	23	21	17	14	13	9
Mast 121	99083	455611	30	34	31	26	21	17	14	12	11	9
Mast 120	98986	455277	27	29	27	23	20	18	16	14	13	10
Mast 119	98886	454931	21	24	24	22	20	18	15	13	13	12
Mast 118	98775	454550	19	17	16	17	17	17	16	15	16	16
Mast 117	98674	454200	27	28	27	25	23	22	18		17	
Mast 116	98594	453922	20	23	26	25	22	20	18	17	17	17
Mast 115	98522	453676	22	24	26	23	20	18	17	13	14	15
Mast 114	98434	453372	26	31	29	25	23	19	16	14	15	15
Mast 113	98340	453047	26	23	18	15	14	13	12	13	14	15
Mast 112	98229	452663	22	27	27	23	21	19	17	16	17	19
Mast 111	98118	452278	23	28	28	23	21	19	17	17	18	19
Mast 110	98007	451895	25	30	30	29	28	26	22	20		
Mast 109	97896	451512	36	40	36	32	29	27	24	22	23	22
Mast 108	97786	451132	22	27	30	29	29	26	24	22	23	25
Mast 107	97674	450744	28	26	22	21	21	22	21	21	22	23
Mast 106	97571	450390	23	26	27	27	25	26	24	22	22	23
Mast 105	97210	450228	49	67	68	59	50	42	34	29	27	26
Mast 104	96892	450231	21	18	18	15	14	13	10	10		
Mast 103	96672	450299	19	20	21	21	21	19	17	17	17	20
Mast 102	96452	450367	14	15	17	17	17	16	15	14	16	19

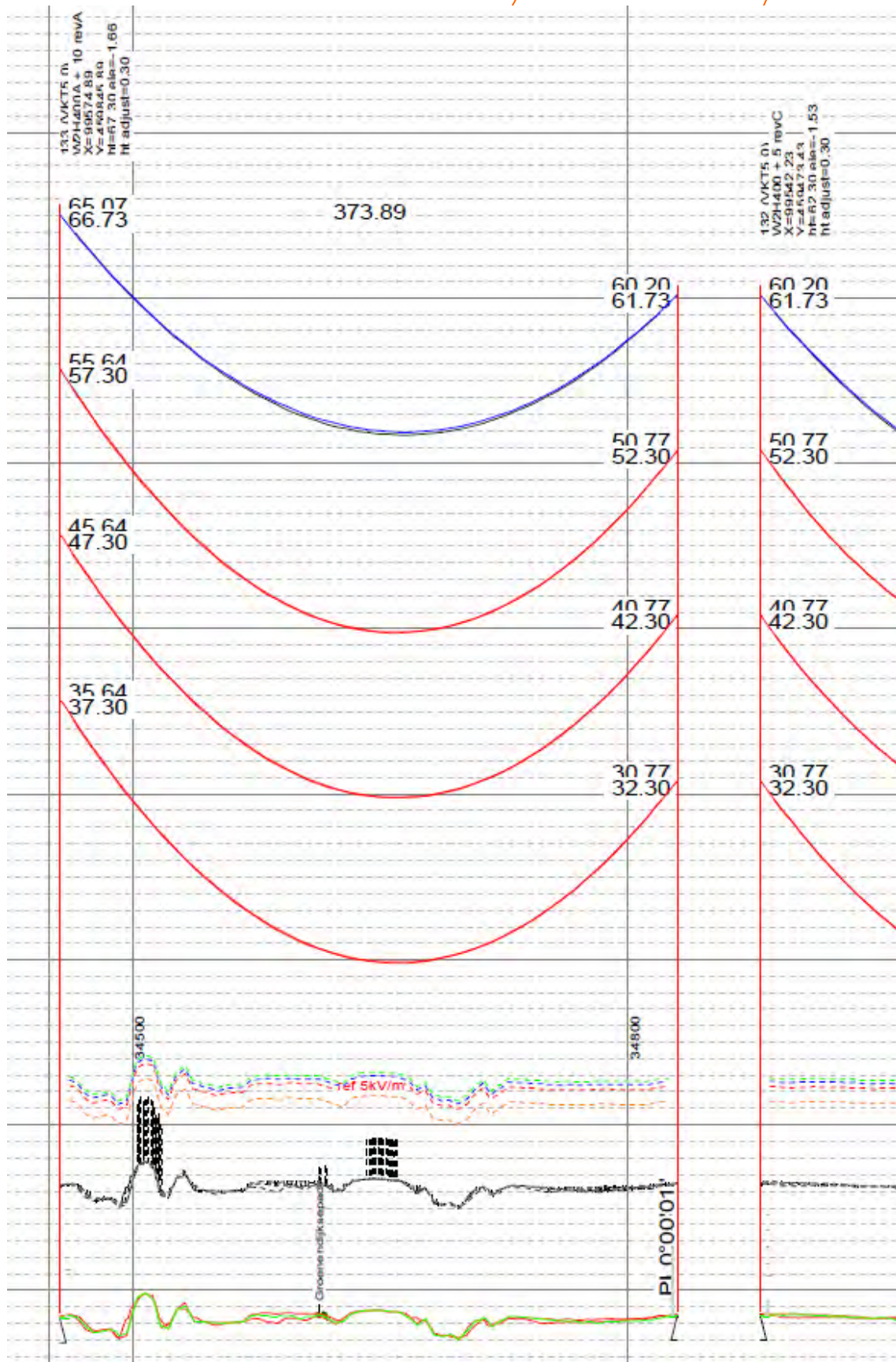
De gehanteerde lengteprofielen, conform opgave van TenneT, zijn opgenomen in bijlage E1 t/m E4. Het betreft een sectie van het betreffende lengteprofiel waar de hoogspanningsverbinding de spoorbaan kruist.



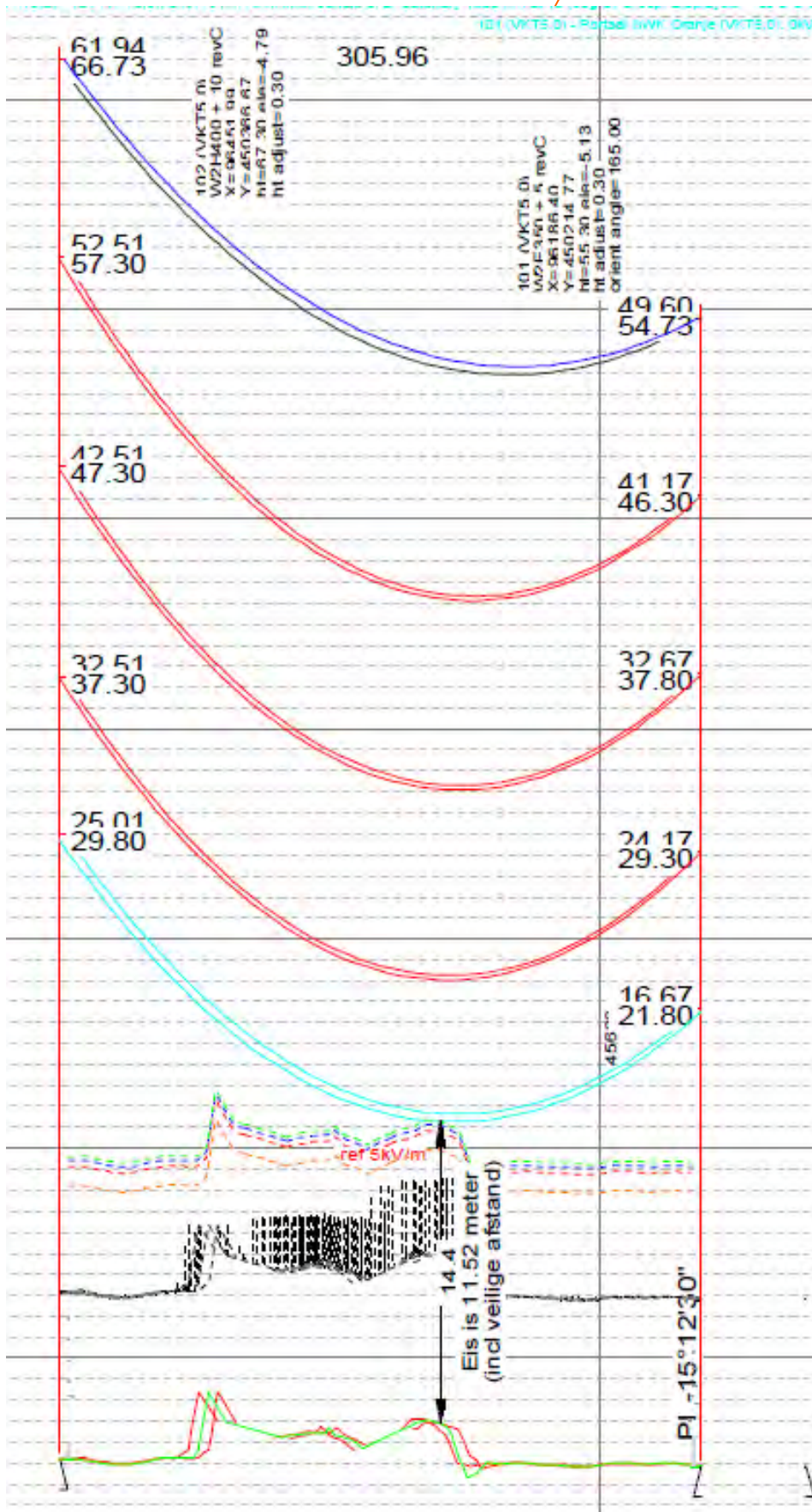
Afbeelding E1, Lengteprofiel van het veld mast 33 en 34 (kruising spoorbaan Amsterdam – Haarlem)



Afbeelding E2, Lengteprofiel van het veld mast 176 en 175 (kruising spoorbaan Schiphol – Leiden)



Afbeelding E3, Lengteprofiel van het veld mast 133 en 132 (kruising spoorbaan Leiden – Woerden)



Afbeelding E4, Lengteprofiel van het veld mast 102 en 101 (kruising spoorbaan Gouda – Zoetermeer)

Bijlage 8
TE121000-B05 AM
Mogelijke maatregelen in verband
met beïnvloeding ProRail

TenneT TSO B.V.
T.a.v. dhr. G. Volman
Postbus 718
6800 AS ARNHEM

Datum : 8 augustus 2014
Uw kenmerk :
Ons kenmerk : TE121000-B05 AM
Behandeld door : A. Mobder
Telefoon : +31 26 319 53 70
E-mail : a.mobder@petersburg.nl
Onderwerp : Mogelijke maatregelen in verband met beïnvloeding ProRail

Geachte heer Volman,

In opdracht van TenneT hebben wij de optredende beïnvloeding van Randstad 380kV Noordring op spoorlijnen van ProRail berekend en gerapporteerd. Uit deze rapportage blijkt dat voor de spoorlijnen Schiphol-Leiden, Gouda-Zoetermeer en HSL-Zuid rekening moet worden gehouden met overschrijding van eisen in verband met elektrische beïnvloeding.

Om tot een aanvaardbare situatie te komen, heeft TenneT ons in navolging van deze rapportage en het overleg met ProRail van 29 juli 2014, gevraagd om enerzijds waar mogelijk het rapport aan te passen door wijziging van uitgangspunten en anderzijds de effectiviteit van mogelijke maatregelen te onderzoeken.

In de bijlage bij deze brief vindt u de notitie waarin de effecten verkend worden van enkele bijgestelde uitgangspunten en enkele additionele mogelijke maatregelen. Tezamen kan hiermee aan de gestelde eisen voldaan worden, met uitzondering van een overschrijding die ook al in de bestaande situatie bestaat. In een nadere beschouwing van deze overschrijding is vastgesteld dat de Randstad 380kV Noordring leidt tot een verbetering in plaats van een verslechtering.

Met vriendelijke groet,

Petersburg Consultants BV,



Amar Mobder

Inleiding

In het geval van een hoogspanningsverbinding in de directe nabijheid (parallel of kruisend) van een spoorlijn moet rekening worden gehouden met de elektrische beïnvloeding van de hoogspanningsverbinding op de spoorlijn. In het geplande tracé van de Randstad 380kV Noordring liggen vijf spoorlijnen die worden beheerd door ProRail. Van noord naar zuid zijn dit de spoorlijnen Amsterdam - Haarlem, Schiphol-Leiden, Leiden-Woerden, Gouda-Zoetermeer en HSL-Zuid.

De mogelijke optredende elektrische beïnvloeding door de aan te leggen hoogspanningsverbinding Randstad 380kV Noordring op de spoorlijnen is berekend en getoetst. De resultaten zijn gerapporteerd in Petersburg rapporten TE121000-R08 AM en TE121000-R27 AM. Uit deze berekeningen en toetsingen blijkt dat bij de spoorlijnen Schiphol-Leiden, Gouda-Zoetermeer en HSL-Zuid niet voldaan wordt aan de gestelde eisen.

De vervolgstappen en de mogelijke maatregelen in verband met elektrische beïnvloeding zijn besproken met ProRail op 29 juli 2014 aan de hand van Petersburg notitie TE121000-B04. In deze notitie zijn in vervolgstappen bijstelling van de berekeningen voorgesteld aan de hand van locatiespecifieke gegevens en zijn verschillende oplossingsrichtingen voor maatregelen benoemd. In het overleg met ProRail heeft ProRail aangegeven dat eerst de mogelijke maatregelen in de infrastructuur van TenneT onderzocht moet worden voordat maatregelen aan de ProRail infrastructuur voorgesteld kunnen worden. Deze notitie beschrijft de effecten van bijstelling van uitgangspunten van TenneT en de verwachte effectiviteit van mogelijke maatregelen. Tenslotte wordt een overschrijding nader beschouwd, die in principe niet door de Randstad 380kV Noordring veroorzaakt wordt.

Maatregel 1: het hoogspanningsnet aanpassen d.m.v. blusspoelaarding

Deze mogelijke maatregel zal aan netstrategie worden voorgelegd. Vooralsnog wordt aangenomen dat deze maatregel niet realistisch is, vanwege gevolgen voor de structuur van het gehele 380kV-net in Nederland.

Maatregel 2: toepassen extra retourstroomgeleiders

In de relevante deeltracés zijn al retourstroomgeleiders toegepast. Het aanbrengen van extra retourstroomgeleiders resulteert niet in een significante verbetering van overschrijdingen.

Uitgangspunt 1: bijstellen kortsluitstromen

In de uitgevoerde berekeningen is uitgegaan van een algemene extreme waarde voor 1-fase kortsluitingen ongeacht de locatie van de kortsluiting in de verbinding. In het oorspronkelijke programma van eisen werd voorgeschreven dat met één enkele (worst case) waarde gerekend moest worden voor de gehele verbinding. In overleg met TenneT is dit uitgangspunt aangepast doordat de kortsluitstroom is aangenomen ter plaatse van de parallelloop met het spoor locatie specifieke gegevens. Bovendien zijn er kortsluitstroom berekeningen uitgevoerd voor de volgende situaties:

- 32,8kA in station Vijfhuizen en 45kA in station Bleiswijk. Deze waarden zijn de daadwerkelijke waarden in de stations en zijn geldig tot 2023.
- Ontwerpstroom van 50kA zowel in station Vijfhuizen als station Bleiswijk.

De optredende beïnvloeding is hieronder berekend en getoetst.

Beïnvloeding tijdens kortsluiting

De maatgevende optredende spanningen zijn berekend en getoetst. De resultaten van beide situaties zijn opgenomen in tabel 1 en tabel 2.

Tabel 1, Toetsing bij kortsluitstroom van 32,8kA in Vijfhuizen en 45kA in Bleiswijk tot 2023

Spoorlijn	Maatgevende toetsing	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [J/N]
Schiphol-Leiden	spanning op de IB en IT kabels	650	641	J
HSL-Zuid	spanning op bovenleiding tijdens CLU	785	646	J
Gouda-Zoetermeer	spanning op de IB en IT kabels	650	628	J

Tabel 2, Toetsing bij kortsluitstroom van 50kA zowel in Vijfhuizen als in Bleiswijk

Spoorlijn	Maatgevende toetsing	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [J/N]
Schiphol-Leiden	spanning op de IB en IT kabels	650	950	N
HSL-Zuid	spanning op bovenleiding tijdens CLU	785	684	J
Gouda-Zoetermeer	spanning op de IB en IT kabels	650	661	N

Uit de tabellen blijkt dat in de komende periode tot 2023 aan de eisen kan worden voldaan zonder het treffen van aanvullende maatregelen. Een probleem ontstaat daarna als de kortsluitwaarde van 50kA geldig wordt. Vanwege het ontbreken van detailinformatie van de IB en IT kabels, is een oplossing gezocht met extra, tweezijdig gearde aardkabels, in de nabijheid van de kabels van ProRail. Voor de spoorlijn Schiphol-Leiden zou in dat geval volstaan kunnen worden met tien aardkabels en twee aardkabels voor de spoorlijn Gouda-Zoetermeer. De lengte van de parallelloop van de spoorlijn Schiphol-Leiden is circa 3km en die van spoorlijn Gouda-Zoetermeer circa 1,5km.



Nadere beschouwing van bestaande overschrijding

De optredende spanningen tijdens normaal bedrijf zijn in de rapporten berekend en getoetst en zijn samengevat in tabel 3.

Tabel 3, Toetsing bij normaal bedrijf

Spoorlijn	Maatgevende toetsing	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [J/N]
Schiphol-Leiden	50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning	7/25	7/14	J
HSL-Zuid	spanning op bovenleiding tijdens CLU	60	7	J
Gouda-Zoetermeer	50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning	7/25	13/27	N

Uit de berekeningen in de rapporten blijkt dat de bijdrage van Randstad 380kV Noordring groter is dan 20% van het beoordelingscriterium conform RLN00398. Daarom is rekening gehouden met de beïnvloeding van de bestaande hoogspanningsverbindingen:

- 380kV lijn Krimpen-Bleiswijk
- 150kV kabel Bleiswijk-Zoetermeer

Tabel 3 geeft de toekomstige situatie met Randstad 380kV Noordring en de bestaande hoogspanningsverbindingen. Hieruit blijkt dat bij spoorlijn Gouda-Zoetermeer niet wordt voldaan aan de gestelde eis. Om de bijdrage van de Randstad 380kV Noordring nader in beeld te brengen, zijn de optredende spanningen zowel in de huidige situatie (zonder Randstad 380kV Noordring) als de toekomstige situatie berekend en getoetst. De resultaten zijn in tabel 4 opgenomen.



Tabel 4, 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning van spoorlijn Gouda-Zoetermeer

Belastingssituatie	Maximaal toelaatbare spanning Beschikbaarheid/veiligheid [V]	Maximaal optredende spanning [V]		Voldoet [J/N]
		Huidig	Toekomstig	
Normaal bedrijf	7/25	14/28	12/24	N
Onderhoud in R380kV Noordring	7/25	-	11/22	N
10% asymmetrie in R380kV Noordring	7/25	-	11/23	N
10% asymmetrie bij onderhoud in R380kV Noordring	7/25	-	13/27	N

Uit de tabel blijkt dat de bestaande verbindingen verantwoordelijk zijn voor de overschrijding van de maximaal toelaatbare waarden. Met de bijdrage van Randstad 380kV Noordring worden de optredende spanningen lager dan de spanningen in de huidige situatie.

Vervolgstappen

- a. In overleg met ProRail vaststellen over hoe om te gaan met de overschrijding in de huidige situatie.
- b. Keuze van uitgangspunten voor de 1-fase kortsluitstroom in de stations.
- c. Wanneer moet worden uitgegaan van 50kA, in overleg met ProRail de mogelijke oplossingsrichtingen verkennen. Eén van die richtingen kan zijn het aanbrengen van extra aardkabels die niet ingrijpen op de systemen van ProRail.
- d. Bijstellen van de rapporten aan de hand van de gewijzigde uitgangspunten en/of verwerking van de overeengekomen maatregelen.



Bijlage 9
TE121000-N21
Interferentie spoorlijnen door
Noordring

Notitie

Aan : Jan van Oostveen, Jeffrey Boode, René Koopal, Wenda van Dijk, Camiel Masselink, John Verduijn
Van : Marcel Janssen en Amar Mobder
Datum : 12 september 2014
Onze referentie : TE121000-N21

Betreft : Interferentie Randstad 380kV Noordring op spoorlijnen

Achtergrond

TenneT is voornemens om twee 380 kV hoogspanningsverbindingen te realiseren waarmee hoogspanningsstations in Beverwijk, Vijfhuizen en Bleiswijk met elkaar worden verbonden. Deze hoogspanningsverbindingen moeten worden gerealiseerd binnen het project “Randstad 380kV Noordring”.

Petersburg heeft in opdracht van TenneT de effecten van het project “Randstad 380kV Noordring” voor de elektromagnetische beïnvloeding van spoorlijnen onderzocht conform RLN00398. Uit dit eerste onderzoek (zie rapport TE121000-R08 AM versie 1.4, d.d. 11 juli 2014) is gebleken dat, op basis van worst case berekeningen en aannamen, ontoelaatbare beïnvloeding nog niet uitgesloten kan worden voor:

- Optredende spanningen op IB en IT bekabeling van spoorlijn Schiphol – Leiden tijdens een 1-fase kortsluitingen in de nieuwe hsp-lijn
- Optredende aanraakspanningen bij HSL-Zuid tijdens een kortsluiting in de nieuwe hsp-lijn
- Spanningen op de rijdraad van de spoorlijn Gouda - Zoetermeer als gevolg van beïnvloeding door bestaande hsp-verbindingen.

In overleg met dhr. Koopal van ProRail zijn enkele eerder gehanteerde uitgangspunten voor modellering van de spoorlijn aangepast (zie ook notitie TE121000-N20 d.d. 6 september 2014). De invloed van de nieuw te bouwen hoogspanningslijn op de spoorlijnen is met de aan de nieuwe uitgangspunten aangepaste berekeningsmodellen opnieuw beschouwd.

Deze notitie geeft een overzicht van de resultaten van de beschouwing van situaties van spoorlijnen in de nabijheid van de voorziene 380 kV hoogspanningsverbinding tussen Beverwijk en Vijfhuizen en Vijfhuizen en Bleiswijk. Resultaten van toetsingen van spoorlijnen waarop de aangepaste uitgangspunten geen effect hebben zijn eveneens in deze notitie opgenomen.

Overzicht aanpassingen in de modellering

Modellering hoogspanningsverbinding

De hoogspanningslijn is in eerste instantie gemodelleerd door in het model stroombronnen toe te passen en er is in de berekeningen rekening gehouden met de worst case kortsluitstroom onafhankelijk van de foutlocatie in de hoogspanningslijn. De ontwerpwaarde van de 1-fase kortsluitstroom in de TenneT hsp-stations bedraagt 50 kA. De maximale kortsluitstroom in een parallelloop is echter afhankelijk van de locatie van de kortsluiting in de hsp-lijn.

Eén van de optredende effecten tijdens een kortsluiting is dat de stromen in de overige fasen, bliksemraden en compensatiegeleiders veranderen, waardoor de beïnvloeding van de hoogspanningslijn op de omgeving verkleint

In de nieuwe berekeningen is rekening gehouden met deze effecten door in een separate kortsluitberekening waarin alle afzonderlijke masten zijn gemodelleerd, de maatgevende verdeling van stromen tijdens een kortsluiting te bepalen.

In de directe nabijheid van de locatie van een kortsluiting is sprake van een grotere reductie vanwege de grote retourstromen in de bliksemraden en compensatiegeleiders. Deze extra reductie van beïnvloeding speelt echter alleen een rol voor de hoogspanningslijn bij de eerste paar masten vanaf de locatie van de kortsluiting. In de berekeningsresultaten is dit effect niet meegenomen.

Modellering spoorlijn

In de modellering van de spoorlijn in de eerste rapportage was rekening gehouden met enkelzijdige aarding van kabels en bovenleiding en sectionering van de spoorstaven bij de ES-lassen. Bovendien was geen rekening gehouden met de aanwezige maatregelen in verband met elektrische beïnvloeding door HSL op de spoorlijn Schiphol – Leiden. Naar aanleiding van het overleg met dhr. Koopal zijn de volgende zaken aangepast in de modellering van de spoorlijnen (alleen bij spoorlijnen met een 1500 V DC TES):

- De bovenleiding is bij ieder onderstation laagohmig verbonden met de spoorstaven (bij 1500 V DC TES)
- ES lassen zijn laagimpedant voor 50 Hz stromen; afsluitimpedanties van spoorstaven zijn hierdoor effectief
- Aanwezige condensatorbanken met aardingen zijn gemodelleerd als laagohmige aardingen van de spoorstaven

Berekening/toetsing

In de eerder gerapporteerde rijdraad spanningen is de spanning van de rijdraad ten opzichte van verre aarde weergegeven. Deze spanning is veel groter dan de spanning tussen rijdraad en de spoorstaven. Op maandag 8 september is besproken dat voor de toetsing van de beschikbaarheid, de spanning tussen de rijdraad en de spoorstaven moet worden getoetst. Voor het toetsen van veiligheid wordt de spanning rijdraad – verre aarde getoetst. In de berekeningen in deze notitie is het maximale spanningsverschil tussen de rijdraad en de spoorstaven gegeven (spoorstaven en rijdraad op dezelfde locatie in het spoor).

RLN00398 geeft aan dat rekening moet worden met asymmetrische stromen van 10%. De berekeningen van normale bedrijfsvoering zijn uitgevoerd door stroombronnen te modelleren in de hoogspanningsverbindingen. Bij de twee-circuit verbindingen is steeds de amplitude van één van de fasen 10% groter gekozen, totdat de resultaten van alle fasen met verhoogde amplitude bekend is. In situaties waar meerdere hoogspanningsverbindingen van belang zijn, wordt eerst vastgesteld met welke fase met 10% grotere amplitude, de hoogste beïnvloeding op de spoorlijn ontstaat. Vervolgens wordt in de andere hoogspanningsverbinding iedere fase gevarieerd totdat de hoogst optredende beïnvloeding op de spoorlijn wordt gevonden.

Conform RLN00398 moeten de effecten van overige beïnvloedingsbronnen op de spoorlijn in samenhang met de nieuwe hoogspanningsverbinding mede worden beschouwd indien de beïnvloeding van de nieuwe hoogspanningsverbinding zonder de beïnvloeding van overige verbindingen meer dan 20% van de toetswaarde bedraagt.

In het overleg op 8 september 2014 is afgesproken dat voor de situatie bij de spoorlijn Gouda – Zoetermeer de invloed van de bestaande 380 kV hoogspanningsverbinding Krimpen – Bleiswijk mede wordt beschouwd door de beïnvloeding van de volgende situaties te berekenen:

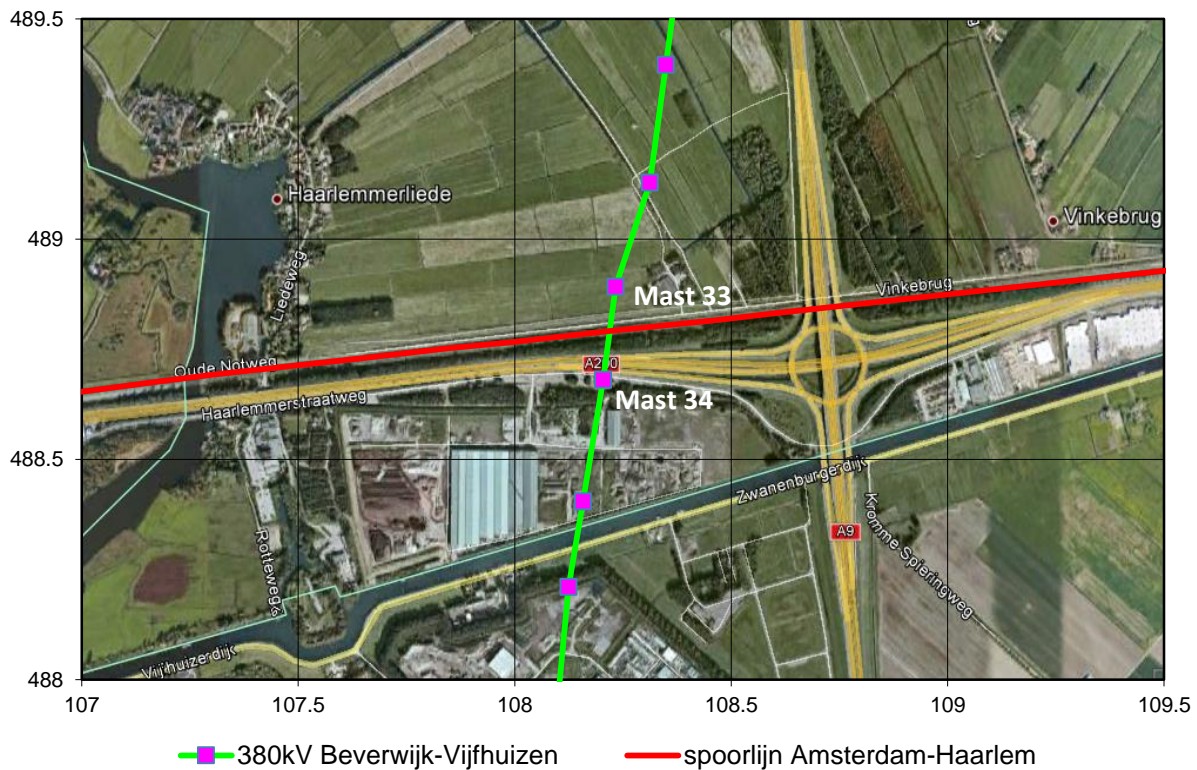
- 0% asymmetrische stromen in Krimpen – Bleiswijk, de verbinding Vijfhuizen – Bleiswijk is niet in het model opgenomen
- 10% asymmetrische stromen in Krimpen – Bleiswijk, de verbinding Vijfhuizen – Bleiswijk is niet in het model opgenomen
- 0% asymmetrische stromen in Vijfhuizen – Bleiswijk, de verbinding Krimpen – Bleiswijk is niet in het model opgenomen
- 10% asymmetrische stromen in Vijfhuizen – Bleiswijk, de verbinding Krimpen – Bleiswijk is niet in het model opgenomen
- 0% asymmetrische stromen in Vijfhuizen – Bleiswijk en Krimpen – Bleiswijk.
- 10% asymmetrische stromen in Vijfhuizen – Bleiswijk en Krimpen – Bleiswijk.

Deze notitie geeft alleen de worst case optredende spanningen weer, uitgaande van een spoorstaaf afleidingsweerstand van 100 Ω .km.

Effect van Randstad 380kV Noordring voor spoorlijn Amsterdam - Haarlem

Gebied en tracés

De spoorlijn Amsterdam - Haarlem ligt in het veld tussen mast 33 en mast 34 van de 380kV lijn Beverwijk - Vijfhuizen. Een overzicht van de tracés is in afbeelding 1 opgenomen.



Afbeelding 1, Overzicht met 380kV Beverwijk - Vijfhuizen en spoorlijn Amsterdam - Haarlem

Gegevens spoorlijn

Voor de spoorlijn Amsterdam - Haarlem is rekening gehouden met de volgende uitgangspunten.

- Vanaf km11.725 tot km13.150 ligt de spoorlijn binnen het beïnvloedingsgebied van de 380kV Beverwijk - Vijfhuizen.
- ES - lassen zijn toegepast op km11.565, km12.085, km12.150 en km13.076.
- Dichtstbijzijnde onderstation ligt op km9.586.

Toetsing conform RLN00398

- 1) *De hoogspanningslijn dient de spoorbaan haaks te kruisen met een hoek Ψ , waarbij $80 \leq \Psi \leq 100$ graden.*

De hoogspanningslijn kruist de spoorbaan onder een hoek van 77 graden. De optredende inductieve beïnvloeding moet in detail berekend en getoetst worden.

- 2) *De minimale afstand (clearance) van de hoogspanningslijn tot de bovenleiding dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1:2001 en NEN-EN 50341-3:2001.*

Bij het ontwerp van de 380kV Beverwijk - Vijfhuizen verbinding is getoetst of aan deze eis is voldaan. Uit de lengteprofieltekening conform opgave van TenneT blijken onderstaande minimale afstanden:

- de afstand tussen BS en de onderste fasegeleider is circa 18 m
- de afstand tussen BS en de retourstroomgeleider is 12 m

Hiermee wordt voldaan aan de minimale vereiste afstanden van 13,3 m voor de fasegeleider en 10,3 m voor de retourstroomgeleider.

- 3) *De hoogspanningslijn dient in het kruisende veld met de spoorbaan dubbelzijdig afgespannen te zijn, in verband met kans op breuk.*

Masten 33 en 34 zijn hoekmasten van het type W2H350. Met deze masten wordt voldaan aan deze eis.

- 4) *Een eerste orde lijnfout dient binnen max. 100ms afgeschakeld te zijn.*

Volgens opgave van TenneT wordt binnen 0,1 seconde afgeschakeld. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 5) *Niet kruisende hoogspanningslijnen;*

- a. *Niet kruisende hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van –horizontaal gemeten- 700 m uit het hart van de buitenste spoorbaan;*
- b. *In afwijking van punt 5a geldt een afstand van 11 m bij geëlektrificeerde sporen met een tractiespanning van 25kV, 50Hz;*

Aan deze eis wordt niet voldaan, de hoogspanningslijn ligt binnen een afstand kleiner dan 700 m. De optredende inductieve beïnvloeding moet in detail berekend en getoetst worden.

- 6) *De blootstelling van de mens conform NEN EN 50341-3:2001, mag niet meer bedragen dan 100 μ T op 1 m boven BS.*

Om te toetsen of aan de eis wordt voldaan wordt de maximaal optredende magnetische veldsterkte op 1 m boven BS berekend.

- 7) *Hoogspanningsmasten mogen niet worden geplaatst binnen een afstand van ten minste 31m uit het hart van het buitenste spoor (20+11).*

Mast 33 ligt op afstand van 100 m uit het hart van het buitenste spoor en mast 34 ligt op afstand van 110 m uit het hart van het buitenste spoor. Hiermee wordt aan deze eis voldaan.

- 8) *Hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van -horizontaal gemeten- 20 m vanaf de dichtst bij zijnde gevel van een technische ruimte.*

Ter hoogte van de kruising staan geen technische ruimtes, aan deze eis wordt voldaan.

Berekeningen en toetsing

Uit de initiële toetsing conform RLN00398 blijkt dat een locatie specifieke studie moet worden uitgevoerd. Onderstaand zijn de resultaten van de aanvullende beïnvloedingsberekeningen opgenomen. Hierbij is rekening gehouden met de uitgangspunten

ten behoeve van modellering conform de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 6. De berekende beïnvloedingen zijn getoetst aan de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 7 Beoordelingscriteria.

CM railinfra spoorstroomlopen (B1)

In deze spoorlijn zijn zowel enkel- als dubbelbenige spoorstroomlopen toegepast. De maximale optredende spanningen en stromen op de spoorstroomlopen, type 'enkelbenig', zijn bepalend. De optredende spanningen zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De toetsing bij continue verschijnselen is in tabel 1 opgenomen. Gezien de afschakeltijd van 100ms bij kortsluiting in de hoogspanningslijn hoeven conform RLN00398, kortsluitverschijnselen niet te worden beoordeeld.

Tabel 1, CM spanningen

Belastingssituatie	Maximaal toelaatbaar spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	65	0,4	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	65	0,7	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 1 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

CM railinfra baanvakken (B2)

Deze toetsing is van toepassing voor baanvakken met alleen dubbelbenige spoorstroomlopen. Omdat er ook enkelbenige spoorstroomlopen zijn toegepast is deze toetsing niet van toepassing.

CM spanning aders railinfra apparatuur (B3)

De maximale optredende spanningen op aders railinfra apparatuur, één zijde geaard, zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende spanningen zijn in tabel 2 opgenomen.

Tabel 2, CM spanning aders railinfra apparatuur

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	150	0,7	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	150	1,3	J
Één fasekortsluiting	650	122	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 2 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

Psfofometrische stoorspanning op modemverbindingen (B4)

Deze toetsing is relevant als de hoogspanningsverbinding aansluit op een HVDC verbinding of er een grootverbruiker met veel vermogenslektronica is. De te beschouwen hoogspanningsverbinding is een normale verbinding tussen twee hoogspanningsstations. Voor deze verbinding is deze eis nooit maatgevend conform RLN00398. Hierdoor is deze toetsing buiten beschouwing gelaten.

50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning (B5)

De maximale optredende 50 Hz spanningscomponent in het 1500 VDC tractievoedingssysteem, één zijde geaard, is berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende 50 Hz spanningscomponent is in tabel 3 opgenomen.

Tabel 3, 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning

Belastingssituatie	Beschikbaarheid/Veiligheid		Voldoet [J/N]
	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende Spanning [V]	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	7/25	nihil/0,4	J/J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	7/25	nihil/0,7	J/J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 3 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven (B6)

De maximale optredende aanraakspanningen, met vier opeenvolgende defecte paalspoorstaafverbindingen en één zijde geaard kabelmantel, zijn maatgevend. Deze zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende maximale aanraakspanningen zijn in tabel 4 opgenomen.

Tabel 4, Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]		Voldoet [J/N]
		kabelmantel	spoorstaaf	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	60	0,7	0,4	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	60	1,3	0,7	J
Één fasekortsluiting	785	122	63	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 4 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

Elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (B7)

De immuniteit van de apparatuur voor magnetische velden bedraagt 100 A/m conform NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5. Conform RLN00398 dient de maximale Power Frequency Magnetic Field een factor 10 lager te zijn dan de immuniteitswaarden uit genoemde normen.

De maximale magnetische veldsterkte treedt op tijdens onderhoud bij een asymmetrie van 10%. Op een hoogte van 1 meter bedraagt deze magnetische veldsterkte maximaal 9,5 A/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10 A/m) voor magnetische veldsterkte conform RLN00398.

Elektrische velden (B8)

De elektrische veldsterkte op een hoogte van 13,8 bedraagt 5kV/m, conform opgave TenneT. Het hoogste punt van de spoorlijn ligt op 8,5m. Hierdoor zal het elektrisch veldsterkte op 9,5m (1m boven het hoogste punt van spoorlijn) hoogte kleiner zijn dan 5kV/m. Hiermee

wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10kV/m) voor elektrische veldsterkte conform RLN00398.

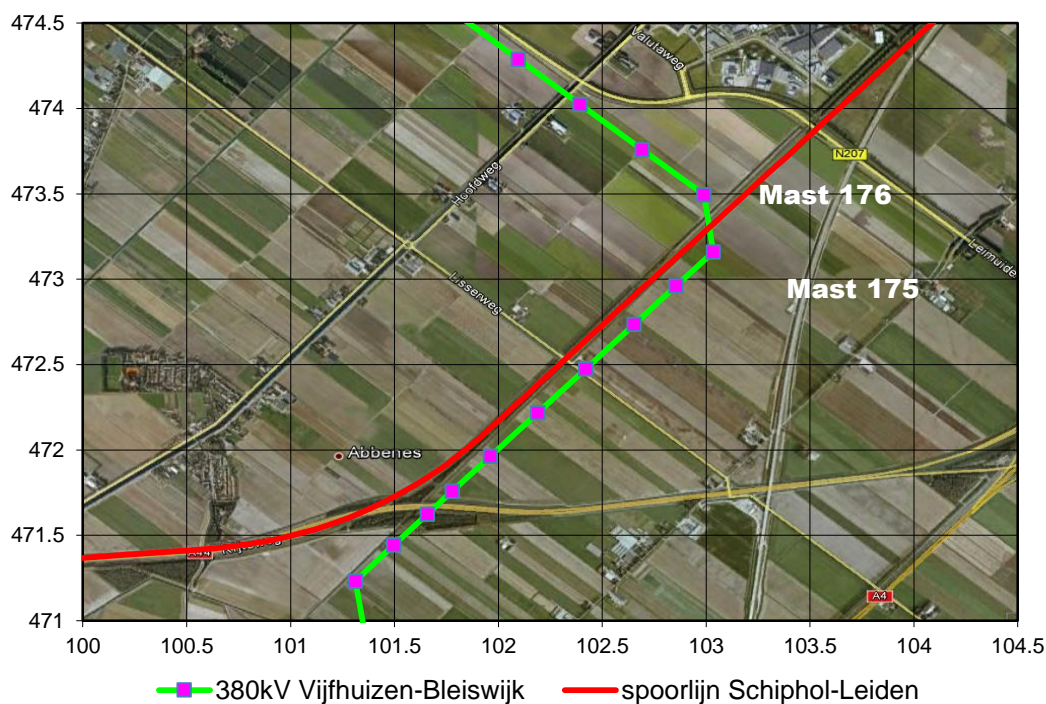
Blootstelling van mens aan magnetische velden (B9)

De maximale berekende magnetische veldsterkte op 1 meter boven BS bedraagt 13 μT . Hiermee wordt voldaan aan de eis voor blootstelling van personen aan magnetische velden (niet meer bedragen dan 100 μT) conform RLN00398.

Effect van Randstad 380kV Noordring voor spoorlijn Schiphol - Leiden

Gebied en tracés

De spoorlijn Schiphol - Leiden ligt in het veld tussen mast 176 en mast 175 van de 380kV lijn Vijfhuizen - Bleiswijk. De tracés zijn in afbeelding 2 opgenomen conform opgaven van ProRail en TenneT.



Afbeelding 2, Situatieschets met 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk en spoorlijn Schiphol – Leiden

Gegevens spoorlijn

Voor de spoorlijn Schiphol - Leiden is rekening gehouden met de volgende uitgangspunten conform ProRail opgave.

- Vanaf km25.470 tot km29.432 ligt de spoorlijn binnen het beïnvloedingsgebied van de 380kV Beverwijk - Vijfhuizen.
- ES-lassen zijn toegepast op km25.430, km25.565, km25.865, km26.150, km26.545, km26.940, km27.290, km27.360, km27.910, km28.445, km28.770, km29.080, km29.675 en km29.900.
- Dichtstbijzijnde onderstations liggen op km24.700 en km30.850.
- De spoorstaven zijn via condensatorbanken geaard bij km24.700 en km30.850 met een aarding van 0,25 Ω .

Toetsing conform RLN00398

- 1) *De hoogspanningslijn dient de spoorbaan haaks te kruisen met een hoek Ψ , waarbij $80 \leq \Psi \leq 100$ graden.*

De hoogspanningslijn kruist de spoorbaan onder een hoek van 50 graden. De optredende inductieve beïnvloedingen moet in detail berekend en getoetst worden.

- 2) *De minimale afstand (clearance) van de hoogspanningslijn tot de bovenleiding dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1:2001 en NEN-EN 50341-3:2001.*

Bij het ontwerp van de 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk verbinding is getoetst of aan deze eis is voldaan. Uit de lengteprofieltekening van TenneT blijken de afstanden tussen BS (bovenkant spoorstaaf) en de geleiders:

- de afstand tussen BS en de onderste fasegeleider is circa 19 m
- de afstand tussen BS en de retourstroomgeleider is 12,3 m

Hiermee wordt voldaan aan de minimale vereiste afstanden van 13,3 m voor de fasegeleider en 10,3 m voor de retourstroomgeleider.

- 3) *De hoogspanningslijn dient in het kruisende veld met de spoorbaan dubbelzijdig afgespannen te zijn, in verband met kans op breuk.*

Mast 176 is een hoekmast van het type W2H400+5 en mast 175 is een hoekmast van het type W2H350+5. Met deze masten wordt voldaan aan deze eis.

- 4) *Een eerste orde lijnfout dient binnen max. 100ms afgeschakeld te zijn.*

Volgens opgave van TenneT wordt binnen 0,1 seconde afgeschakeld. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 5) *Niet kruisende hoogspanningslijnen;*

- a. *Niet kruisende hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van –horizontaal gemeten- 700 m uit het hart van de buitenste spoorbaan;*
- b. *In afwijking van punt 5a geldt een afstand van 11 m bij geëlektrificeerde sporen met een tractiespanning van 25kV, 50Hz;*

Aan deze eis wordt niet voldaan, de hoogspanningslijn ligt binnen een afstand kleiner dan 700 m. De optredende inductieve beïnvloeding moet in detail berekend en getoetst worden.

- 6) *De blootstelling van de mens conform NEN EN 50341-3:2001, mag niet meer bedragen dan 100 μ T op 1 m boven BS.*

Om te toetsen of aan de eis wordt voldaan wordt de maximaal optredende magnetische veldsterkte op 1 m boven BS berekend.

- 7) *Hoogspanningsmasten mogen niet worden geplaatst binnen een afstand van ten minste 31m uit het hart van het buitenste spoor (20+11).*

De dichtstbijzijnde mast ligt op een afstand van 110m uit het hart van het buitenste spoor. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 8) *Hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van -horizontaal gemeten- 20 m vanaf de dichtst bij zijnde gevel van een technische ruimte.*

Er zijn geen technische ruimtes aanwezig in het betreffende tracé, aan deze eis wordt voldaan.

Berekeningen en toetsing

Uit de initiële toetsing volgens RLN00398 blijkt dat een locatiespecifieke studie moet worden uitgevoerd. Onderstaand zijn de resultaten van de aanvullende beïnvloedingsberekeningen opgenomen. Er is rekening gehouden met de uitgangspunten ten behoeve van modellering conform de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 6. De berekende beïnvloedingen zijn getoetst aan de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 7 Beoordelingscriteria.

CM railinfra spoorstroomlopen (B1)

Deze toetsing is van toepassing voor baanvakken waar enkelbenige spoorstroomlopen worden toegepast. In deze baanvak worden alleen dubbelbenige spoorstroomlopen toegepast, hierdoor is deze toetsing niet van toepassing.

CM railinfra baanvakken (B2)

In deze spoorlijn zijn alleen dubbelbenige spoorstroomlopen toegepast. De optredende spanningen zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De toetsing bij continue verschijnselen is in tabel 5 opgenomen. Gezien de afschakeltijd van 100ms bij kortsluiting in de hoogspanningslijn hoeven conform RLN00398, kortsluitverschijnselen niet te worden beoordeeld.

Tabel 5, CM spanningen

Belastingssituatie	Maximaal toelaatbaar spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	65	3	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	65	6	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 5 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

CM spanning aders railinfra apparatuur (B3)

De maximale optredende spanningen op aders railinfra apparatuur, één zijde geaard, zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende spanningen zijn in tabel 6 opgenomen.

Tabel 6, CM spanning anders railinfra apparatuur

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	150	6	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	150	11	J
Één fasekortsluiting	650	524	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 6 voldoet de maximale berekende spanning aan de gestelde eisen conform RLN00398.

Psofometrische stoorspanning op modemverbindingen (B4)

Deze toetsing is relevant als de hoogspanningsverbinding aansluit op een HVDC verbinding of er een grootverbruiker met veel vermogenslektronica is.

De te beschouwen hoogspanningsverbinding is een normale verbinding tussen twee hoogspanningsstations. Voor deze verbinding is deze eis nooit maatgevend conform RLN00398. Hierdoor is deze toetsing buiten beschouwing gelaten.

50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning (B5)

De maximale optredende 50 Hz spanningscomponent in het 1500 VDC tractievoedingssysteem, is berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende 50 Hz spanningscomponent is in tabel 7 opgenomen.

Tabel 7, 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning

Belastingssituatie	Beschikbaarheid/veiligheid		Voldoet [J/N]
	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende Spanning [V]	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	7/25	0,2/3	J/J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	7/25	0,2/6	J/J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 7 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven (B6)

De maximale optredende aanraakspanningen, met één zijde geaard kabelmantel, zijn maatgevend. Deze zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende maximale aanraakspanningen zijn in tabel 8 opgenomen.

Tabel 8, Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]		Voldoet [J/N]
		kabelmantel	spoorstaaf	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	60	6	3	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	60	11	6	J
Één fasekortsluiting	785	520	290	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 8 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

Elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (B7)

De immuniteit van de apparatuur voor magnetische velden bedraagt 100 A/m conform NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5. Conform RLN00398 dient de maximale Power Frequency Magnetic Field een factor 10 lager te zijn dan de immuniteitswaarden uit genoemde normen.

De maximale magnetische veldsterkte treedt op tijdens onderhoud bij een asymmetrie van 10%. Op een hoogte van 1 meter bedraagt deze magnetische veldsterkte maximaal 9 A/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10 A/m) voor magnetische veldsterkte conform RLN00398.

Elektrische velden (B8)

De elektrische veldsterkte op een hoogte van 13,5 bedraagt 5kV/m, conform opgave TenneT. Het hoogste punt van de spoorlijn ligt op 8,5m. Hierdoor zal het elektrische veldsterkte op 9,5m (1m boven het hoogste punt van spoorlijn) hoogte kleiner zijn dan 5kV/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10kV/m) voor elektrische veldsterkte conform RLN00398.

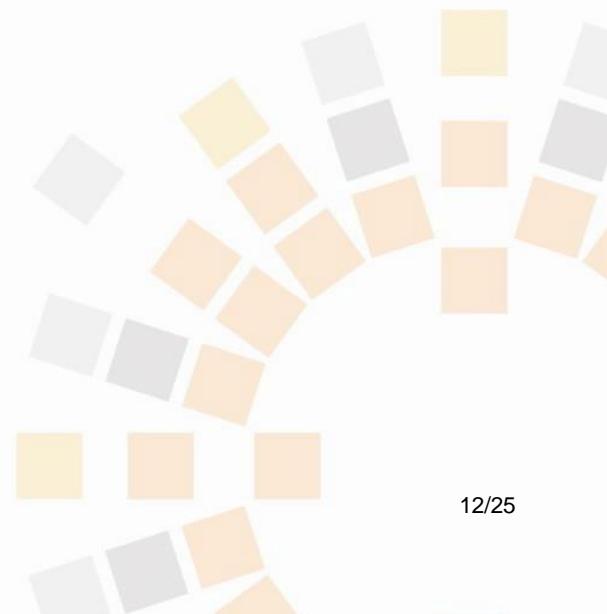
Blootstelling van mens aan magnetische velden (B9)

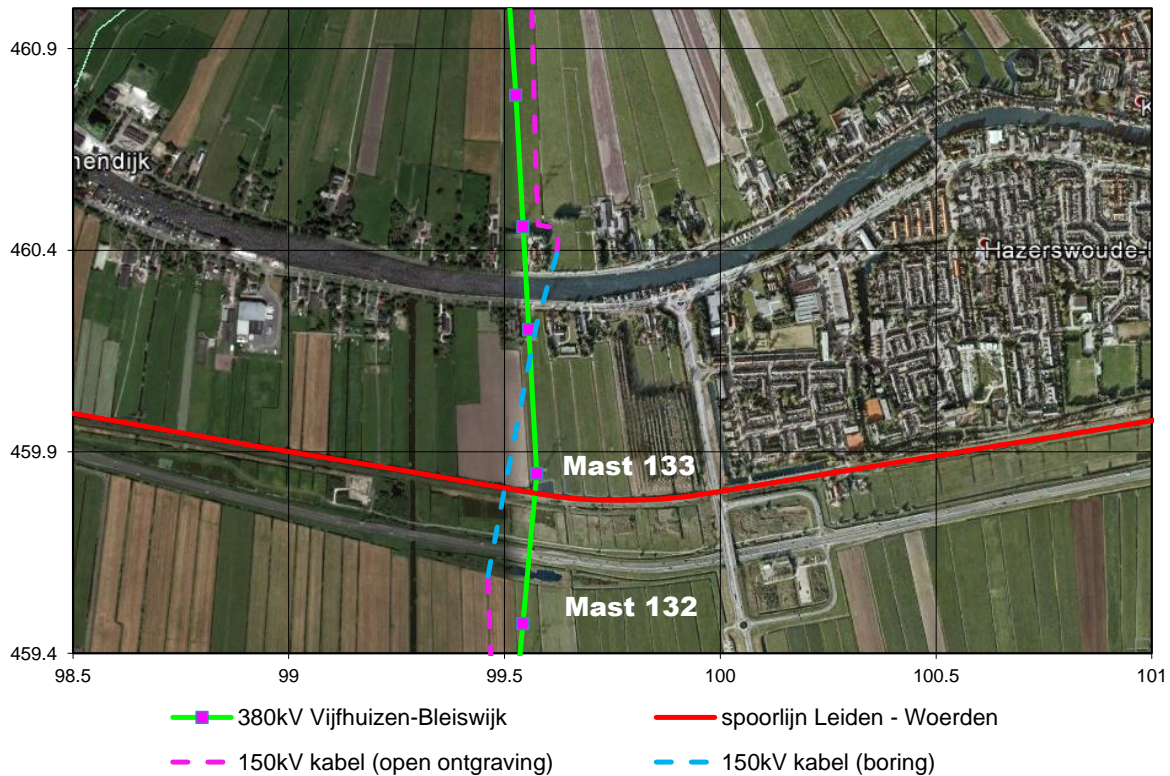
De maximale berekende magnetische veldsterkte op 1 meter boven BS bedraagt 12 μT . Hiermee wordt voldaan aan de eis voor blootstelling van personen aan magnetische velden (niet meer bedragen dan 100 μT) conform RLN00398.

Effect van Randstad 380kV Noordring voor spoorlijn Leiden - Woerden

Gebied en tracés

De spoorlijn Leiden - Woerden ligt in het veld tussen mast 133 en mast 132 van de 380kV lijn Vijfhuizen - Bleiswijk. De 150kV kabel Zoetermeer - Leiden bij de spoorlijn wordt in een boring uitgevoerd. Een overzicht van de tracés is in afbeelding 3 opgenomen.





Afbeelding 3, Situatieschets met 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk en spoorlijn Leiden - Woerden

Gegevens spoorlijn

Voor de spoorlijn Leiden - Woerden is rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

- Vanaf km22.450 tot km23.830 ligt de spoorlijn binnen het beïnvloedingsgebied van de 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk.
- ES-lassen zijn toegepast op km22.417, km22.726, km23.120 en km23.600.
- Dichtstbijzijnde onderstation ligt op km22.340.

Toetsing conform RLN00398

Eisen aan hoogspanningslijnen

- 1) *De hoogspanningslijn dient de spoorbaan haaks te kruisen met een hoek Ψ , waarbij $80 \leq \Psi \leq 100$ graden.*

De hoogspanningslijn kruist de spoorbaan onder een hoek van 85 graden. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 2) *De minimale afstand (clearance) van de hoogspanningslijn tot de bovenleiding dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1:2001 en NEN-EN 50341-3:2001.*

Bij het ontwerp van de 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk verbinding is getoetst of aan deze eis is voldaan. Uit de lengteprofieltekening van TenneT blijken de afstanden tussen BS (bovenkant spoorstaaf) en de geleiders:

- de afstand tussen BS en de onderste fasegeleider is circa 29 m
- in het kruisende veld worden geen retourstroomgeleider toegepast

Hiermee wordt voldaan aan de minimale vereiste afstanden van 13,3 m voor de fasegeleider.

- 3) *De hoogspanningslijn dient in het kruisende veld met de spoorbaan dubbelzijdig afgespannen te zijn, in verband met kans op breuk.*

Mast 133 is een hoekmast van het type W2H400A+10 en mast 132 is een hoekmast van het type W2H400+5. Met deze masten wordt voldaan aan de eis.

- 4) *Een eerste orde lijnfout dient binnen max. 100ms afgeschakeld te zijn.*

Volgens opgave van TenneT wordt binnen 0,1 seconde afgeschakeld. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 5) *Niet kruisende hoogspanningslijnen;*
a. *Niet kruisende hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van –horizontaal gemeten- 700 m uit het hart van de buitenste spoorbaan;*
b. *In afwijking van punt 5a geldt een afstand van 11 m bij geëlektrificeerde sporen met een tractiespanning van 25kV, 50Hz;*

Deze eis is niet van toepassing, de 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk kruist de spoorbaan.

- 6) *De blootstelling van de mens conform NEN EN 50341-3:2001, mag niet meer bedragen dan 100 μ T op 1 m boven BS.*

Om te toetsen of aan de eis wordt voldaan wordt de maximaal optredende magnetische veldsterkte op 1 m boven BS berekend.

- 7) *Hoogspanningsmasten mogen niet worden geplaatst binnen een afstand van ten minste 31m uit het hart van het buitenste spoor (20+11).*

De dichtstbijzijnde mast ligt op een afstand van 50m uit het hart van het buitenste spoor. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 8) *Hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van -horizontaal gemeten- 20 m vanaf de dichtst bij zijnde gevel van een technische ruimtes.*

Er zijn geen technische ruimtes aanwezig in het betreffende tracé, aan deze eis wordt voldaan.

Eisen aan hoogspanningskabels

- 1) *De hoogspanningskabel dient de spoorbaan haaks te kruisen met een hoek Ψ , waarbij $80 \leq \Psi \leq 100$ graden.*

De hoogspanningskabel kruist de spoorbaan onder een hoek van 90 graden. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 2) *Een eerste orde kabelfout dient binnen maximaal 100ms afgeschakeld te zijn.*

Volgens opgave van TenneT wordt binnen 0,1 seconde afgeschakeld. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 3) *Niet kruisende hoogspanningskabels met een nominale spanning van $\geq 35kV$;*
 - a. *Niet kruisende hoogspanningskabels met een nominale spanning van $\geq 35kV$ mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van 700m vanaf het hart van het buitenste spoor;*
 - b. *In afwijking van punt 3a geldt een afstand van 11m bij geëlektrificeerde sporen met een tractiespanning van 25kV, 50Hz;*

Deze eis is niet van toepassing, de 150kV kabel Zoetermeer – Leiden kruist de spoorbaan.

- 4) *Niet kruisende drie-aderige hoogspanningskabels met een nominale spanning $<35kV$ mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van 11m vanaf het hart buitenste spoor.*

Deze eis is niet van toepassing, het betreft een 150kV kabelverbinding.

- 5) *Niet kruisende enkelfasige hoogspanningskabels in driehoek ligging met een nominale spanning van $<35kV$ mogen niet aanwezig zijn in het gebied binnen een afstand van 11m vanaf het hart buitenste spoor.*

Deze eis is niet van toepassing, de 150kV kabel Zoetermeer – Leiden kruist de spoorbaan.

- 6) *Hoogspanningskabels mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van 20m gemeten vanaf het dichtst bij zijnde gevel van een technische ruimte.*

Er zijn geen technische ruimtes aanwezig het in betreffende tracé, aan deze eis wordt voldaan.

- 7) *Kabels dienen in een elektrisch geïsoleerde buis onder het spoor doorgevoerd te worden.*

De 150kV kabel Zoetermeer – Leiden wordt middels een boring in een elektrisch geïsoleerde buis onder het spoor doorgevoerd. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 8) *Binnen een afstand van ten minste 31m uit het hart buitenste spoor (20+11) mogen zich geen aardpunten of moffen bevinden.*

De minimale afstand tussen de in- en uitreden punten van de boring en het hart van de buitenste spoor is 220 meter. Binnen deze afstand zijn geen aarding of moffen aanwezig. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

Berekeningen en toetsing

Uit de initiële toetsing volgens RLN00398 blijkt dat een locatiespecifieke studie moet worden uitgevoerd. Onderstaand zijn de resultaten van de aanvullende beïnvloedingsberekeningen opgenomen. Er is rekening gehouden met de uitgangspunten ten behoeve van modellering

conform de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 6. De berekende beïnvloedingen zijn getoetst aan de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 7 Beoordelingscriteria.

Elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (B7)

De immuniteit van de apparatuur voor magnetische velden bedraagt 100 A/m conform NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5. Conform RLN00398 dient de maximale Power Frequency Magnetic Field een factor 10 lager te zijn dan de immuniteitswaarden uit genoemde normen.

De maximale magnetische veldsterkte treedt op tijdens onderhoud bij een asymmetrie van 10%. Op een hoogte van 1 meter bedraagt deze magnetische veldsterkte maximaal 4 A/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10 A/m) voor magnetische veldsterkte conform RLN00398.

Elektrische velden (B8)

De elektrische veldsterkte op een hoogte van 12,3m bedraagt 5kV/m, conform opgave TenneT. Het hoogste punt van de spoorlijn ligt op 8,5m. Hierdoor zal het elektrisch veldsterkte op 9,5m (1m boven het hoogste punt van spoorlijn) hoogte kleiner zijn dan 5kV/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10kV/m) voor elektrische veldsterkte conform RLN00398.

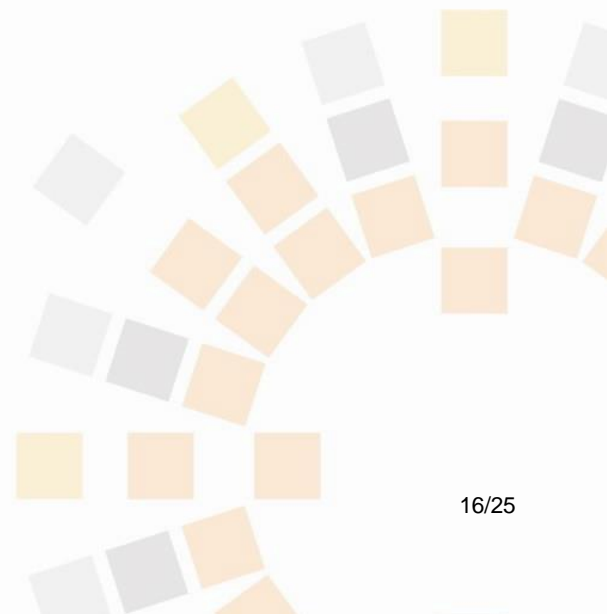
Blootstelling van mens aan magnetische velden (B9)

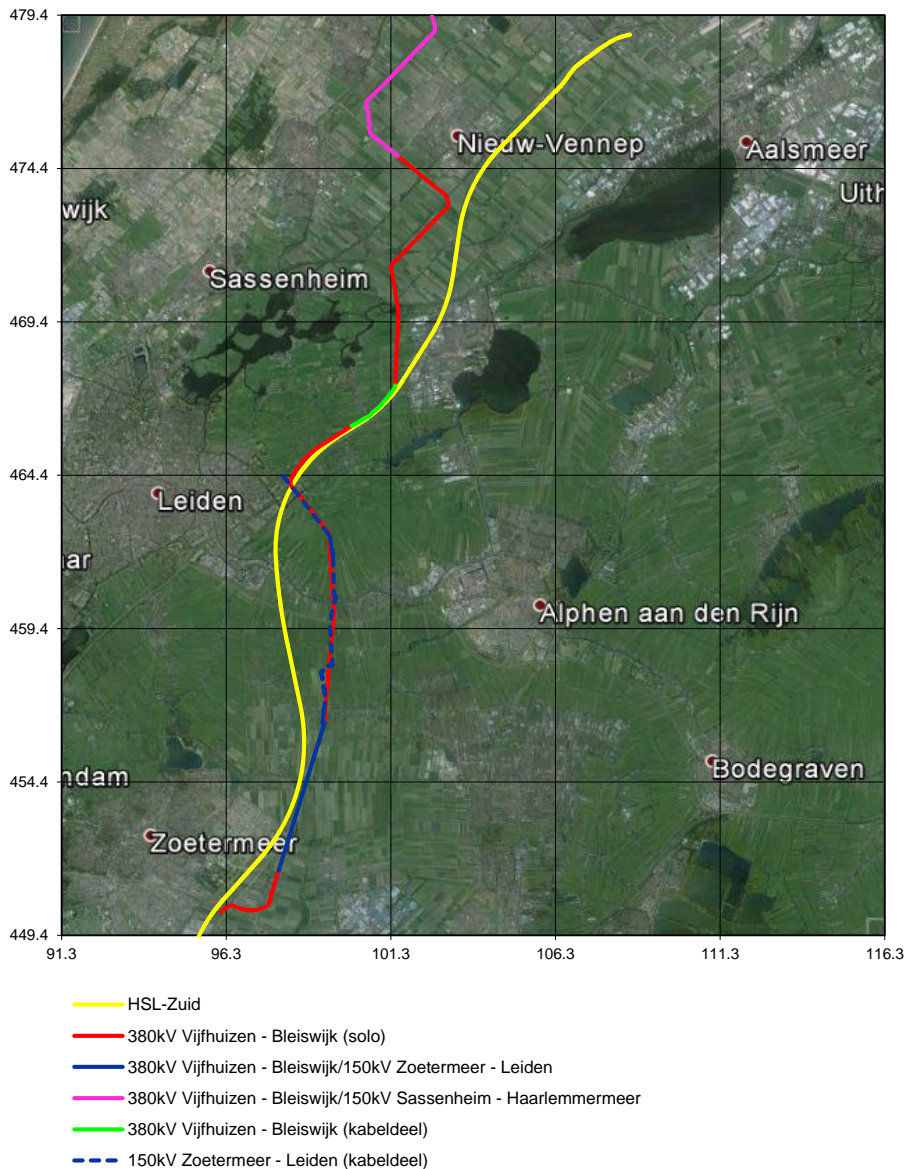
De maximale berekende magnetische veldsterkte op 1 meter boven BS bedraagt 5 μT . Hiermee wordt voldaan aan de eis voor blootstelling van personen aan magnetische velden (niet meer bedragen dan 100 μT) conform RLN00398.

Effect van Randstad 380kV Noordring voor HSL

Gebied en tracés

Er is zowel sprake van parallelloop van de hoogspanningsverbindingen Randstad 380kV Noordring als een kruising van een bovengronds deel van de hoogspanningsverbinding en de spoorlijn HSL-Zuid. De situatie is weergegeven in afbeelding 4.





Afbeelding 2, Situatieschets met Randstad 380kV Noordring en HSL

Gegevens spoorlijn

HSL heeft een 25 kV TES. In het gebied nabij de nieuwe hoogspanningsverbinding ligt HSL gedeeltelijk in een tunnelbak.

De geometrie van het 25 kV tractiesysteem HSL-Zuid is opgegeven door Infrasppeed en de bovenleidingschema's van HSL-Zuid zijn door ProRail verstrekt.

Conform de opgave van Infrasppeed zijn de spoorstaven, geluidschermen en hekwerken gekoppeld aan een goed geaarde draagconstructie. Tijdens CLU (Complete Lijn Uitschakeling) wordt de bovenleiding geaard in onderstation TSS1 ZTM (km 115.295). De bovenleiding kan ook geaard worden met aardingsschakelaars die handmatig bediend kunnen worden bij de uiteinden van het tunnel Groene Hart (km 122.300 en km129.900). De aardverspreidingsweerstand in het onderstation en bij het tunnel is circa 1 Ω .

Toetsing EMC HSL

Omdat HSL is voorzien van een 25 kV TES, zijn de kabels in het spoorse gebied immuun voor 50 Hz stoorspanningen van externe bronnen buiten het spoorse gebied. RLN00398 gaat uit van toetsing van een spoorlijn met een 1500 VDC TES. EMC met HSL is getoetst door de als gevolg van inductieve beïnvloeding optredende spanningen in de eindsituatie onder de volgende omstandigheden te toetsen aan de eisen voor aanraakspanningen volgens NEN-EN 50122-1:

- Tijdens een CLU.
- Tijdens ingeschakeld aardingsysteem in de tunnel Groene Hart.

De maximale optredende spanningen op de bovenleiding als gevolg van inductieve beïnvloeding bij complete lijnuitschakeling (CLU) en bij het inschakelen van de aardingen van het tunnel Groene Hart zijn berekend en getoetst aan de gestelde eisen voor overbruggingsspanningen conform NEN-EN 50122-1. De resultaten van de berekende spanningen en de toetsing zijn in tabel 9 en tabel 10 opgenomen.

Tabel 9, Maximale spanningen tijdens een CLU

Belastingsituatie	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [Ja/Nee]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	60	4	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	60	14	J
Één fasekortsluiting	785	660	J

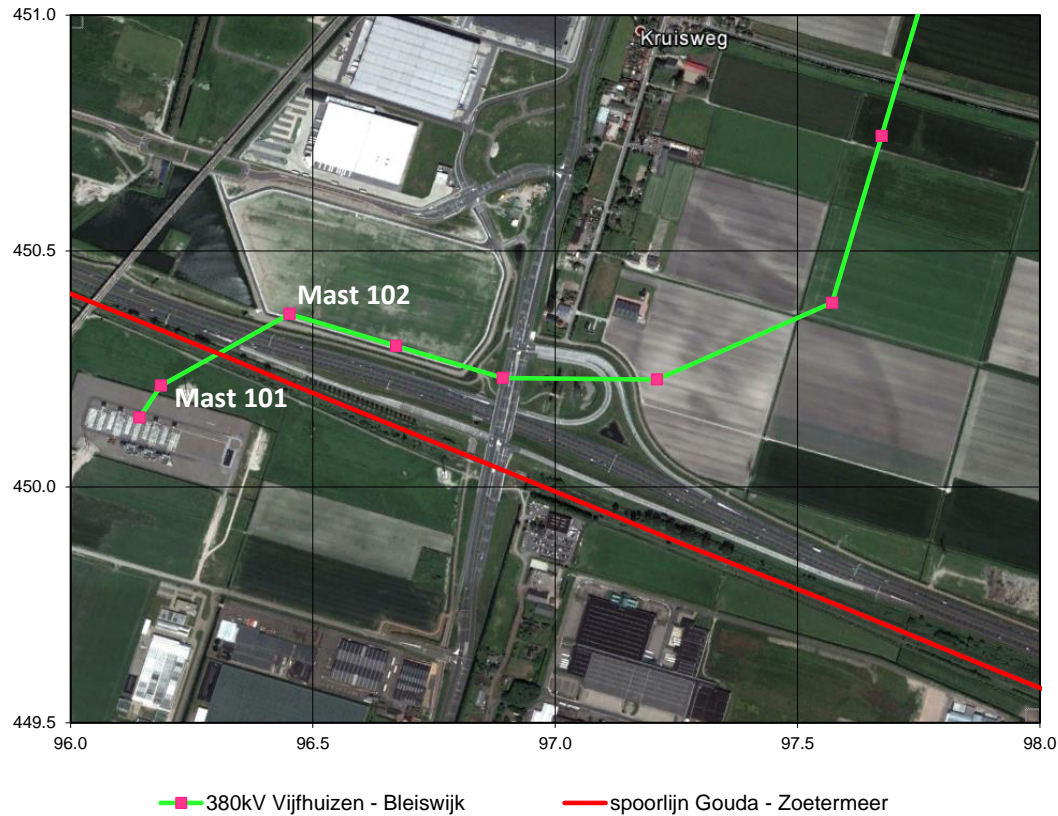
Tabel 10, Maximale spanningen bij ingeschakeld aardingsysteem tunnel Groene Hart

Belastingsituatie	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [Ja/Nee]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	60	5	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	60	17	J
Één fasekortsluiting	785	764	J

Effect van Randstad 380kV Noordring voor spoorlijn Zoetermeer - Gouda

Gebied en tracés

De spoorlijn Gouda – Zoetermeer ligt in het veld tussen mast 102 en mast 101 van de 380kV lijn Vijfhuizen - Bleiswijk. De tracés van de spoorlijn en hoogspanningsverbinding zijn in afbeelding 5 opgenomen.



Afbeelding 5, Situatieschets met 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk en spoorlijn Gouda – Zoetermeer

Gegevens spoorlijn

Voor de spoorlijn Gouda - Zoetermeer is rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

- Vanaf km10.320 tot km8.450 ligt de spoorlijn binnen het beïnvloedingsgebied van de 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk.
- ES-lassen zijn toegepast op km8.324, km9.262, km9.300, km10.208, km10.494 en km10.795.
- Dichtstbijzijnde onderstation ligt op km6.600

Toetsing conform RLN00398

- 1) *De hoogspanningslijn dient de spoorbaan haaks te kruisen met een hoek Ψ , waarbij $80 \leq \Psi \leq 100$ graden.*

Aan deze eis wordt niet voldaan, de hoogspanningslijn kruist de spoorbaan onder een hoek van 52 graden. De optredende inductieve beïnvloedingen moet in detail berekend en getoetst worden.

- 2) *De minimale afstand (clearance) van de hoogspanningslijn tot de bovenleiding dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1:2001 en NEN-EN 50341-3:2001.*

Bij het ontwerp van de 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk verbinding is getoetst of aan deze eis is voldaan. Uit de lengteprofieltekening van TenneT blijken de afstanden tussen BS (bovenkant spoorstaaf) en de geleiders:

- de afstand tussen BS en de onderste fasegeleider is circa 21 m
- de afstand tussen BS en de retourstroomgeleider is 14,4 m

Hiermee wordt voldaan aan de minimale vereiste afstanden van 13,3 m voor de fasegeleider en 10,3 m voor de retourstroomgeleider.

- 3) *De hoogspanningslijn dient in het kruisende veld met de spoorbaan dubbelzijdig afgespannen te zijn, in verband met kans op breuk.*

Mast 102 is een hoekmast van het type W2H400+10 en mast 101 is een hoekmast van het type W2E350+5. Met deze masten wordt voldaan aan deze eis.

- 4) *Een eerste orde lijnfout dient binnen max. 100ms afgeschakeld te zijn.*

Volgens opgave van TenneT wordt binnen 0,1 seconde afgeschakeld. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 5) *Niet kruisende hoogspanningslijnen;*

- c. *Niet kruisende hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van –horizontaal gemeten- 700 m uit het hart van de buitenste spoorbaan;*
- d. *In afwijking van punt 5a geldt een afstand van 11 m bij geëlektrificeerde sporen met een tractiespanning van 25kV, 50Hz;*

Aan deze eis wordt niet voldaan, de hoogspanningslijn ligt binnen een afstand kleiner dan 700 m. De optredende inductieve beïnvloeding moet in detail berekend en getoetst worden.

- 6) *De blootstelling van de mens conform NEN EN 50341-3:2001, mag niet meer bedragen dan 100 μ T op 1 m boven BS.*

Om te toetsen of aan de eis wordt voldaan wordt de maximaal optredende magnetische veldsterkte op 1 m boven BS berekend.

- 7) *Hoogspanningsmasten mogen niet worden geplaatst binnen een afstand van ten minste 31m uit het hart van het buitenste spoor (20+11).*

De dichtstbijzijnde mast ligt op een afstand van 140m uit het hart van het buitenste spoor. Hiermee wordt voldaan aan deze eis.

- 8) *Hoogspanningslijnen mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van -horizontaal gemeten- 20 m vanaf de dichtst bij zijnde gevel van een technische ruimte.*

Er zijn geen technische ruimtes aanwezig in het betreffende tracé, aan deze eis wordt voldaan.

Berekeningen en toetsing

Uit de initiële toetsing volgens RLN00398 blijkt dat een locatiespecifieke studie moet worden uitgevoerd. Onderstaand zijn de resultaten van de aanvullende beïnvloedingsberekeningen opgenomen.

Er is rekening gehouden met de uitgangspunten ten behoeve van modellering conform de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 6. De berekende beïnvloedingen zijn getoetst aan de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 7 Beoordelingscriteria.

In het overleg d.d. 8 september 2014 is afgesproken dat in de berekeningen rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van de 380 kV hoogspanningslijn Krimpen – Bleiswijk. De bijdrage van de 150 kV kabelverbinding Bleiswijk – Zoetermeer is tijdens normale bedrijfsomstandigheden zeer klein en om deze reden in de berekeningen in deze notitie niet nader beschouwd.

De optredende spanningen zijn berekend voor de volgende situaties:

- Alleen de invloed van de 380kV verbinding Vijfhuizen-Bleiswijk (Krimpen – Bleiswijk is uit het model verwijderd)
- Alleen de invloed van de 380kV verbinding Krimpen-Bleiswijk (Vijfhuizen – Bleiswijk is uit het model verwijderd)
- De gelijktijdige invloed van de 380 kV verbindingen Vijfhuizen-Bleiswijk en Krimpen-Bleiswijk

CM railinfra spoorstroomlopen (B1)

In deze spoorlijn zijn zowel enkel- als dubbelbenige spoorstroomlopen toegepast. De maximale optredende spanningen op de spoorstroomlopen, type 'enkelbenig', zijn bepalend. De optredende spanningen zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De toetsing bij continue verschijnselen is in tabellen 11 t/m 13 opgenomen. Gezien de afschakeltijd van 100 ms bij kortsluiting in de hoogspanningslijn hoeven conform RLN00398, kortsluitverschijnselen niet te worden beoordeeld.

Tabel 11, CM spanningen door 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk

Belasting situatie	Maximaal toelaatbaar spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	65	2	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	65	3	J

Tabel 12, CM spanningen door 380kV Krimpen-Bleiswijk

Belastingssituatie	Maximaal toelaatbaar spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	65	19	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	65	30	J

Tabel 13, CM spanningen door 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk en 380kV Krimpen-Bleiswijk

Belastingssituatie	Maximaal toelaatbaar spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	65	19	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	65	30	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabellen 11 t/m 13 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

CM railinfra baanvakken (B2)

Deze toetsing is van toepassing voor baanvakken met alleen dubbelbenige spoorstroomlopen. Omdat er ook enkelbenige spoorstroomlopen zijn toegepast is deze toetsing niet van toepassing.

CM spanning aders railinfra apparatuur (B3)

De maximale optredende spanningen op aders railinfra apparatuur, één zijde geaard, zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende spanningen zijn in de tabellen 14 t/m 16 opgenomen. De optredende spanning tijdens 1-fase kortsluiting in de 380kV Krimpen-Bleiswijk is niet berekend, dit scenario valt buiten de scope van deze notitie.

Tabel 14, CM spanning aders railinfra apparatuur door 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	150	3	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	150	6	J
Één fasekortsluiting	650	511	J

Tabel 15, CM spanning aders railinfra apparatuur door 380kV Krimpen-Bleiswijk

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	150	35	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	150	56	J

Tabel 16, CM spanning aders railinfra apparatuur door beide 380kV verbindingen

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximaal optredende Spanning [V]	Voldoet [J/N]
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	150	33	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	150	56	J
Één fasekortsluiting in de 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk	650	415	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabellen 14 t/m 16 voldoet de maximale berekende spanning aan de gestelde eisen conform RLN00398.

Psofometrische stoorspanning op modemverbindingen (B4)

Deze toetsing is relevant als de hoogspanningsverbinding aansluit op een HVDC verbinding of er een grootverbruiker met veel vermogenslektronica is.

De te beschouwen hoogspanningsverbinding is een normale verbinding tussen twee hoogspanningsstations. Voor deze verbinding is deze eis nooit maatgevend conform RLN00398. Hierdoor is deze toetsing buiten beschouwing gelaten.

50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning (B5)

De maximale optredende 50 Hz spanningscomponent in het 1500 VDC tractievoedingssysteem, één zijde geaard, is berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende 50 Hz spanningscomponent is in tabellen 17 t/m 19 opgenomen.

Tabel 17, 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning door 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk

Belastingssituatie	Beschikbaarheid/Veiligheid		Voldoet [J/N]
	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende Spanning [V]	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	7/25	nihil/2	J/J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	7/25	nihil/3	J/J

Tabel 18, 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning door 380kV Krimpen-Bleiswijk

Belastingssituatie	Beschikbaarheid/Veiligheid		Voldoet [J/N]
	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende Spanning [V]	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	7/25	0,5/19	J/J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	7/25	0,7/30	J/N

Tabel 7, 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning door beide 380kV verbindingen

Belastingssituatie	Beschikbaarheid/Veiligheid		Voldoet [J/N]
	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende Spanning [V]	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	7/25	0,5/18	J/J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	7/25	0,7/30	J/N

Zoals blijkt uit de resultaten in tabellen 17 t/m 19 voldoen de maximale berekende spanningen niet aan de gestelde eisen conform RLN00398. Deze overschrijding is het gevolg van de beïnvloedingen van de bestaande 380kV Krimpen-Bleiswijk, de beïnvloeding van de nieuwe hoogspanningslijn bedraagt minder dan 20% van de toets waarde.

Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven (B6)

De maximale optredende aanraakspanningen, één zijde geaard kabelmantel, zijn maatgevend. Deze zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende maximale aanraakspanningen zijn in tabellen 20 t/m 22 opgenomen. De optredende spanning tijdens 1-fase kortsluiting in de 380kV Krimpen-Bleiswijk is niet berekend, dit scenario valt buiten de scope van deze notitie.

Tabel 20, Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven door 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]		Voldoet [J/N]
		kabelmantel	spoorstaaf	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	60	3	2	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	60	6	3	J
Één fasekortsluiting	785	511	292	J

Tabel 21, Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven door 380kV Krimpen-Bleiswijk

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]		Voldoet [J/N]
		kabelmantel	spoorstaaf	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	60	35	19	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	60	56	30	J

Tabel 22, Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven door beide 380kV verbindingen

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]		Voldoet [J/N]
		kabelmantel	spoorstaaf	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	60	33	19	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	60	56	30	J
Één fasekortsluiting 380kV Vijfhuizen-Bleiswijk	785	416	242	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabellen 20 t/m 22 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

Elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (B7)

De immuniteit van de apparatuur voor magnetische velden bedraagt 100A/m conform NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5. Conform RLN00398 dient de maximale Power Frequency Magnetic Field een factor 10 lager te zijn dan de immuniteitswaarden uit genoemde normen.

De maximale magnetische veldsterkte treedt op tijdens onderhoud bij een asymmetrie van 10%. Op een hoogte van 1 meter bedraagt deze magnetische veldsterkte maximaal 8A/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10A/m) voor magnetische veldsterkte conform RLN00398.

Elektrische velden (B8)

De elektrische veldsterkte op een hoogte van 14m bedraagt 5kV/m, conform opgave TenneT. Het hoogste punt van de spoorlijn ligt op 8,5m. Hierdoor zal het elektrisch veldsterkte op 9,5m (1m boven het hoogste punt van spoorlijn) hoogte kleiner zijn dan 5kV/m. Hiermee wordt voldaan aan de eis (niet groter zijn dan 10kV/m) voor elektrische veldsterkte conform RLN00398.

Blootstelling van mens aan magnetische velden (B9)

De maximale berekende magnetische veldsterkte op 1 meter boven BS bedraagt 11 μ T. Hiermee wordt voldaan aan de eis voor blootstelling van personen aan magnetische velden (niet meer bedragen dan 100 μ T) conform RLN00398.

Conclusie

In de nabijheid van het tracé van de nieuw te realiseren hoogspanningsverbindingen in het kader van het project Randstad 380 kV Noordring liggen spoorlijnen. Voor deze spoorlijnen moet rekening worden gehouden met mogelijke elektromagnetische beïnvloeding door de nieuwe hoogspanningsverbindingen.

Uit eerdere berekeningen op basis van worst case uitgangspunten blijkt dat voor enkele situaties met mogelijke overschrijdingen rekening gehouden moet worden. Naar aanleiding van deze initiële berekeningen zijn nieuwe berekeningen gemaakt waarbij diverse worst case uitgangspunten zijn vervangen door locatie specifieke gegevens.

Vooruitlopend op een volledige rapportage van de elektromagnetische beïnvloeding in de situatie met de nieuwe hoogspanningsverbindingen is de te verwachten beïnvloeding voor de meest ongunstige scenario's volgens RLN00398 berekend en getoetst.

Uit de berekeningen blijkt dat in verband met de aanleg van de hoogspanningsverbindingen in het project Randstad 380kV Noordring, geen aanvullende maatregelen getroffen hoeven worden in verband met elektromagnetische beïnvloeding. Voor de spoorlijn Gouda – Zoetermeer blijkt uit de uitgevoerde berekeningen echter ook dat rekening moet worden gehouden met mogelijke overschrijdingen door de bestaande 380 kV hoogspanningsverbinding Krimpen – Bleiswijk. Aanbevolen wordt om de beïnvloeding van deze hoogspanningsverbinding nader te onderzoeken.