

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Rijkswaterstaat
District Noord-Holland
T.a.v. dhr. E. Nijman
Postbus 3119
2001 DC HAARLEM

DATUM	11 december 2013
UW REFERENTIE	-
ONZE REFERENTIE	000.007.40 0194249
BEHANDELD DOOR	Wenda van Dijk
TELEFOON DIRECT	026 373 15 55
E-MAIL	wenda.van.dijk@tennet.eu
AANTAL BIJLAGEN	4

BETREFT Aanvraag Wbr vergunning - Tijdelijke hoogspanningsverbinding Velsen-Vijfhuizen t.b.v. Randstad
380kV Noordring

Geachte heer Nijman,

Hierbij ontvangt u een aanvraag om vergunning in het kader van artikel 2 lid 1 Wet bescherming rijkswaterstaatwerken voor een tijdelijke ondergrondse 150kV hoogspanningskabel, kruisend met de A9 te Velsen. Deze kabel zal worden aangelegd middels een gestuurde boring, als onderdeel van een tijdelijke 150kV hoogspanningsverbinding. Deze tijdelijke 150kV hoogspanningsverbinding Velsen-Vijfhuizen is nodig om ten tijde van de realisatie van de Noordring de stroomvoorziening in het gebied te garanderen.

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag is op grond van artikel 20c Elektriciteitswet j^o artikel 2 lid 1 onder a Uitvoeringsbesluit rijkscoördinatie-regeling energie-infrastructuurprojecten de rijkscoördinatie-regeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing (artikel 3.35). Hierbij is de Minister van Economische Zaken 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 rijkscoördinatie-regeling 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. Het ontwerpbesluit en later ook het besluit, stuurt u niet aan TenneT maar aan de minister van Economische Zaken.

De volgende bijlagen maken onderdeel uit van deze aanvraag:

0. Aanvraagformulier
1. Situatietekening met kadastrale aanduiding
2. Rapport Quickscan R380 Noordring - Verbinding Velsen – Vijfhuizen - Tracédeel tijdelijke kabelverbinding (inclusief boorplan)
3. Rapportage EMC beïnvloeding
4. Planning tijdelijke hoogspanningsverbinding

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. 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.



I.F.M. (Isidoor) Hermans
Projectmanager Randstad 380

Aanvraag Wbr beschikking

Ten behoeve van

Aanvrager is: * Burger Bedrijf

Vraagt u de vergunning voor Ja Nee uzelf aan? *

Begunstigde is: * ~~Burger~~ Bedrijf

Gegevens Aanvrager

Bedrijfsnaam Tennet TSO BV

Voorletter(s) * / I.F.M

Voornaam *

~~Dhr. Mevr.~~

Achternaam

contactpersoon *

Isidoor Hermans
djh

Tussenvoegse

Van

KVK / BIN

09155985

Adres *

Utrechtseweg 310

Nummer *

~~Toevoeging~~

Postcode * /

Plaats *

6812 AR

Arnhem

Land *

Postbusnummer

718

Postcode /

Plaats

6800 AS

Arnhem

Land

E-mail *

werda.van.djh@tennet.eu

Telefoonnummer *

026 373 15 55

Faxnummer

X Gegevens Begunstigde

Bedrijfsnaam

Voorletter(s) * /

Voornaam *

~~Dhr. Mevr.~~

Achternaam

contactpersoon *

Tussenvoegse

|

KVK / BIN

Adres *

Nummer *

~~Toevoeging~~

~~Postcode */
Plaats *
Postbusnummer
Postcode /
Plaats
E-mail *
Telefoonnumme
r *~~

Land *

Land

Faxnummer

Doel waarvoor de aanvraag geldt

Selecteer het doel waarvoor deze aanvraag geldt.

- Kabels / leidingen / wegekruisingen (incl. mantelbuizen)
- Bouwwerken zijnde gebouwen
- Meubilair
- Ophogingen / afgravingen / baggeren / ontgronden / watergangen
- Verhardingen
- Standplaatsen
- Bouwwerken niet zijnde gebouwen
- Beplanting
- Bouwwerken kunstwerken
- Omleidingsroute / evenementen routeborden
- Wegrestaurant / benzine verkooppunt / servicestation / oplaadstation voor elektrische motorvoertuigen
- Natuurontwikkeling / begroeiing dynamisch / fauna uittredingsplaatsen / ecologische verbindingzones
- Overige en bijkomende werken
- Wijziging op een reeds verleende vergunning

Tevens eigenaar / eigendom

Zijn de percelen waar u werkzaamheden wilt uitvoeren eigendom van de aanvrager? *

Ja Nee

Zijn de percelen eigendom van De Staat (zoals Rijkswaterstaat of RVOB (Rijksvastgoed- en Ontwikkelingsbedrijf))? *

Ja Nee

~~Achternaam en voorletters eigenaar / Organisatiennaam~~

~~Adres / Postbus eigenaar~~

~~Postcode / Plaats~~

~~Is de eigenaar op de hoogte van de aanvraag? *~~

~~Ja Nee~~

~~Geeft de eigenaar toestemming voor het maken van een werk? *~~

~~Ja Nee~~

Waarom? (doel / belang)

Wat wilt u gaan doen / maken en waarvoor dient het? (maximaal 8 regels gebruiken) *

Aanleggen tijdelijke 150 kV hoogspanningskabel
(0 tekens) ondergrondse kruising met de AG

Wat zijn de specifieke afmetingen van het werk? (maximaal 7 regels gebruiken)

(0 tekens) zie bijlage 2 bij de aanvraag
2
te Velsen
Deze tijd.
150 kV
hoogsp. verb.
Velsen - Vijfhuizen is nodig
om ten tijde vd realisatie vd NR de stroomtel...

Betreft het aangevraagde werk een uitbreiding / wijziging van een bestaande situatie? *

Ja Nee

Is er reeds eerder een Wbr vergunning verstrekt? *

Ja Nee

Indien bekend, wat is het kenmerk van de beschikking?

~~dd-mm-jjjj~~

RWS/DNH-2012/
28500244283 4189

Indien bekend, wat is de datum van de beschikking?

~~dd-mm-jjjj~~

07-09-2012

Hoe? (uitvoeringswijze)

Hoe zullen de werkzaamheden worden uitgevoerd? (maximaal 7 regels gebruiken)

(0 tekens)

zie bijlage 2 bij de aanvraag.

Waar? Locatiegegevens / kadastrale gegevens / situatie tekening

Adresgegevens van de locatie

Gemeente * Velsen

Postcode

Naam rivier / kanaal / rijksweg / zee (wering) / dijk / meer *

Ag

~~Naam loswal / kade / steiger~~

Kilometrerings

Zijde : N / Z / O / W / Li / Re

Kadastrale gegevens bekend bij gemeente . . . , sectie . . . , nummer . . .

zie bijlage 1 & 2

X-coördinaat

Y-coördinaat

Wanneer + periode (instandhouding)

Wat is de gewenste aanvangsdatum van de werkzaamheden? *

~~dd-mm-jjjj~~

01-10-2014

Is het resultaat van de werkzaamheden van tijdelijke of permanente aard? *

Tijdelijk Permanent

Tot welke datum wilt u het werk instandhouden? *

~~dd-mm-jjjj~~

30-05-2017

Kostprijs / raming van de werkzaamheden (leges)

Wat is de kostprijs of raming van de kosten (exclusief BTW) van het aangevraagde werk? *

> EUR 2400,-

~~<= EUR 2400,-~~

Bijlagen

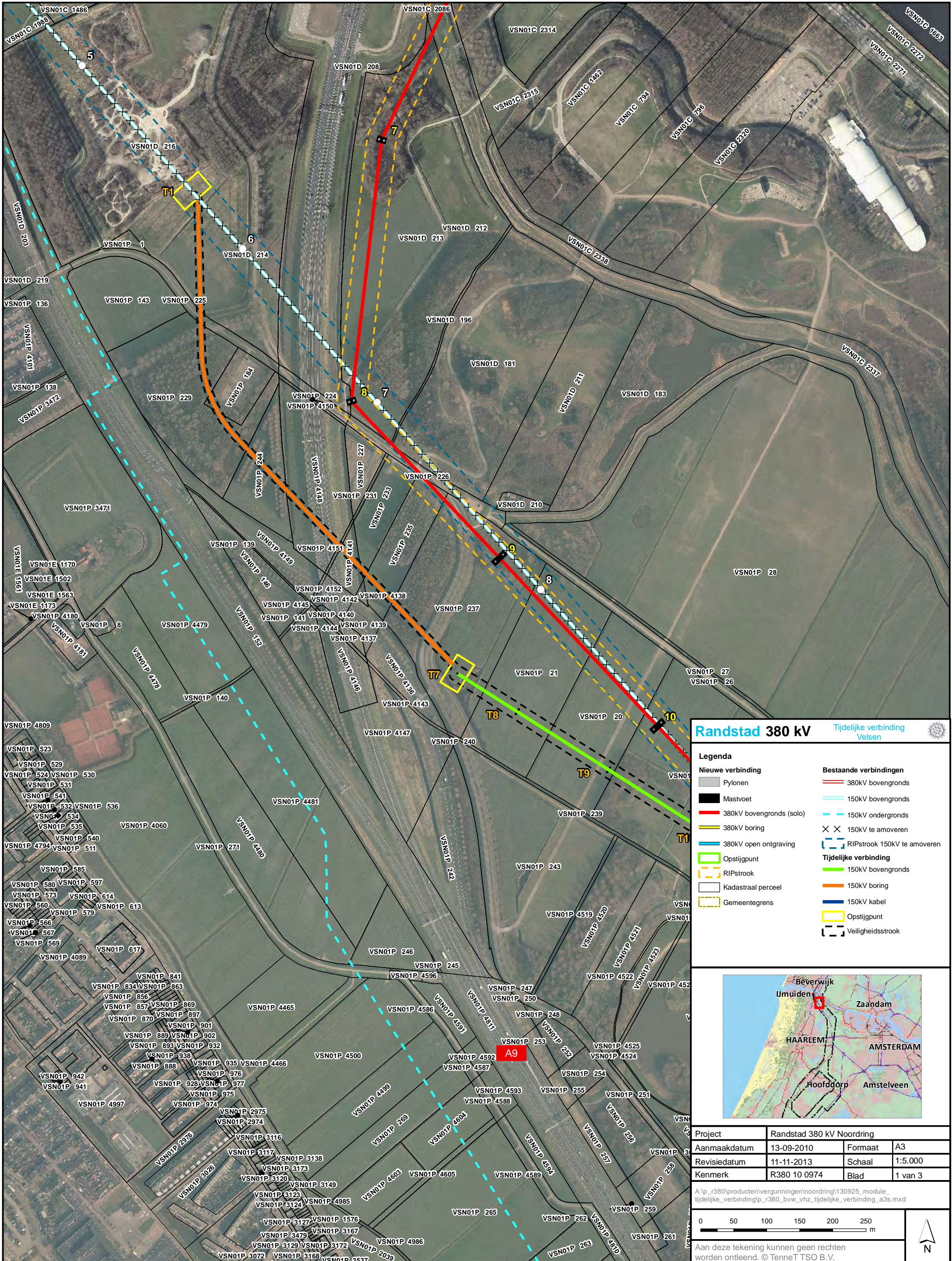
- * Tracégegevens (route - positielijst - diepteligging) * *Bylage 2*
- * Bijlage(n) gestuurde boring / persing conform richtlijn boortechniek versie januari 2004 *
- * Situatietekening (algemeen) * *Bylage 1*
 - Situatietekening bestaande situatie *
 - Detailtekening van de bestaande situatie *
 - Constructietekening van de nieuwe situatie *
 - Technische informatie (o.a. sterkteberekeningen) *
 - Tekening met profielen (langs- en dwarsprofielen) *
 - Detailtekening van de ophoging c.q. afgraving *
 - Overzicht toe te passen materialen *
 - Overzicht toegepaste soorten
(Zijn er bomen gebruikt? Geef dan de diameter aan van de stam) *
 - Tekening van de plaatsing van de omleidings- en evenementenborden *
- * Kadastrale gegevens (algemeen)
 - Specificatie hoeveelheden in m³ (indien niet opgegeven in formulier)
 - Stabiliteitsberekeningen
 - Naam en nummer vaartuig (indien niet opgegeven in formulier)
 - Plan gerelateerd aan de eindsituatie (vegetatiekaart/plan)
 - Beheersplan
 - Terrein inspringkaart
 - Rivierkundige berekening
 - Hoogtelijn (informatie) kaart
 - Kaart bestaande bodemhoogte
 - Kaart bodemhoogte na verandering
 - Overzicht van de voorziene inrichting na verandering
 - Overzicht bestaande vegetatie (nat situatie)
 - Tekening met paskruisen
- * Specificatie van gewenste wijzigingen en bijbehorende vergunning(en) (datum en nummer)

Ik verklaar hierbij deze **aanvraag** naar waarheid te hebben ingevuld.

* = Invoer verplicht



Bijlage 1



Randstad 380 kV Tijdelijke verbinding Velsen

Legenda

Nieuwe verbinding	Bestaande verbindingen
— Pylonen	— 380kV bovengronds
■ Mastvoet	— 150kV bovengronds
— 380kV bovengronds (solo)	— 150kV ondergronds
— 380kV boring	× × 150kV te amoveren
— 380kV open ontgraving	— RIPstrook 150kV te amoveren
— Opstijgpunt	— Tijdelijke verbinding
— RIPstrook	— 150kV bovengronds
— Kadastraal perceel	— 150kV boring
— Gemeentegrens	— 150kV kabel
— Opstijgpunt	— Opstijgpunt
— Veiligheidsstrook	— Veiligheidsstrook



Project	Randstad 380 kV Noordring		
Aanmaakdatum	13-09-2010	Formaat	A3
Revisiedatum	11-11-2013	Schaal	1:5.000
Kenmerk	R380 10 0974	Blad	1 van 3

A:\p_r380\producten\vergunningen\noordring\130925_module_tijdelijke_verbinding_p_r380_bvv_vhz_tijdelijke_verbinding_a3s.mxd

0 50 100 150 200 250 m

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



Bijlage 2

RAPPORT QUICKSCAN

R380 Noordring

Verbinding Velsen - Vijfhuizen

Tracédeel tijdelijke kabelverbinding

HDD-boring tussen tijdelijke mast 1 en tijdelijke mast 7
t.h.v. de Oostbroekerweg / 't Spijk te Velsen Zuid

Opdrachtnummer: 000.007.41

Projectnummer: RTO 289

Kapstoknummer: Te 9448

Opdrachtgever : TenneT TSO B.V.
Uitgevoerd door : Reddyn
Projectmanager : K. Niezink
Auteur : A.R. de Rijk
Gezien door : H.W.J. Wijman
Datum : 11 oktober 2013
Documentnummer : RTO289.AdR.R001
Versie : 1.0

COLOFON

Postadres:

Reddyn
PAC 3NJ8120
Postbus 50
6920 AB Duiven

Bezoekadressen:

Duiven: Dijkgraaf 4, 6921 RL Duiven
Telefoon: (026) 844 74 00
Fax: (026) 844 74 35

Alkmaar: Voltastraat 2, 1817 DD Alkmaar
Telefoon: (072) 514 68 00
Fax: (072) 514 68 01

Enschede: Twekkeler ES 49, 7547 TS Enschede
Telefoon: (026) 844 74 00
Fax: (026) 844 74 35

Leeuwarden: Melkemastate 2, 8925 AP Leeuwarden
Telefoon: (058) 267 62 66
Fax: (058) 267 63 65

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Reddyn.

INHOUDSOPGAVE

VERSIEBEHEER	4
1 Projectomschrijving	5
1.1 ALGEMEEN	5
1.2 AANLEIDING	5
1.3 UITGANGSPUNTEN	5
1.4 WERKZAAMHEDEN QUICKSCAN (SCOPE)	6
1.5 BEOOGDE BORING	6
2 Haalbaarheid van de boringen	7
3 Eisen vergunningverleners	8
3.1 ALGEMEEN	8
3.2 RWS	8
3.3 HHVR	8
3.4 GASUNIE	8
3.5 GEMEENTE	8
3.6 WATERNET	8
3.7 PWN	9
4 Verwachte aandachts- en knelpunten	10
5 Kosten engineering en uitvoering	11
5.1 ENGINEERING	11
5.2 UITVOERING	11
6 Conclusie	12
7 Bijlagen	13

VERSIEBEHEER

Versie	1.0
Status	Definitief
Datum	11-10-2013
Documentnummer	RTO289.AdR.R001
Opdrachtgever	TenneT
Projectmanager (PM)	K. Niezink
Portefeuillehouder (PH)	J. van der Wardt
Auteur	A.R. de Rijk (AdR)
Gezien door	H.W.J. Wijman (HW)
Goedgekeurd	G.G.H. Volman (TenneT)
Verspreidingslijst	TenneT en Reddyn (projectteam)

Versie Log	Versie	Datum	Auteur	Opmerking	Paraaf PM	Paraaf PH
	0.1	05-07-2013	AdR	Eerste concept		
	0.2	19-07-2013	AdR	Tweede concept – Twee boringen is één boring geworden (compact boring)		
	1.0	11-10-2013	AdR	Opmerkingen TenneT verwerkt		

1 PROJECTOMSCHRIJVING

1.1 ALGEMEEN

Dit rapport beschrijft de resultaten van de Quickscan naar de haalbaarheid van een horizontaal gestuurde boring te Velsen Zuid.

Projectnaam: Quickscan HDD.

Projectnummer: RTO289 – 000.007.41.

Het document is tot stand gekomen op basis van de verkregen informatie en gepleegd overleg tussen Reddyn, TenneT, RWS, Gasunie, Hoogheemraadschap van Rijnland, PWN en Waternet.

1.2 AANLEIDING

In het kader van het project Randstad 38kV dient er een tijdelijke verbinding gerealiseerd te worden in de 150kV-lijn tussen Velsen en Vijfhuizen. Specifiek tussen tijdelijke mast 1 en tijdelijke mast 7.

Uitgangspunt was om deze tijdelijke verbinding hoofdzakelijk door middel van een tijdelijke lijn (met tijdelijke masten) te realiseren.

Uit nadere gesprekken door TenneT met RWS, Waternet, PWN en ActionPlanet is vast komen te staan dat in het betrokken gebied niet overal een (tijdelijke)mast geplaatst kan/mag worden. Enerzijds vanwege toekomstige ontwikkelingen anderzijds vanwege de aanwezige leidingen. Hiervoor dienen nu alternatieven te worden onderzocht waaronder o.a. het uitvoeren van de tijdelijke verbinding met tijdelijke 150kV-kabels. Hiertoe zijn in de Quickscan de mogelijkheden voor een horizontaal gestuurde boring onderzocht.

1.3 UITGANGSPUNTEN

Voor de Quickscan is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- In-/uittredepunten boring in de nabijheid van de perceelgrens van ActionPlanet (tijdelijke mast 1) en in de nabijheid van mast 7 (naast Oostbroekerweg). Afstand tot de perceelgrens/mast minimaal 15m.
- De boring is door opdrachtgever indicatief met een zwarte lijn ingetekend (zie bijlage 1). Van de opdrachtnemer wordt verwacht dat hij het ontwerp optimaliseert maar de geschetste boorlijn zoveel als mogelijk volgt. De Rijksweg A9 behoeft niet haaks gekruist te worden (mag schuin).
- Boringen in bundelconfiguratie (zogenaamde compact boring);
- De boring dient te bestaan uit 7 buizen PE100 SDR11 Ø 250 mm;
- Kruising waterleidingen (Waternet) minimaal 10 m;
- Kruisingen overige leidingen minimaal 5m.
- Optimaliseren boringen, o.a.:
 - Boortracé;
 - Boorlengten;
 - Boordiepte;
 - Locaties in-/uittredepunten;
- Overige eisen conform bijlage 3 'Checklist CAR-verzekering';
- Vigerende NEN-normen;
- Percelen mogen pas betreden worden ná overleg met en toestemming van TenneT;
- Verkeersmaatregelen conform CROW-publicatiereeks 987 en 988.

Aanvullende uitgangspunten voor de engineering van de boringen:

- Tekening RTO289-H 130711 Boringen;
- Gegevens Inmeting Topcon, A9 Velsen Zuid;
- Voldoen aan de eisen van RWS, Hoogheemraadschap van Rijnland, Gasunie, PWN en Waternet;
- Juiste diepte ligging t.o.v. aanwezige K&L;
- Gebruik Gyro meetsysteem;
- Minimale radius boring 150 meter;
- Onder de hoogspanninglijn bij tijdelijke mast 1 uitkomen minimaal 15 meter uit hart mast
- 15 meter uit hart tijdelijke mast 7 komen;
- Bereikbaarheid in en uittredepunt;
- Uitlegtracé.

1.4 WERKZAAMHEDEN QUICKSCAN (SCOPE)

Voor de Quickscan zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Ontwerp van de boring;
- Overleggen met opdrachtgever;
- KLIC-melding (Klic verzameltekening "Oostbroekerweg 3, 1981 LR Velsers-Zuid", klic "orientatie" melding 13O027465, d.d. 01-07-2013);
- Bezichtiging op locatie en fotografische vastlegging van de bestaande situatie;
- N.A.P.-inmeting van het maaiveld met gebruik making van GPS-systemen;
- Dimensionering van de horizontaal gestuurde boring;
- Het ontwerp conform de geldende regelgeving van instanties (ondermeer 'Richtlijn Boortechnieken januari 2004');
- Vaststellen uitleg tracé;
- Opstellen boorontwerptekening (o.m. boorlijn en boorprofiel);
- Opstellen locatieplan boorinstallatie(s);
- Opstellen rapport Quickscan.

1.5 BEOOGDE BORING

De volgende boring is voorzien:

Boringnummer	Locatie	Omschrijving	Materiaal	Lengte
1	A9 hmp ca. 50.3 t.h.v. de Oostbroekerweg te Velsen Zuid	Gestuurde boring (HDD)	Bundel 7xØ250 mm PE100 SDR11	Ca. 853 m

2 HAALBAARHEID VAN DE BORINGEN

Er is een boring ontworpen (zie bijlagen 2 en 3) waarbij rekening is gehouden met de voorschriften van de vergunningverleners en met de radius die minimaal voor het Gyro meetsysteem gehanteerd moet worden (minimaal 150 meter).

Voor de boring is uitgegaan van een intrede- en uittredehoek van 15 graden en een radius neer- en opgaand van 350 meter en is er een horizontale bocht radius van 200 meter in het tracé gelegd om niet onder het Gasuniestation door te gaan.

De bovenvermelde uitgangspunten voldoen aan de radius die voor het Gyro meetsysteem (zie Bijlage 4) moeten worden toegepast.

Deze in- en uittredehoeken en radius zijn ook haalbaar voor een maxi Rig (zie Bijlage 5).

In een fotorapportage is het tracé van de boring weergegeven. Zie bijlage 6.

3 EISEN VERGUNNINGVERLENERS

3.1 ALGEMEEN

De volgende vergunningverleners zijn geïdentificeerd:

- Rijkswaterstaat (RWS);
- Hoogheemraadschap van Rijnland (HHvR);
- Gasunie;
- Gemeente;
- Waternet;
- PWN.

3.2 RWS

Voor RWS gelden de eisen vermeld in document Richtlijnen Boortechnieken januari 2004 gebaseerd op de NEN3650-1 en 3651

Enkele belangrijke aandachtspunten waar rekening mee moet worden gehouden zijn:

- Haaks kruisen van de Rijksweg A9;
- Grondonderzoek volgens de geldende RWS voorschriften;
- M Drill berekeningen voor de sterkte van de buizen en muddruk berekeningen.

3.3 HHVR

HHvR hanteert de Keur, Algemene regels en Beleidregels.

HHvR heeft het volgende aangegeven:

De polder Velsbroek is geen kwelpolder. Dus er hoeft geen mantelbuis te worden toegepast om de bundel. Er mag hier een bundelboring gemaakt worden.

De lokatie is wel vergunningplichtig omdat enkele watergangen en een peilscheiding worden gekruist.

3.4 GASUNIE

De Gasunie heeft als eis dat bij kruising van een Gasunieleiding een minimale tussenafstand van 5 meter aangehouden moet worden en dat er een afstand van ca. 10 meter moet worden aangehouden vanaf een Gasuniestation.

Op deze locatie worden 7 Gasunieleidingen gekruist en hier is een tussenruimte van ca. 10 tot ca. 13 meter met de bestaande en de nog te leggen nieuwe Gasunieleidingen gehanteerd.

De kortste afstand tot het Gasuniestation bedraagt ca. 8.27 meter.

De boortekening is door Gasunie CTA-West getoetst en zij hebben geen bezwaar.

De boringen voldoen aan de Algemene VELIN voorwaarden en de Gasunie normen en mogen op deze wijze uitgevoerd worden zonder toezicht van de Gasunie.

3.5 GEMEENTE

Vanuit de gemeente zijn geen (aanvullende) eisen bekend.

3.6 WATERNET

Waternet heeft als eis dat bij kruising van een WRK-leiding een minimale tussenafstand van 10 meter aangehouden moet worden. Waternet stelt verder de volgende aanvullende eis:

- Een grondmechanische berekening voor de beïnvloeding van de aanleg van de boring op de ligging van de watertransportleidingen.

3.7 PWN

PWN heeft als eis dat bij kruising van een PWN-leiding een minimale tussenafstand van 5 meter aangehouden moet worden. PWN heeft (nog) geen aanvullende eisen gesteld.

4 VERWACHTE AANDACHTS- EN KNELPUNTEN

De volgende aandachts- en knelpunten zijn geïnterpreteerd:

- Omdat de rijksweg A9 niet haaks gekruist wordt is het mogelijk dat RWS hier bezwaar tegen maakt. Echter omdat de boringen om het Gasuniestation heen moeten met een vrij grote radius vanwege het Gyro meetsysteem zal de A9 schuin gekruist moeten worden.
- Het uitleg tracé (zie bijlage 7) is een aandachtspunt omdat een gedeelte van de buizen langs het talud van de A22 komen te liggen en er mogelijk een fietspad moet worden afgesloten.
 - Hier moet ook toestemming van RWS worden verkregen omdat het maaipad langs het talud wordt gebruikt.
 - Hier liggen ook leidingen van Waternet/PWN en Chevron waar mogelijk voorzieningen voor moeten worden getroffen.
- De kwaliteit van de toe te passen HDPE-buizen.
 - Er zijn M Drill berekeningen gemaakt met hierin aangenomen parameters die de samenstelling van de grond en het boorprofiel benaderen.
 - Hieruit blijkt dat de te verwachten trekkracht een aandachtspunt is voor de te gebruiken buis.
 - Een mogelijke oplossing is de buis te vullen tijdens het intrekken of in plaats van klasse SDR11 naar SDR9 te gaan of naar een grotere diameter te gaan. Zie bijlage 8 met hierin de concept berekeningen M- Drill ongevuld en gevuld, e.e.a. afhankelijk van definitief grondonderzoek.
- Om het intredepunt te bereiken moet over de sloot langs de Oostbroekerweg een brug worden gelegd of er moet een dam in de sloot worden gelegd met hierin een doorvoerbuis.
- Achter het intredepunt ligt een poel (kikker/padden). Het intredepunt is zo gesitueerd dat de Rig geplaatst kan worden. Overleg met belanghebbenden is noodzakelijk.
- Het grondwater in deze omgeving is sterk ijzerhoudend.
- Er zal nader bekeken moeten worden of het oppervlakte water geschikt is voor het aanmaken van bentoniet.

5 KOSTEN ENGINEERING EN UITVOERING

5.1 ENGINEERING

Ten behoeve van het verwerven van de benodigde vergunningen dient aanvullend op de Quicksan de volledige engineering van de boring te worden uitgevoerd.

De kosten voor de volledige engineering van de boring zijn geraamd op: € 10.000,- (nauwkeurigheid +/- 20%).

Werkzaamheden omvatten:

- Opstellen boorplan;
- Opnemen van werklocatie;
- Maken profielmeting;
- Aanvragen Klic;
- Verwerken van Klic op tekening;
- Grondonderzoek;
- Maken sterkte- en boorspoeldrukberekening;
- Opstellen vergunningstekening;
- Maken risico analyse;
- Aanvragen vergunning bij RWS en HHvR.

Exclusief legeskosten.

5.2 UITVOERING

Voor het uitvoeren van de boring zijn de kosten geraamd op: € 562.500,- (nauwkeurigheid +/- 20%).

Betreft:

- Boring HDD-bundelboring 7xHDPE Ø250mm SDR11, 860 m1.

Uitgaand van:

- Goed doorboorbare grond en geen omstandigheden die het normale boorrisico te boven gaan;
- Dat de te doorboren grondlagen niet verontreinigd zijn.

Inbegrepen zijn Gyro Steering Tool en revisie.

Exclusief legeskosten, CAR-verzekering en terreinkosten (huur e.d.).

6 CONCLUSIE

De boring is technisch goed uitvoerbaar door een maxi Rig, type volgt uit de berekening. Geadviseerd wordt om een veiligheidsfactor van ca. 2 aan te houden op de berekende trekkracht.

Er is genoeg dekking onder het maaiveld/A9 (16/23 meter) en de bestaande leidingen die worden gekruist.

Voor het bepalen van de te gebruiken buis en het maken van de berekening moet er extra grondonderzoek worden uitgevoerd volgens de voorschriften van RWS.

Voor de keuze van de buis is het verstandig om de buis te vullen tijdens intrekken dan kan er SDR11 worden gebruikt.

Het uitleg tracé moet ook van te voren goed worden doorgesproken met de belanghebbenden.

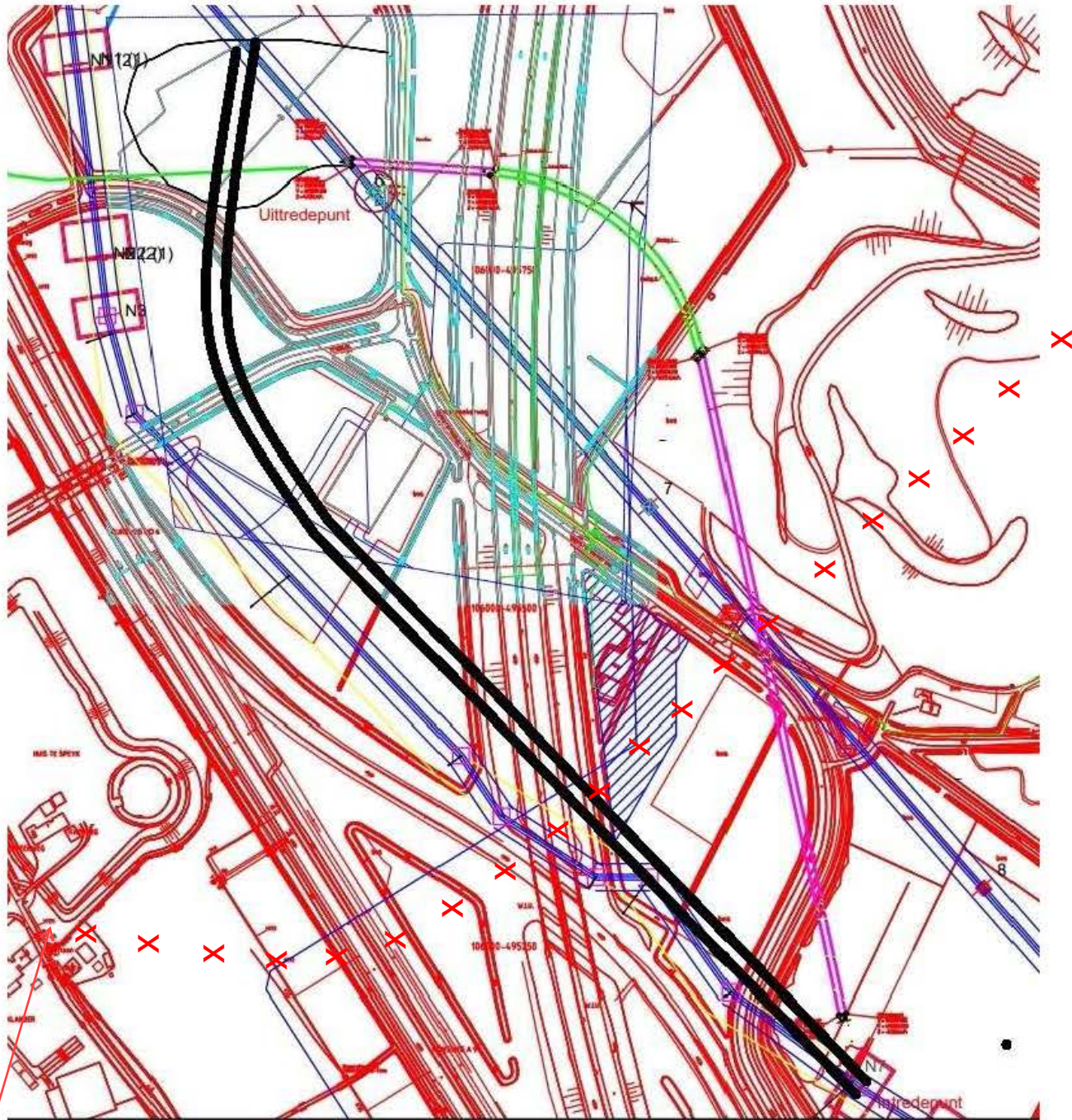
In- en uittredepunt zijn aan beide zijden goed bereikbaar, het is aan te bevelen om het uittredepunt ter hoogte van mast nummer 6 te situeren in verband met de hoogtebeperking onder de hoogspanningslijn.

7 BIJLAGEN

- Bijlage 1 Tekening vraagspecificatie RTO289H 130618
- Bijlage 2 Boortekening;
- Bijlage 3 Luchtfoto boring;
- Bijlage 4 Gyro meetsysteem;
- Bijlage 5 Opstellingstekening maxi Rig;
- Bijlage 6 Tekening locatie foto's en foto's;
- Bijlage 7 Uitlegtracé boring;
- Bijlage 8 Concept M Drill berekeningen.

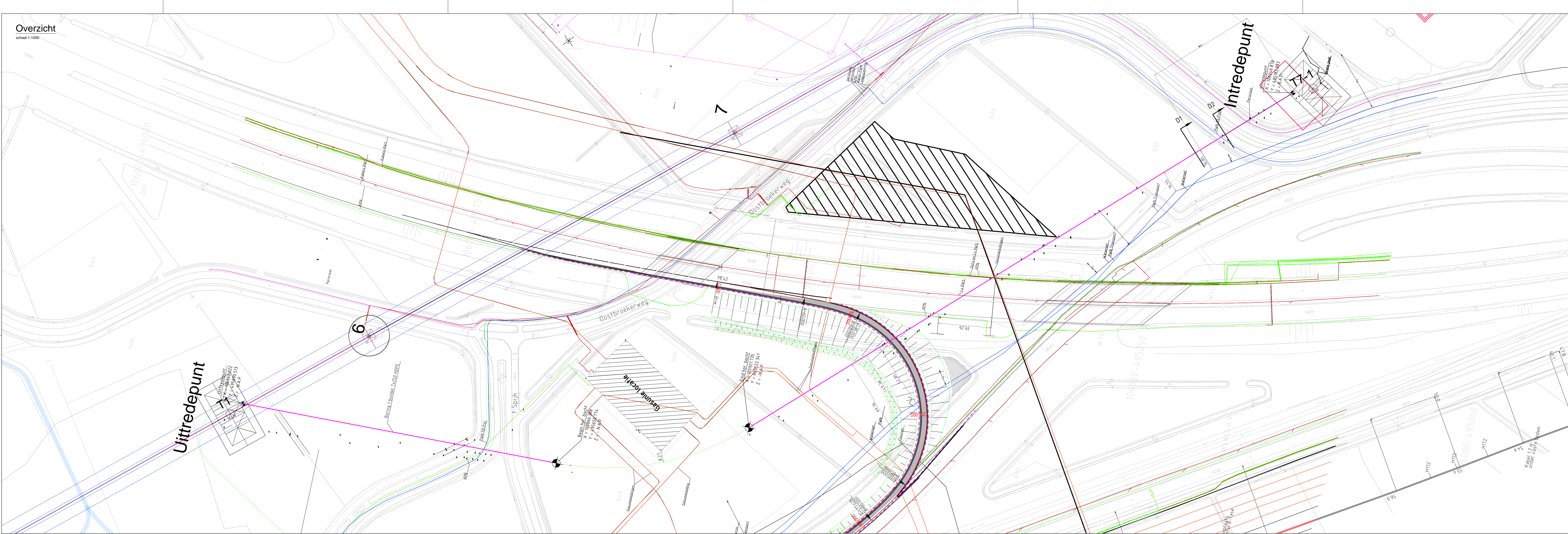
Bijlage 1 Tekening vraagspecificatie RTO289H 130618

Boring 2 vervalt

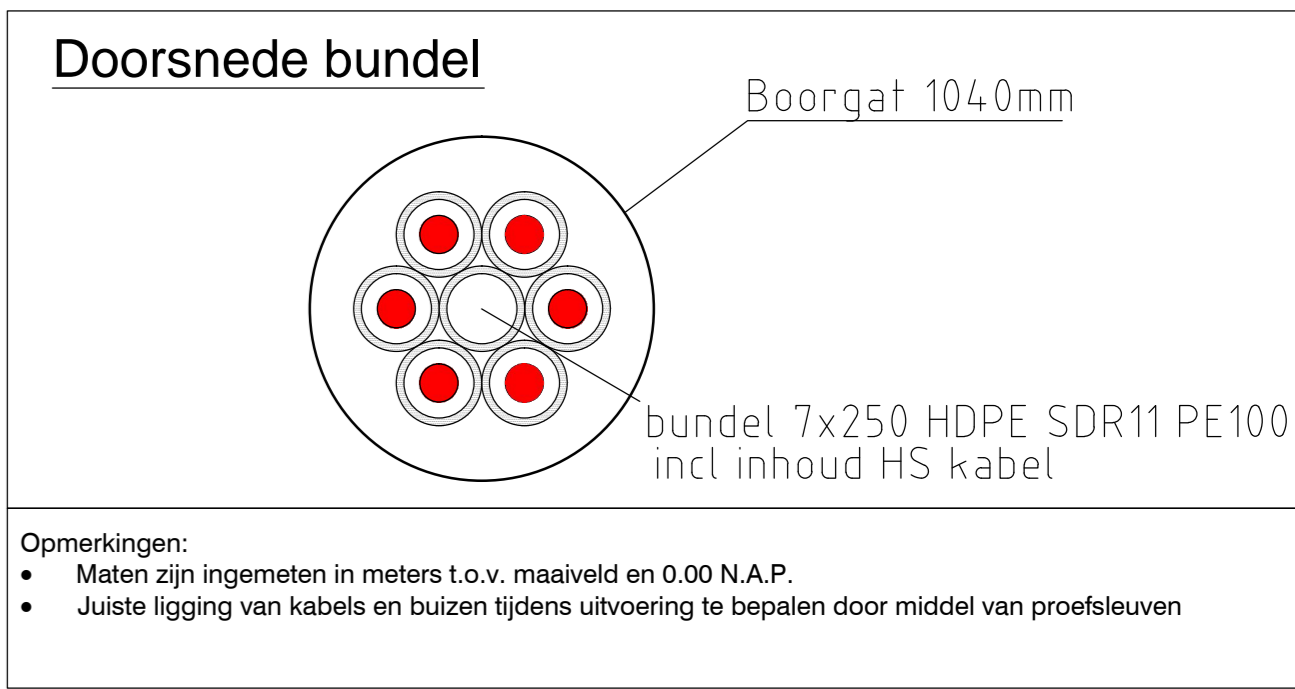
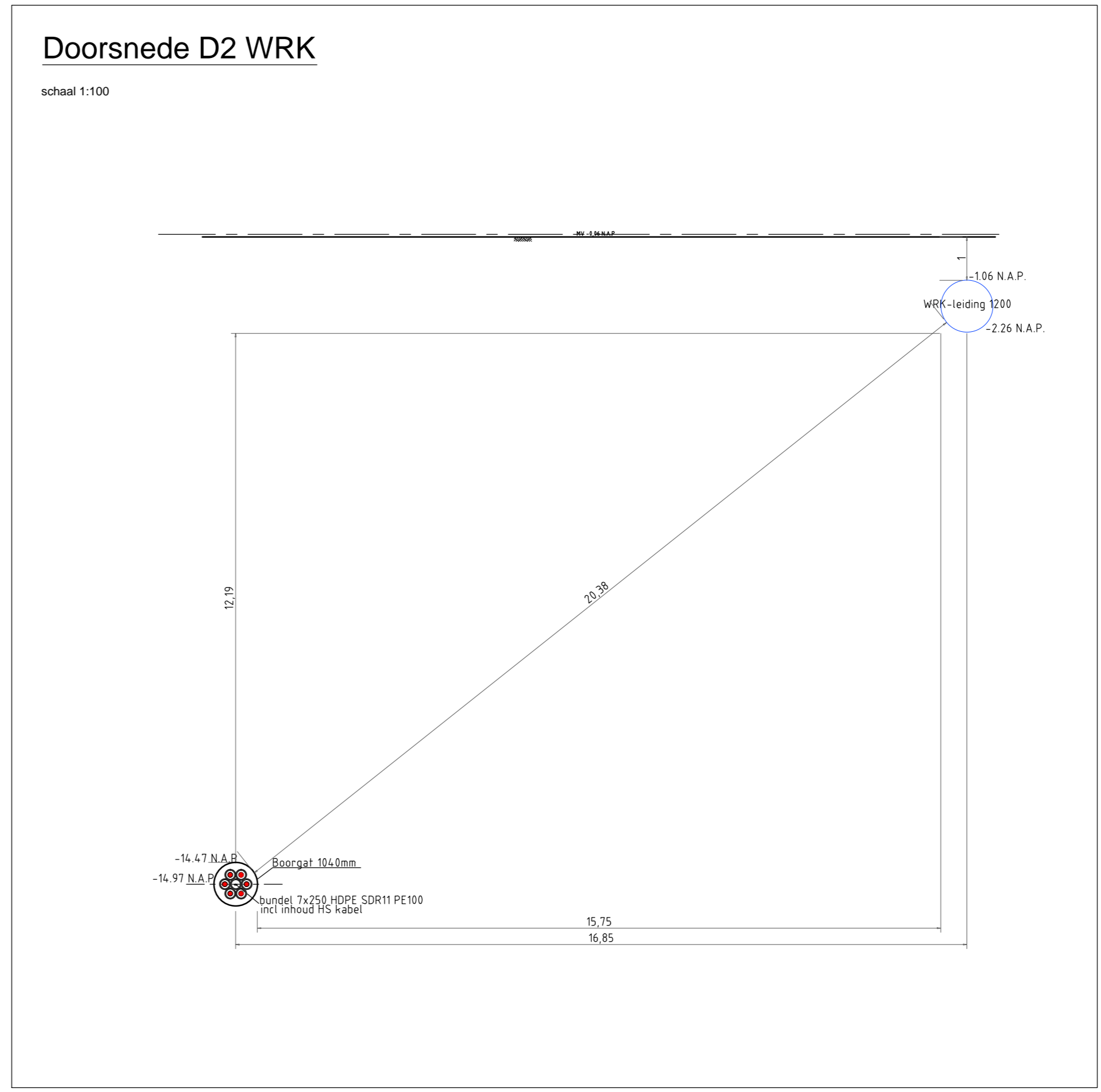
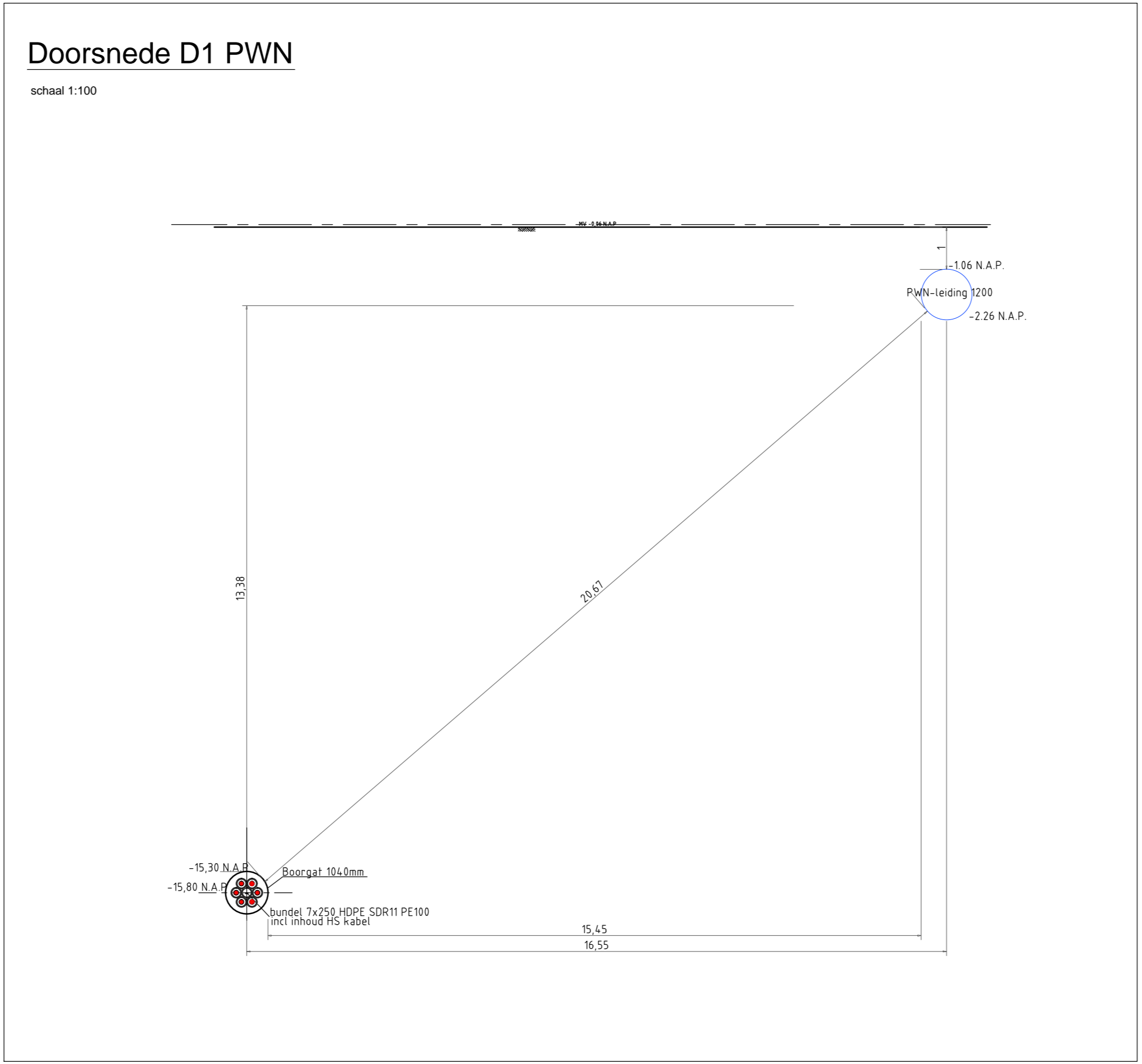
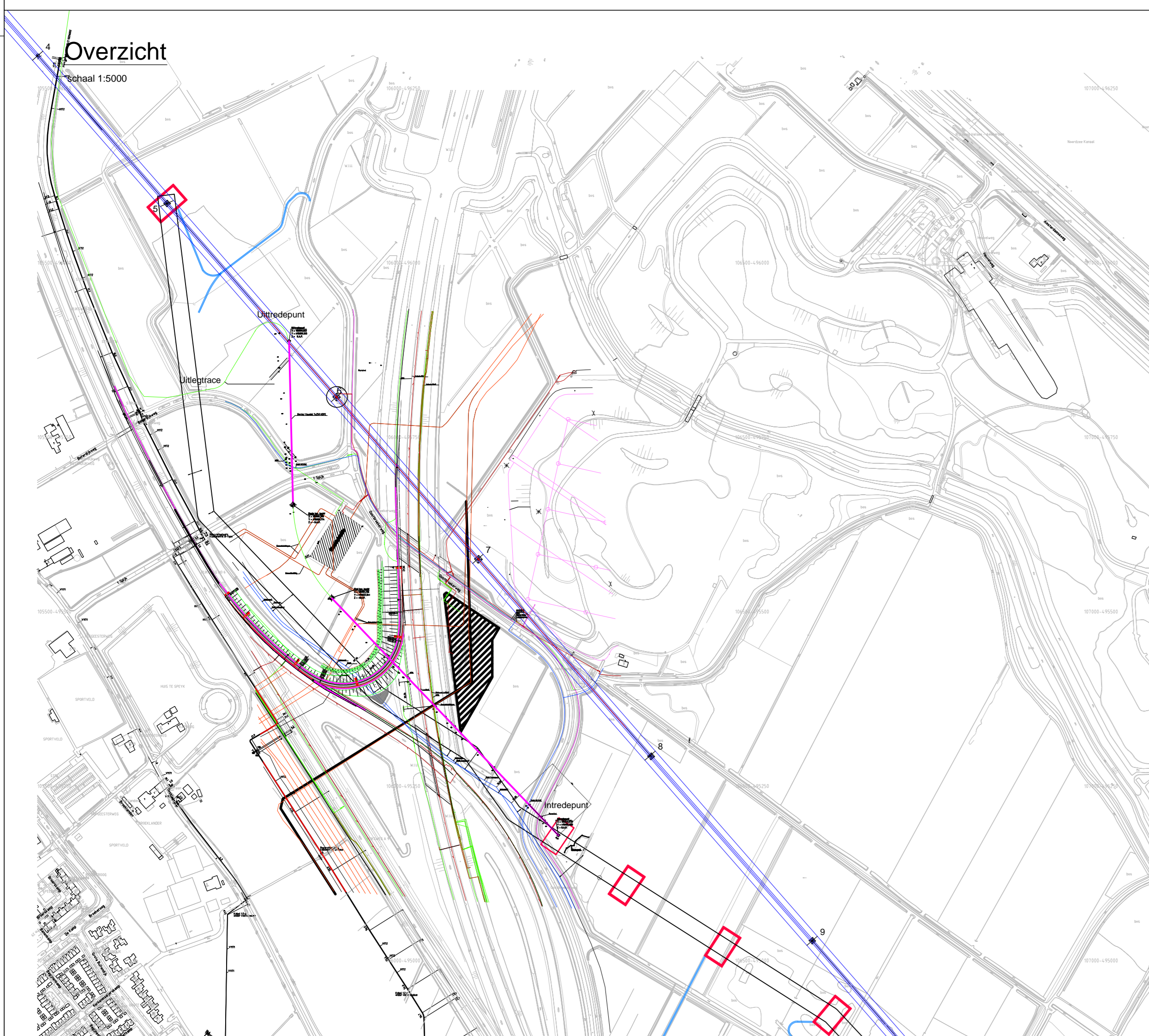
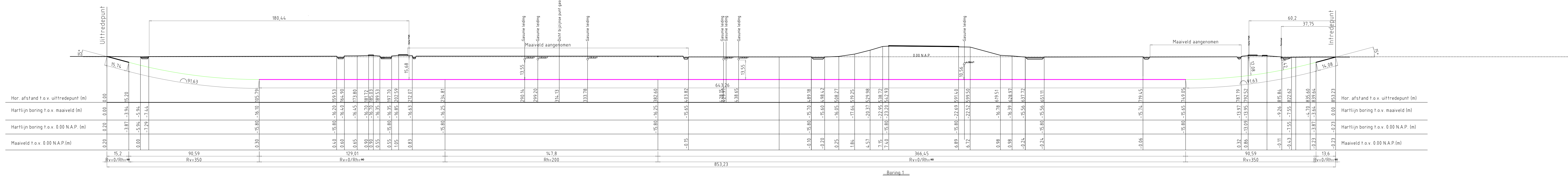


RTO289H 130618

Bijlage 2 Boortekening



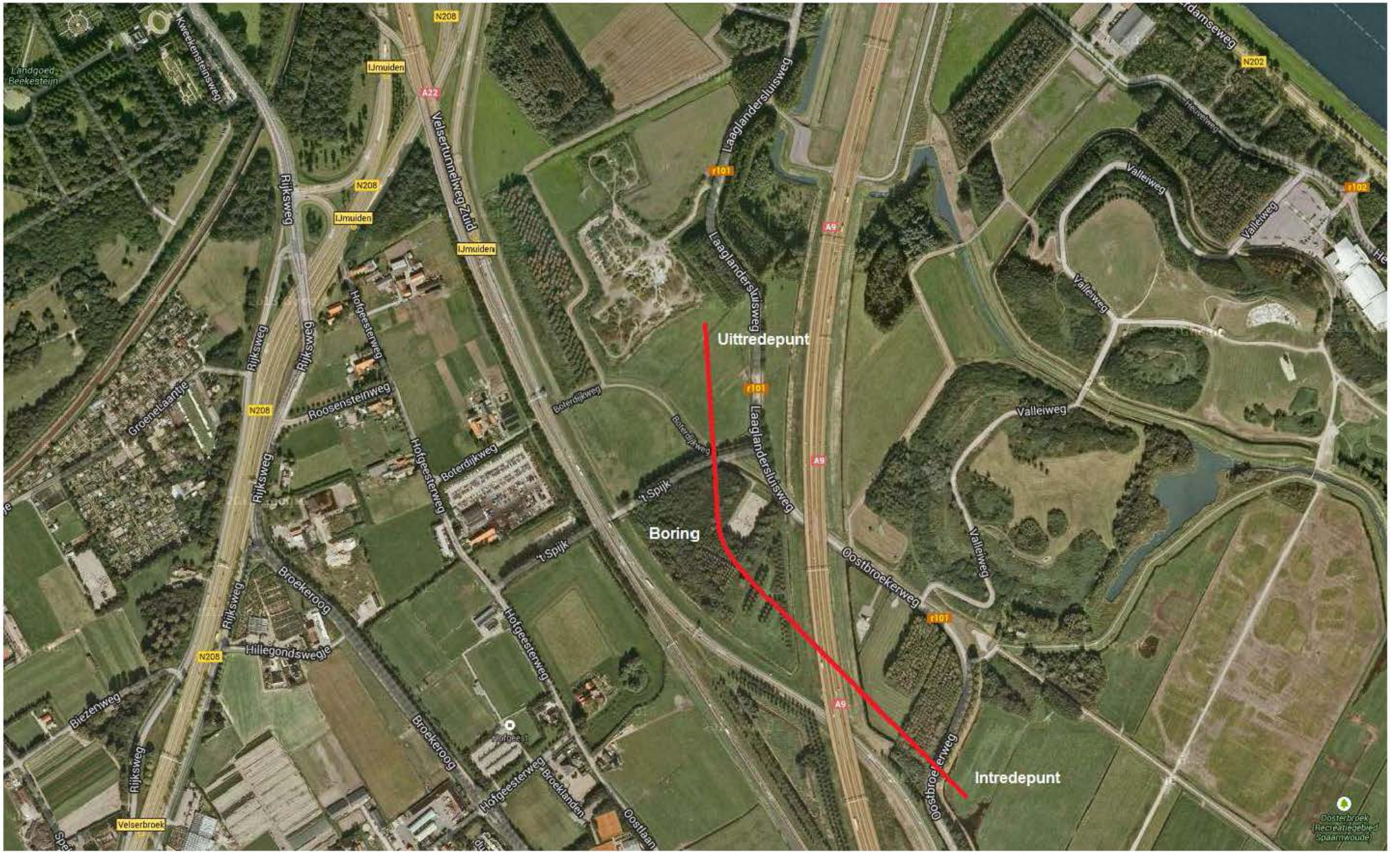
Lengteprofiel
schaal 1:1000



- Opmerkingen:
- Maten zijn ingetekend in meters t.o.v. maaiveld en 0.00 N.A.P.
 - Juiste ligging van kabels en buizen tijdens uitvoering te bepalen door middel van proefsluizen

Oporchtgever: Tennet TSO B.V.		Aanvraagnummer project: F058		Schied: ze tek. Formaat: A0		Afdeling: Ontwerp & Consol.	
Meting: 19-07-2013		Status: Bestaat		Akkord: 19-07-2013		Datum: 19-07-2013	
H		Datum:	Noem:	HDD-boring bundel 7x250 HDPE SDR11 PE100			
G		Get.	A.E.	t.b.v. tijdelijke kabelverbinding A9 t.h.v.			
T		Get.	A.K.	Dostbroekerweg/1 Spijk			
E		Get.	A.K.				
O		Get.	A.K.				
C	Dyn. Tennet verankert (10-2013) Aardp	Get.	A.K.				
B		Get.	A.K.				
A		Get.	A.K.				
Reddyn		RT0289-H 131011 Boring		Blad		1/1	
Rec.	Wijziging	Datum	Get.	Concep.	Ver.	Verw. door:	

Bijlage 3 Luchtfoto boring



Bijlage 4 Gyro meetsysteem

GYRO STEERING TOOLS

Advantages with respect to downhole measurements with magnetic steering tools :

- No read-out errors due to the disturbance of the Earth's magnetic field.
- No need for use of non-magnetic materials ("Non-Mags").
- Insensitive to shocks and vibrations.
- Far higher accuracy of azimuth and pitch possible, resulting in more accurate following of the desired trajectory.
- Measurement with respect to true North (North Seeking while drilling).

Specifications :

Length / diameter of measuring drillstring, installed directly behind the drillhead : 2000/ 170 mm.

Accuracy :

- Pitch, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,01 [degr.]
- Azimuth , accuracy (3 Sigma) : +/- 0,04 [degr.]

Installation :

The measuring drillstring is provided with standard API threaded connections, making installation easy. The mudflow is not interrupted. Mudflow channels are provided.

Since many years Brownline used magnetometer / accelerometer based strap-down probes for drillhead guidance. The surveyor at the job is needed for this type of probes, as a lot of experience is required to translate the information from these magnetometer based probes. Magnetometers using the Earth magnetic field as reference can give wrong read-outs due to the presence of materials, which can be or are magnetized and due to electric current carrying wires. Only due the surveyor's experience these disturbances of the Earth magnetic field can be filtered.

Brownline started a new magnetometer based probe design early 1999. The emphasis was to automatically compensate for the disturbances of the Earth magnetic field. This automatic compensation already proved in the first months of the project to be very difficult to realize. Consequently Brownline started a simultaneous new design, where gyroscopic sensors were used in order to avoid these magnetic disturbances. The emphasis for this type of gyroscopic probe not only was on magnetic disturbance insensitivity, but also on a far higher accuracy, such that this gyroscopic system in conjunction with a dead-reckoning program could match the trajectory accuracy of the artificial magnetic field systems.

Moreover the aim was to get a trajectory position measuring system, which is predictable and which can be used by less experienced engineers or by automated drilling systems.

Presently Brownline co-operates with iMAR of St. Ingbert, Germany for the joint development and marketing of gyroscopic based navigation tools for the drilling industry.

1.NAVIGATION BY MAGNETOMETERS AND ACCELEROMETERS AND WIRELESS TRANSMISSION.

Figure 1 shows the present Brownline magnetometer based system, which was developed in the years 1999 / 2000. Navigation is achieved by the use of three magneto-resistive magnetometers and three accelerometers. This is a well-known configuration. However the wireless signal transmission developed for this probe uses new technology. Downhole electronics are used to modulate the signals. A downhole transmitter sends signals via the drillstring. The negative pole can be placed anywhere above the drillstring at the surface. the signals are demodulated at the surface in the receiver electronics. This wireless transmission system sends three times per second data to the surface. The data string contains the azimuth, pitch and roll angles of the drillhead, as well as downhole internal probe temperature and the mud pressure.

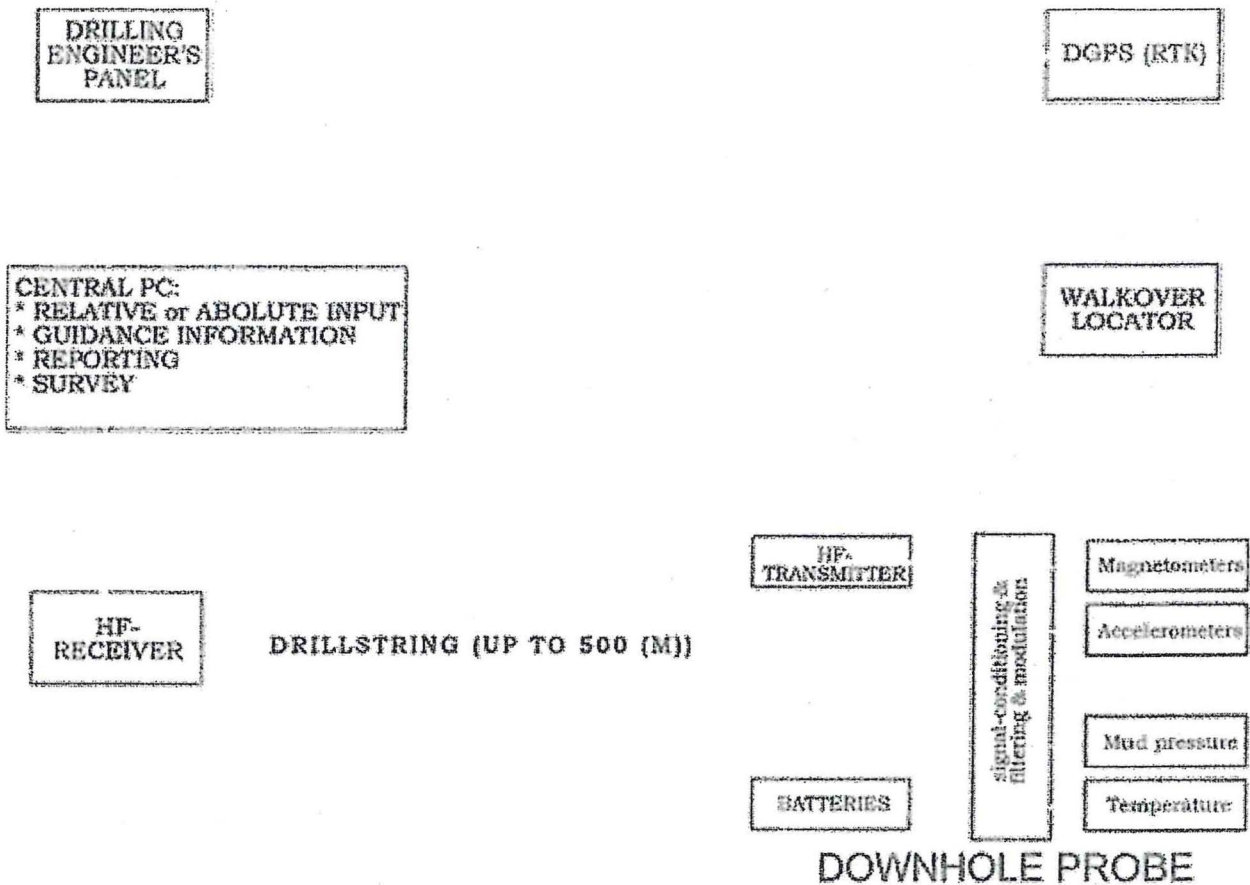


Figure 1. Overview of elements of magnetometer based navigation tool. The downhole data is wireless transmitted in order to save time for wireline connections during drilling.

The original idea was to compensate for disturbances of the Earth magnetic field via the application of two downhole sensor units at a certain distance. Via a gradiometer like principle a compensation could be achieved. However, very accurate sensing of the magnetic field is required.

2. GYROSCOPIC SENSORS.

Various tests proved that it is extremely difficult to compensate for the disturbance of the Earth magnetic field. Very accurate measurement of the Hx, Hy and Hz vectors is required. Brownline already in late 2000 started investigations for other sensors as the magnetic based ones. The present Brownline simplex magnetic based sensor probe has an accuracy of the azimuthing angle of 0.40 [degrees]. This is not sufficient accurate for drilling jobs in highly urbanized areas or for drillings over long distances in conjunction with dead-reckoning.

So Brownline did not simply look for a direct replacement of the magnetometer based probe, but also looked for a far higher accuracy. Various gyroscopes were investigated. Mechanical dynamical tuned types proved to be too unreliable. Vibrating gyroscopes still were too inaccurate, although the dimensions are small. This led to the choice of fiber optic gyroscopes (FOG) and Ring Laser Gyroscopes (RLG) to start with. By using FOGs or RLGs very accurate azimuthing angles with respect to the geographic North can be measured. An accuracy of ten times better as for magnetic sensor based probes is possible. Having an azimuthing accuracy of 0.04 [degrees] and a reliable drillstring stroke measurement will give a trajectory measurement accuracy, which is better than possible with other navigation means.

Figure 2 shows a typical RLG, which is used as base for the new gyroscopic navigation tool. Data are transmitted either via wireline (10 times per second) or wireless (3 times per second).

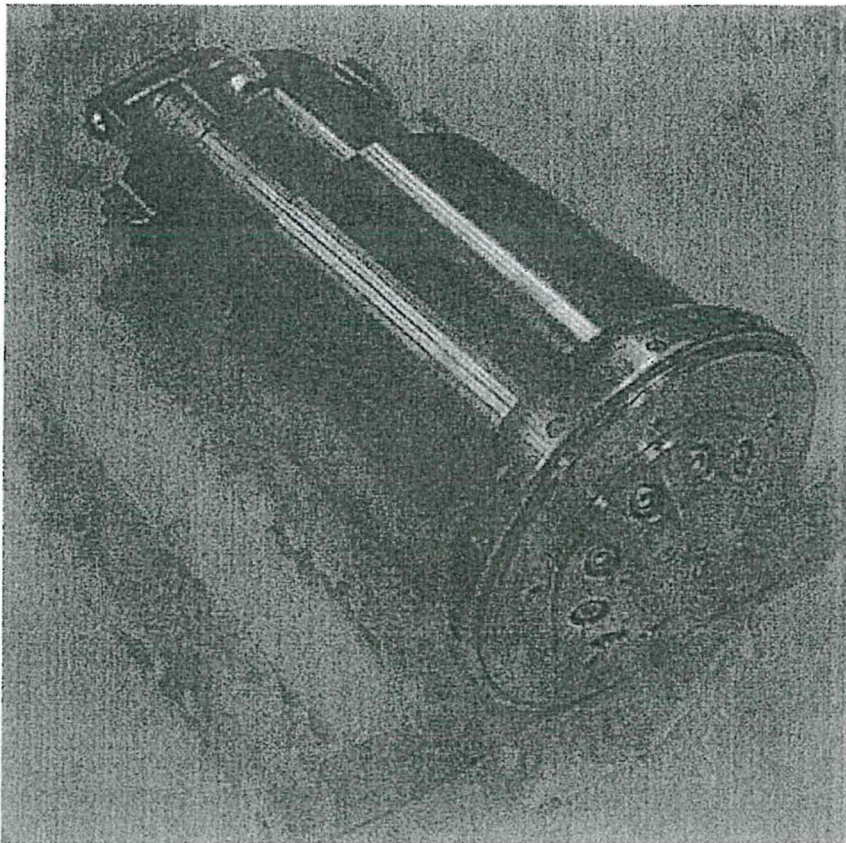


Figure 2.
 Probe with Ring Laser Gyroscope, the robust housing is suitable for a rough environment with high vibrations and shock loading. The unit contains three perpendicular installed RLG's and three perpendicular installed servo-balanced accelerometers, as well as micro-controllers for processing and filtering of the measured data. The total unit is build into the drillstring close to the drillhead. This drillstring part contains a second micro-controller for processing of strain gage and mud pressure signals, as well as for modulation and transmission.

The Brownline gyroscopic probe system is presently being build. For the gyroscopic systems Brownline cooperates with iMAR of St Ingbert, Germany.

The gyroscopic navigation tool gives the following signals at a rate of ten times per second via a wireline to the surface receiver :

- Roll, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,02 [degr.]
- Pitch, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,01 [degr.]
- Azimuth , accuracy (3 Sigma) : +/- 0,04 [degr.]
- Vibration level
- Temperature, accuracy : +/- 0,5 [degr. C]
- Mud pressure, accuracy : +/- 0.05 [bar]
- E-power state
- Too high RPM (binary : TRUE or FALSE)
- Error message
- Status message
- North seeking state
- Pulling / pushing force.
- Bending moment (radius).
- Steering torque.

The wireline connection is a single wire used for electric power supply to the downhole system and used for signal transmission to the surface. Downhole batteries are provided for continuation of power supply, while a drill pipe is connected. The wireless option, as used for the magnetometer based systems could also be used, but the update rate is lower and larger downhole battery packs are required.

The downhole processing is very powerful, extensive filter technologies are used, based on iMAR's well-known system algorithme for sea and land navigation systems.

3.SIGNAL PROCESSING AND HUMAN MACHINE INTERFACES (HMI).

For both the magnetometer based and the gyroscopic navigation systems, Brownline uses a receiver unit at the surface. This receiver unit receives the downline string, either wireless or via a wireline and demodulates the signals. Also the cylinder stroke measurement signal of the drilling machine is received on this receiver unit. The receiver unit is connected with a PC, where the trajectory advice is computed. The planned trajectory is compared with the trajectory calculated from the measured downhole pipe length, the actual azimuth angle and the actual pitch.

Figure 3 depicts the HMI guidance display for the magnetometer based system.

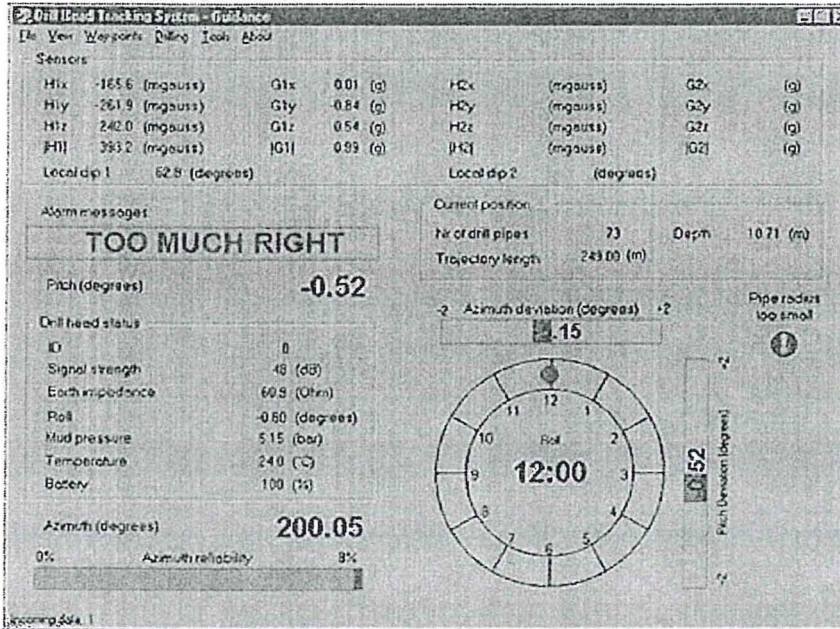


Figure 3. Guidance display of present magnetometer based navigation system. When the azimuth and pitch deviation is kept at zero, the desired track is followed. The reliability bar indicates whether a disturbance of the Earth's magnetic field exists.

At the drilling machine a drilling engineer display is installed giving information on the actual difference between the desired and the actual track and the roll angle of the tool face. Also warnings etc. are given in case of dangerous steering actions. Figure 4 shows the drilling engineer's display.

At the surveyors' display, at different pages, also information (graphical and numerical) is given on the planned and the actual track.

Reports can be given in local grid co-ordinates or in WGS84 format.

The Ring Laser Gyroscope unit also is very well suitable to be used for surveying after reaming and installation of a pipe. This unit will then be used in conjunction with a DGPS (RTK) system. The DGPS is used to precisely measure the entry and the exit location of the drilled trajectory. This combination gives unsurpassed surveying accuracy. Again reports are given in local grid co-ordinates or in WGS84 format.

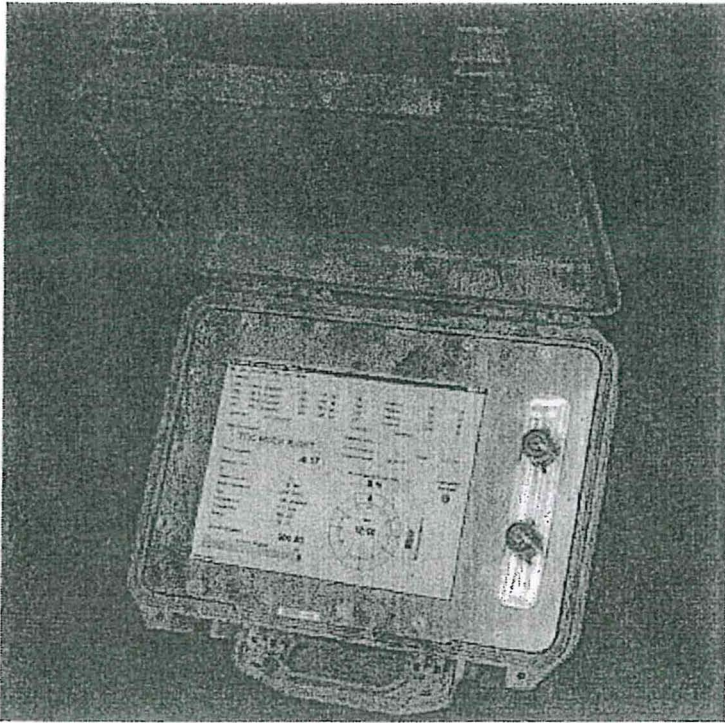
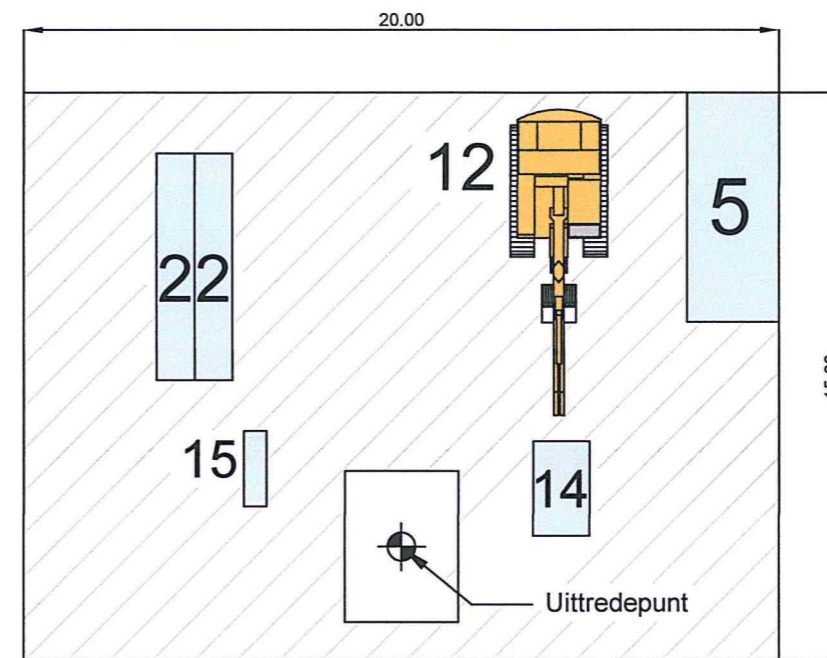
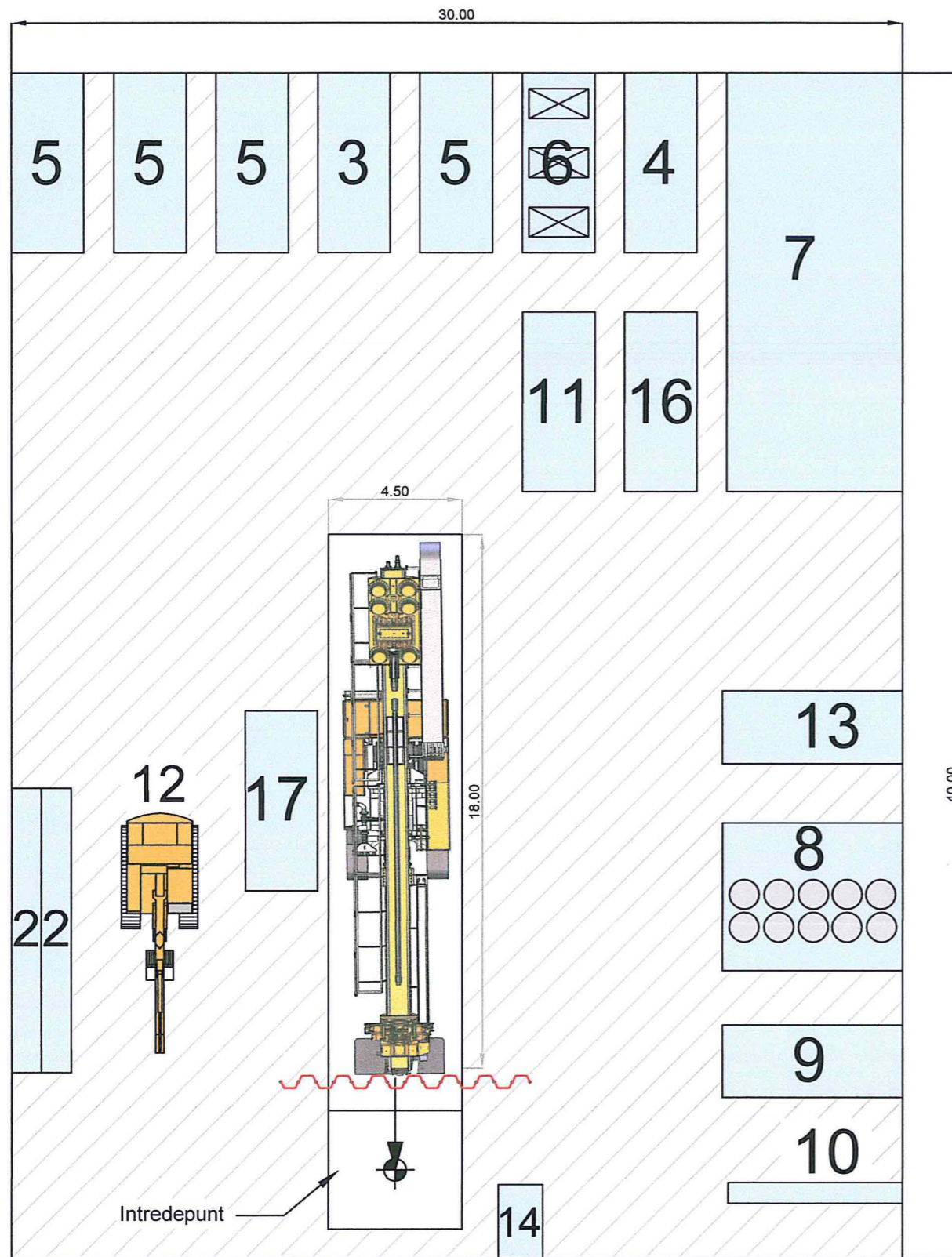


Figure 4. The display of the drilling engineer, which additional to the PC display of the surveyor. The drilling engineer pushes a button to let the software count for the number of pipes of known length. For RLG system the drilling machine cylinder stroke is measured to avoid human errors.

4. PRESENT BROWNLIN DEVELOPMENTS.

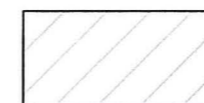
The RLG based navigation tool is being build. iMAR and Brownline will apply this tool for actual drilling operations starting from September 2004.

Bijlage 5 Opstellingstekening maxi Rig



nr	Omschrijving	Aantal	Afmeting (m)
1	Maxi rig 100/150 ton	1	18.00 x 4.50
2	Boorstangen	1	9.60 x 0.80 x 0.80
3	Betoniet pomp unit (2500 liter)	1	6.06 x 2.44
4	Betoniet mix-unit	1	ca. 4.00 x 2.50
5	Vorraadtank mud/zandopvang	1	6.06 x 2.44
6	Recycling	1	6.06 x 2.44
7	Zanddepot	1	6.06 x 2.44
8	Betonietopslag	1	-
9	Materiaalopslag	1	6.06 x 2.44
10	Open-top container voor slangen	2	6.06 x 2.44
11	Generator 250 kV	1	6.06 x 2.44
12	Kraan	1	-
13	Kantine	1	6.06 x 2.44
14	Slurry pomp (vuilwater)	1	1.50 x 2.50
15	Break-out unit	1	2.00 x 0.60
16	Power-Pack	1	6.06 x 2.44
17	Besturingscontainer	1	6.06 x 2.44

Verklaring



Rijplaten

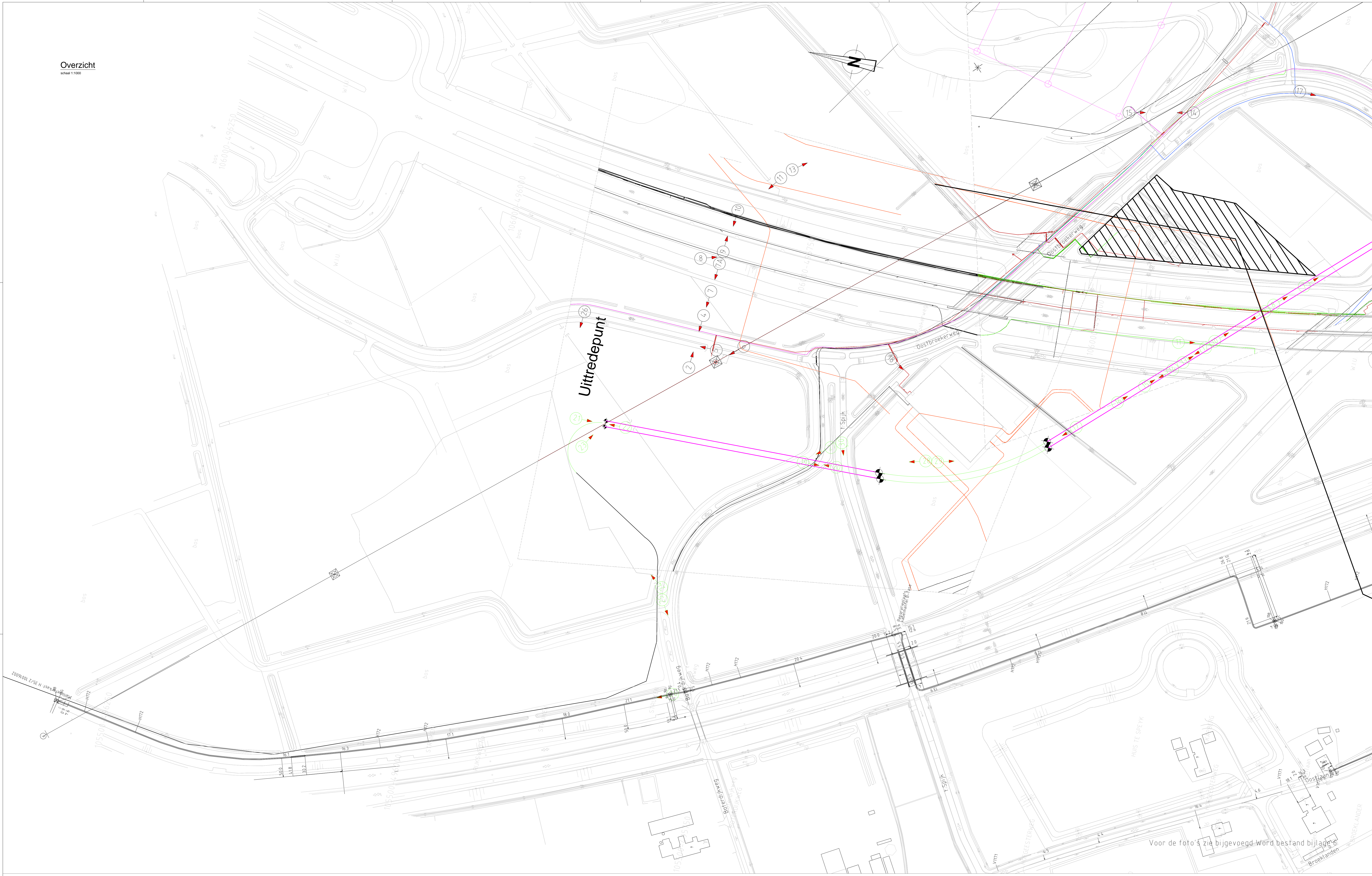
- Opmerkingen:**
- Definitieve opstelling wordt in het werk bepaald
 - Rig en pipe site bereikbaar via platenbaan vanaf verharde weg

**OPSTELLINGSTEKENING MAXI RIG
100/150 TONNER**

SCHAAL 1:200
FORMAAT: A3

Certified:
ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18000
VCA-P

Bijlage 6 Tekening locatie foto's en foto's



Voor de foto's zie bijgevoegd Word bestand bijlage 5

Opdrachtgever: TenneT TSO B.V.		Aanvraagnummer project:		Schied: zie tek. Formaat: A0		Afdeling: Ontwerp & Control	
Datum: 01-07-2013		Naam:		Foto's van het tracé		Akkord: 01-07-2013	
Datum: 01-07-2013		Foto's van het tracé		Status: Concept		Datum: 01-07-2013	
Datum: 01-07-2013		A9 t.h.v. Oostbroekerweg/1 Spijk		Foto's van het tracé		Datum: 01-07-2013	
Datum: 01-07-2013		A9 t.h.v. Oostbroekerweg/1 Spijk		Foto's van het tracé		Datum: 01-07-2013	
Datum: 01-07-2013		A9 t.h.v. Oostbroekerweg/1 Spijk		Foto's van het tracé		Datum: 01-07-2013	
Datum: 01-07-2013		A9 t.h.v. Oostbroekerweg/1 Spijk		Foto's van het tracé		Datum: 01-07-2013	
Datum: 01-07-2013		A9 t.h.v. Oostbroekerweg/1 Spijk		Foto's van het tracé		Datum: 01-07-2013	
Datum: 01-07-2013		A9 t.h.v. Oostbroekerweg/1 Spijk		Foto's van het tracé		Datum: 01-07-2013	
Datum: 01-07-2013		A9 t.h.v. Oostbroekerweg/1 Spijk		Foto's van het tracé		Datum: 01-07-2013	

REDDYN RT0289-H 130705 Foto's 9/1



1) Intredepunten richting uitredepunt



2) Poel achter intredepunt (1)



3) Poel achter intredepunt (2)



4) Sloot tussen intredepunt en Oostbroekerweg



5) Vanaf Oostbroekerweg richting intredepunt



6) Vanaf sloot Oostbroekerweg richting uitredepunt



7) Vanaf bermsloot oostzijde A9 richting intredepunt



8) Vanaf oostzijde A9 bovenzijde richting intredepunt



9) Vanaf oostzijde A9 bovenzijde richting uitredepunt



10) Vanaf westzijde A9 bovenzijde richting intredepunt



11) Hectometerpaal ter hoogte van kruising aan westzijde A9



12) Vanaf bovenzijde westzijde A9 richting uittredepunt



13) Onderzijde talud westzijde A9 richting intredepunt



14) Onderzijde talud westzijde A9 richting uitredepunt



15) Locatie tussen A9 westzijde en Gasunielocatie richting intredepunt (1)



16) Locatie tussen A9 westzijde en Gasunielocatie richting intredepunt (2)



17) Locatie tussen A9 westzijde en Gasuniestation richting uittredepunt (3)



18) Gasuniestation wat aan de achterzijde gekruist wordt



19) Vanaf noordzijde 't Spijk richting intredepunt



20) Vanaf 't Spijk richting uittredepunt



21) Vanaf uittredepunt richting intredepunt



22) Achter uittredepunt



23) Toegang voor het uittredepunt



24) Uitleg tracé buizen zijde uittredepunt (1)



25) Uitleg tracé buizen zijde uittredepunt (2)



26) Uitleg tracé buizen zijde uittredepunt (3)



27) Fietspad tussen uittredepunt en 't Spijk



28) Open gedeelte langs Gasuniestation richting uittredepunt

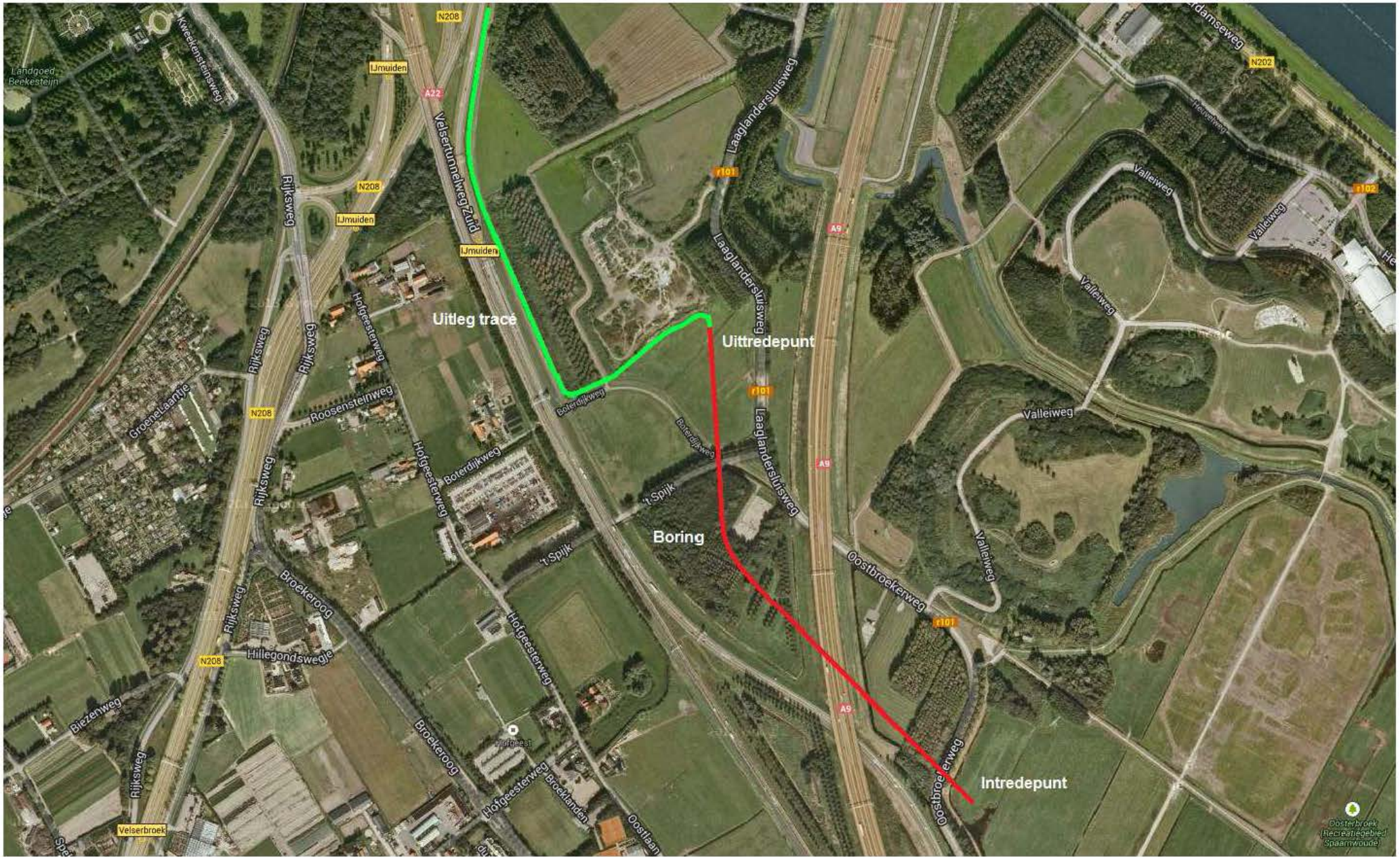


29) Open gedeelte langs Gasuniestation richting intredepunt



30) Vanaf 't Spijk richting boorlijn

Bijlage 7 Uitlegtracé boring



Bijlage 8 Concept M Drill berekeningen

- Mantelbuizen ongevuld
- Mantelbuizen gevuld

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 18-7-2013
Tijd van rapport: 7:36:30

Bestandsnaam: O:\..14. Werkvoorbereiding\M Drill\M Drill A9 Quickscan Alt 3 ongevuld

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	4
2.1 Gebruikt model	4
2.2 Laagscheidingen	4
2.3 PN-Lijnen	4
2.4 Freatische Lijn	4
2.5 Grondprofielen	4
2.6 Grenslagen	4
2.7 Configuratie van de Pijpleiding	5
2.8 Berekenings Verticalen	5
2.9 Materiaaltypen	6
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding	6
2.11 Gegevens voor Leidingberekening	8
2.12 Geometrie	8
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail	8
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht	9
2.13 Boorvloestofdruk Gegevens	9
2.14 Factoren	9
3 Boorvloestofdrukken	11
3.1 Boorvloestofdruk Gegevens	11
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloestofdruk	13
3.3 Boorvloestofdruk Grafieken	14
3.3.1 Boorvloestofdrukken tijdens Pilotboring	14
3.3.2 Boorvloestofdrukken tijdens Voorruimen	15
3.3.3 Boorvloestofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	16
4 Grondmechanische Parameters	17
4.1 Grondmechanische Parameters mantelbuis7, 250 HDPE: leiding no. 1	17
4.2 Grondmechanische Parameters mantelbuis6, 250 HDPE: leiding no. 2	18
4.3 Grondmechanische Parameters mantelbuis 5, 250 HDPE: leiding no. 3	20
4.4 Grondmechanische Parameters mantelbuis 4, 250 HDPE: leiding no. 4	22
4.5 Grondmechanische Parameters mantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	24
4.6 Grondmechanische Parameters mantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	26
4.7 Grondmechanische Parameters mantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	28
5 Gegevens voor Spanningsanalyse	31
5.1 Algemene gegevens	31
5.2 Ballasten Leiding	31
5.3 Trekkkrachtberekening	31
6 Spanningsanalysemantelbuis7, 250 HDPE: leiding no. 1	33
6.1 Materiaalgegevensmantelbuis7, 250 HDPE: leiding no. 1	33
6.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis7, 250 HDPE: leiding no. 1	33
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	33
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	34
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	34
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsstoestand in Drukloze Situatie	34
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsstoestand met Inwendige Druk	34
6.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis7, 250 HDPE: leiding no. 1	35
6.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis7, 250 HDPE: leiding no. 1	36
7 Spanningsanalysemantelbuis6, 250 HDPE: leiding no. 2	37
7.1 Materiaalgegevensmantelbuis6, 250 HDPE: leiding no. 2	37
7.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis6, 250 HDPE: leiding no. 2	37
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	37
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	38
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	38
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsstoestand in Drukloze Situatie	38
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsstoestand met Inwendige Druk	38
7.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis6, 250 HDPE: leiding no. 2	39
7.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis6, 250 HDPE: leiding no. 2	40
8 Spanningsanalysemantelbuis 5, 250 HDPE: leiding no. 3	41
8.1 Materiaalgegevensmantelbuis 5, 250 HDPE: leiding no. 3	41

8.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 5, 250 HDPE: leiding no. 3	41
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	41
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	42
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	42
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	42
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	42
8.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 5, 250 HDPE: leiding no. 3	43
8.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 5, 250 HDPE: leiding no. 3	44
9 Spanningsanalysemantelbuis 4, 250 HDPE: leiding no. 4	45
9.1 Materiaalgegevensmantelbuis 4, 250 HDPE: leiding no. 4	45
9.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 4, 250 HDPE: leiding no. 4	45
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	45
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	46
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	46
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	46
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	46
9.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 4, 250 HDPE: leiding no. 4	47
9.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 4, 250 HDPE: leiding no. 4	48
10 Spanningsanalysemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	49
10.1 Materiaalgegevensmantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	49
10.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	49
10.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	49
10.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	50
10.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	50
10.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	50
10.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	50
10.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	51
10.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	52
11 Spanningsanalysemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	53
11.1 Materiaalgegevensmantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	53
11.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	53
11.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	53
11.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	54
11.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	54
11.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	54
11.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	54
11.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	55
11.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	56
12 Spanningsanalysemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	57
12.1 Materiaalgegevensmantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	57
12.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	57
12.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	57
12.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	58
12.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	58
12.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	58
12.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	58
12.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	59
12.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	60

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	-20,000	-0,518	25,870	26,860	30,850
1 - Y -	0,000	0,000	0,000	-1,466	-1,400
1 - X -	31,630	153,140	153,340	157,590	158,510
1 - Y -	0,150	0,400	-1,410	-1,410	0,600
1 - X -	168,380	169,330	173,060	173,800	177,770
1 - Y -	0,565	-1,410	-1,410	0,600	0,900
1 - X -	181,070	185,130	186,140	188,220	189,000
1 - Y -	0,900	0,550	-1,410	-1,410	0,550
1 - X -	195,370	197,280	199,080	204,210	210,410
1 - Y -	0,484	-1,410	-1,475	1,050	1,050
1 - X -	214,320	215,030	216,310	216,960	405,460
1 - Y -	0,830	-1,400	-1,279	0,450	0,450
1 - X -	406,630	408,790	409,460	499,970	501,370
1 - Y -	-1,700	-1,700	-0,150	-0,100	-1,700
1 - X -	508,010	509,240	518,380	529,390	548,860
1 - Y -	-1,700	-0,200	0,250	1,840	7,130
1 - X -	553,070	601,540	609,640	630,640	648,820
1 - Y -	7,400	6,890	6,720	0,980	-0,240
1 - X -	650,390	660,620	661,990	791,270	792,380
1 - Y -	-1,700	-1,700	-0,240	-0,240	-1,700
1 - X -	793,430	794,240	798,380	811,430	822,620
1 - Y -	-1,700	0,200	0,740	0,560	-0,230
1 - X -	823,880	826,910	830,660	835,090	857,000
1 - Y -	-1,700	-1,700	-0,550	-0,230	-0,230
1 - X -	900,000				
1 - Y -	-0,230				
0 - X -	-20,000	900,000			
0 - Y -	-19,721	-19,151			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	-20,000	900,000			
1 - Y -	-0,655	-0,484			

2.4 Freatische Lijn

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

2.5 Grondprofielen

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

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde 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 0:

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coördinaat linker punt	0,00	[m]
X-coördinaat rechter punt	720,75	[m]
Y-coördinaat rechter punt	-370,46	[m]
Z-coördinaat rechter punt	-0,23	[m]
Hoek links	15,00	[graden]
Hoek rechts	15,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-15,80	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	350,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	350,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	350,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	1	[-]

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken

Bocht nr.	X1-coord [m]	Z1-coord [m]	X2-coord [m]	Z2-coord [m]	Kromtestraal [m]	Richting [-]
1	236,74	0,00	371,45	-52,17	200,00	links

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
1	10,00	-2,68	0,00
2	30,24	-7,71	0,00
3	50,49	-11,52	0,00
4	70,73	-14,11	0,00
5	90,98	-15,52	0,00
6	111,22	-15,80	0,00
7	131,46	-15,80	0,00
8	151,71	-15,80	0,00
9	171,95	-15,80	0,00
10	192,20	-15,80	0,00
11	212,44	-15,80	0,00
12	232,68	-15,80	0,00
13	252,93	-15,80	0,00
14	273,17	-15,80	0,00
15	293,41	-15,80	0,00
16	313,66	-15,80	0,00
17	333,90	-15,80	0,00
18	354,15	-15,80	0,00
19	374,39	-15,80	0,00
20	394,63	-15,80	0,00
21	414,88	-15,80	0,00
22	435,12	-15,80	0,00
23	455,37	-15,80	0,00
24	475,61	-15,80	0,00
25	495,85	-15,80	0,00
26	516,10	-15,80	0,00
27	536,34	-15,80	0,00
28	556,59	-15,80	0,00
29	576,83	-15,80	0,00
30	597,07	-15,80	0,00
31	617,32	-15,80	0,00
32	637,56	-15,80	0,00
33	657,80	-15,80	0,00
34	678,05	-15,80	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
35	698,29	-15,80	0,00
36	718,54	-15,80	0,00
37	738,78	-15,80	0,00
38	759,02	-15,75	0,00
39	779,27	-14,81	0,00
40	799,51	-12,69	0,00
41	819,76	-9,36	0,00
42	840,00	-4,79	0,00

Locaties berekenings verticalen; 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/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	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 vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	125000	125000

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Zand vast	-	-	0,30

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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidentele druk	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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidentele druk	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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 5

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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 6

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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 7

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	1200	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	300	[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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]

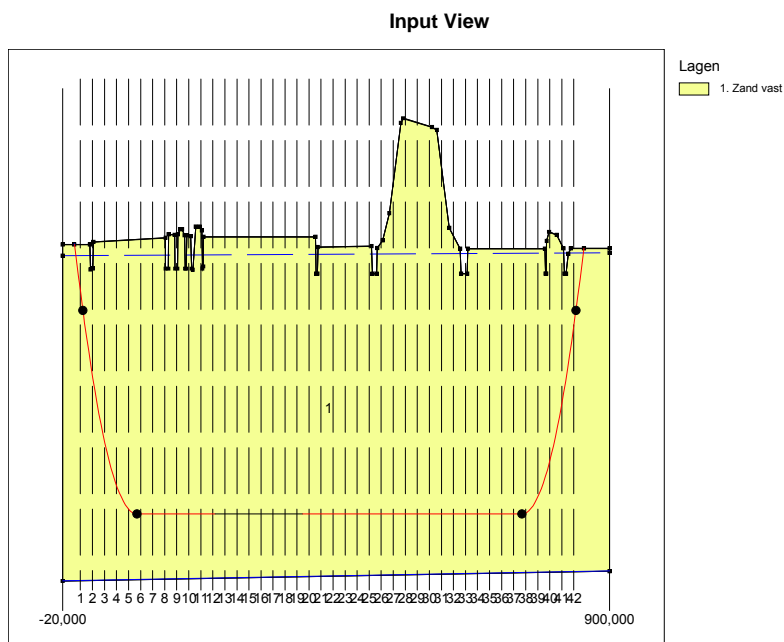
Incidenteledruk 0,00 [kPa]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m ³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ³]
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	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

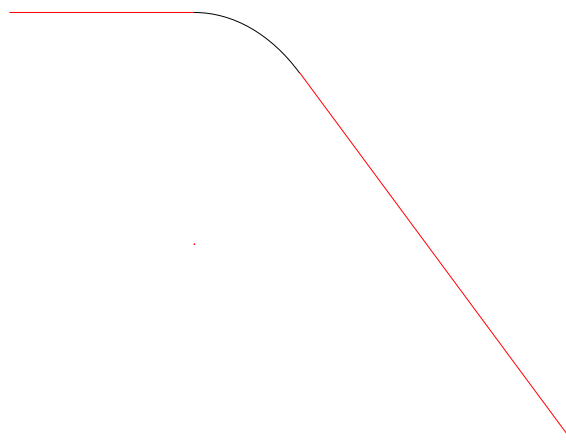
2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View



2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,320	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,145	[m]
Diameter boorgat voorruimen	0,580	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,145	[m]
Diameter uiteindelijke boorgat	1,040	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,661	[m]
Debiet tijdens pilotboring	1000,2	[liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	1500,0	[liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	1500,0	[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	1,40	[-]
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 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	279	214	34	345
2	477	697	97	393
3	737	1415	147	428
4	848	1618	184	449
5	907	1725	207	457
6	920	1750	218	452
7	922	1755	225	445
8	924	1759	233	437
9	847	1597	240	430
10	930	1771	248	422
11	952	1815	255	414
12	927	1764	263	407
13	927	1764	271	399
14	927	1764	278	392
15	927	1764	286	384
16	927	1763	293	377
17	927	1763	301	369
18	927	1763	308	361
19	927	1763	316	354
20	927	1763	324	346
21	896	1699	331	339
22	896	1700	339	331
23	897	1701	346	324
24	897	1702	354	316
25	898	1703	361	308
26	910	1729	369	301
27	1086	2093	377	293
28	1247	2428	384	286
29	1238	2409	392	278
30	1228	2390	399	271
31	1126	2178	407	263
32	929	1768	414	255
33	838	1579	422	248
34	890	1687	429	240
35	890	1686	437	233
36	890	1686	445	225
37	890	1686	452	218
38	888	1682	459	209
39	849	1612	456	191
40	814	1561	440	160
41	625	1130	411	116
42	381	449	368	57

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	279	150	31	34
2	477	522	90	97
3	737	1236	135	147
4	848	1539	167	184
5	907	1693	185	207
6	920	1727	191	218
7	922	1733	194	225

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
8	924	1738	196	233
9	847	1514	199	240
10	930	1755	202	248
11	952	1813	205	255
12	927	1745	207	259
13	927	1745	210	256
14	927	1745	213	253
15	927	1745	216	250
16	927	1745	219	248
17	927	1744	221	245
18	927	1744	224	242
19	927	1744	227	239
20	927	1744	230	236
21	896	1658	232	234
22	896	1660	235	231
23	897	1661	238	228
24	897	1663	241	225
25	898	1664	244	223
26	910	1699	246	220
27	1086	2093	249	217
28	1247	2428	252	214
29	1238	2409	255	211
30	1228	2390	257	209
31	1126	2178	260	206
32	929	1751	255	203
33	838	1486	248	200
34	890	1643	240	198
35	890	1643	233	195
36	890	1643	225	192
37	890	1642	218	189
38	888	1637	209	186
39	849	1537	191	173
40	814	1452	160	146
41	625	921	116	107
42	381	322	57	53

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	279	107	31	31
2	477	380	90	90
3	737	973	136	135
4	848	1275	168	167
5	907	1439	187	185
6	920	1476	193	191
7	922	1482	196	194
8	924	1488	199	196
9	847	1255	202	199
10	930	1505	205	202
11	952	1566	209	205
12	927	1495	212	207
13	927	1495	215	210
14	927	1495	218	213
15	927	1495	221	216
16	927	1494	224	219
17	927	1494	227	221
18	927	1494	231	224
19	927	1494	234	227
20	927	1494	236	230

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
21	896	1405	234	232
22	896	1406	231	235
23	897	1408	228	235
24	897	1409	225	232
25	898	1411	223	229
26	910	1447	220	226
27	1086	1957	217	223
28	1247	2417	214	220
29	1238	2392	211	217
30	1228	2366	209	213
31	1126	2075	206	210
32	929	1502	203	207
33	838	1226	200	204
34	890	1389	198	201
35	890	1389	195	198
36	890	1389	192	195
37	890	1389	189	191
38	888	1382	186	188
39	849	1277	173	174
40	814	1183	146	147
41	625	693	107	107
42	381	231	53	53

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 frac-out aangeeft richting maaiveld.

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

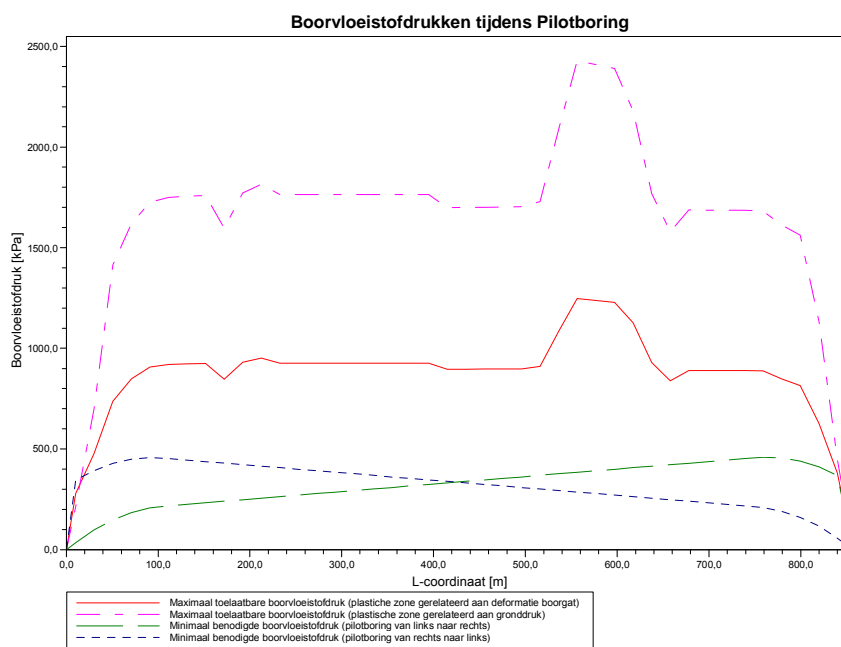
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
1	30	20	1,47	voldoet
2	86	71	1,21	voldoet
3	128	109	1,18	voldoet
4	157	135	1,16	voldoet
5	172	149	1,16	voldoet
6	175	152	1,16	voldoet
7	175	152	1,16	voldoet
8	175	152	1,16	voldoet
9	175	152	1,16	voldoet
10	175	152	1,15	voldoet
11	175	152	1,15	voldoet
12	175	152	1,15	voldoet
13	175	152	1,15	voldoet
14	175	152	1,15	voldoet
15	175	152	1,15	voldoet
16	175	152	1,15	voldoet
17	175	152	1,15	voldoet
18	175	152	1,15	voldoet
19	175	152	1,15	voldoet
20	175	152	1,15	voldoet
21	175	152	1,15	voldoet
22	175	152	1,15	voldoet
23	175	152	1,15	voldoet
24	175	152	1,15	voldoet
25	175	152	1,15	voldoet
26	175	152	1,15	voldoet
27	175	152	1,15	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
28	175	153	1,15	voldoet
29	175	153	1,15	voldoet
30	175	153	1,15	voldoet
31	175	153	1,15	voldoet
32	175	153	1,15	voldoet
33	175	153	1,15	voldoet
34	175	153	1,15	voldoet
35	175	153	1,15	voldoet
36	175	153	1,15	voldoet
37	175	153	1,15	voldoet
38	175	152	1,15	voldoet
39	164	143	1,15	voldoet
40	141	122	1,16	voldoet
41	104	89	1,17	voldoet
42	53	43	1,24	voldoet

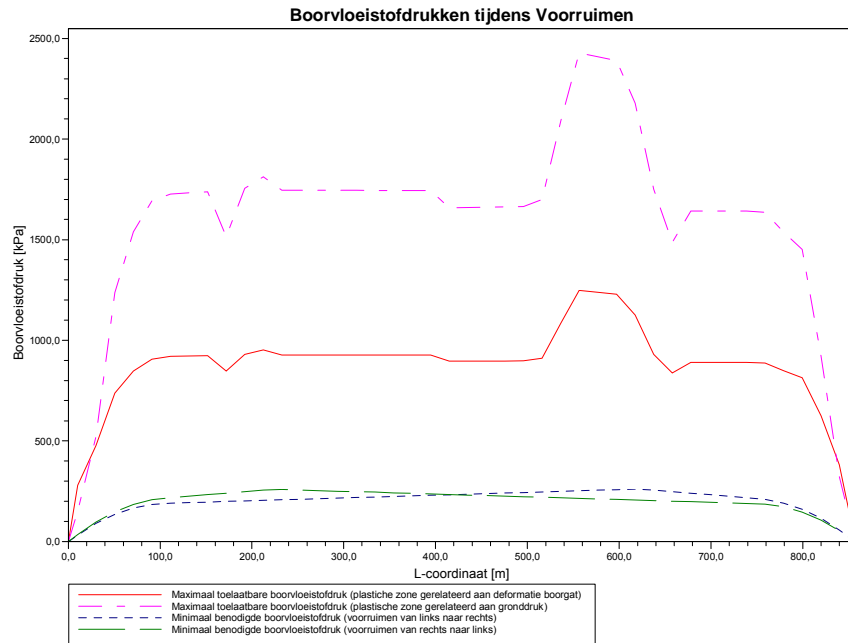
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

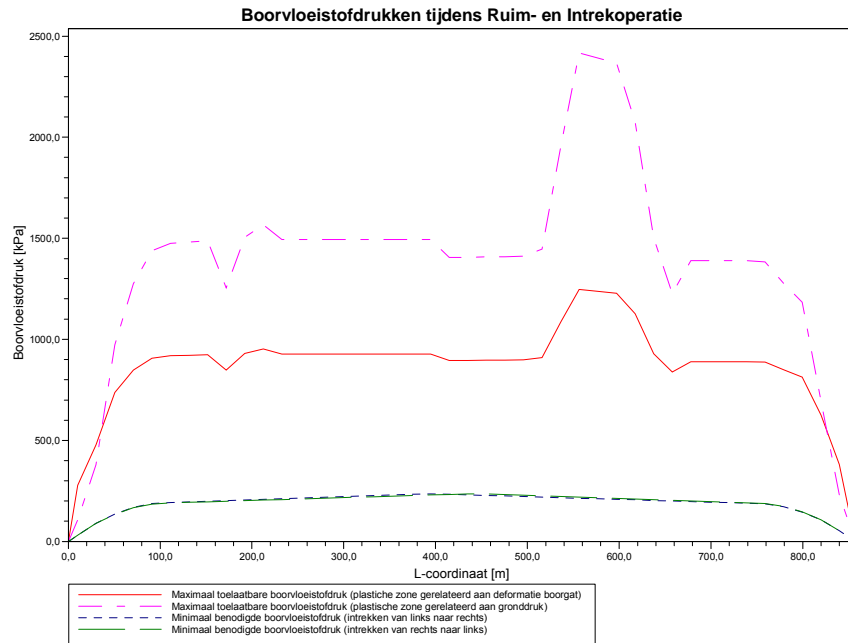
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeiستفدrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Parameters

4.1 Grondmechanische Parameters mantelbuis7, 250 HDPE: 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 beddinggetal	kN/m ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782

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]
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.2 Grondmechanische Parameters mantelbuis6, 250 HDPE: 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 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 ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.3 Grondmechanische Parameters mantelbuis 5, 250 HDPE: leiding no. 3

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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.4 Grondmechanische Parameters mantelbuis 4, 250 HDPE: 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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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 ²]
1	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

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	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.5 Grondmechanische Parameters mantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782

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]
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

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	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8

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]
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.6 Grondmechanische Parameters mantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782

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]
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

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	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8

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]
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.7 Grondmechanische Parameters mantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	393456
2	571	68	36	49	393456
3	1730	134	57	76	393456
4	1989	164	61	82	393456
5	2121	180	63	84	393456
6	2151	184	63	85	393456
7	2157	184	63	85	393456
8	2163	185	63	85	393456
9	1938	157	58	78	393456
10	2180	187	64	86	393456
11	2241	195	65	88	393456
12	2170	186	63	85	393456
13	2170	186	63	85	393456
14	2170	186	63	85	393456
15	2169	186	63	85	393456
16	2169	186	63	85	393456
17	2169	186	63	85	393456

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]
18	2169	186	63	85	393456
19	2169	186	63	85	393456
20	2168	186	63	85	393456
21	2080	175	61	82	393456
22	2081	175	61	82	393456
23	2082	175	61	82	393456
24	2084	175	61	82	393456
25	2085	175	61	82	393456
26	2121	180	62	83	393456
27	2618	248	74	99	393456
28	3068	317	83	113	393456
29	3043	313	83	112	393456
30	3017	309	82	111	393456
31	2732	265	76	103	393456
32	2175	187	63	85	393456
33	1911	154	57	77	393456
34	2062	172	60	81	393456
35	2062	172	60	81	393456
36	2062	172	60	81	393456
37	2062	172	60	81	393456
38	2057	172	60	81	393456
39	1971	161	59	80	393456
40	1924	156	61	82	393456
41	1265	105	49	67	393456
42	322	51	29	39	393456

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	393456	1640	275419	347	0,05	8
2	0	393456	3266	275419	971	0,05	8
3	0	393456	6361	275419	1730	0,05	8
4	0	393456	7732	275419	1989	0,05	8
5	0	393456	8490	275419	2121	0,05	8
6	0	393456	8672	275419	2151	0,05	8
7	0	393456	8707	275419	2157	0,05	8
8	0	393456	8743	275419	2163	0,05	8
9	0	393456	7431	275419	1938	0,05	8
10	0	393456	8846	275419	2180	0,05	8
11	0	393456	9217	275419	2241	0,05	8
12	0	393456	8784	275419	2170	0,05	8
13	0	393456	8783	275419	2170	0,05	8
14	0	393456	8781	275419	2170	0,05	8
15	0	393456	8780	275419	2169	0,05	8
16	0	393456	8779	275419	2169	0,05	8
17	0	393456	8777	275419	2169	0,05	8
18	0	393456	8776	275419	2169	0,05	8
19	0	393456	8774	275419	2169	0,05	8
20	0	393456	8773	275419	2168	0,05	8
21	0	393456	8241	275419	2080	0,05	8
22	0	393456	8250	275419	2081	0,05	8
23	0	393456	8258	275419	2082	0,05	8
24	0	393456	8267	275419	2084	0,05	8
25	0	393456	8275	275419	2085	0,05	8
26	0	393456	8487	275419	2121	0,05	8
27	0	393456	11677	275419	2618	0,05	8
28	0	393456	14907	275419	3068	0,05	8
29	0	393456	14716	275419	3043	0,05	8
30	0	393456	14526	275419	3017	0,05	8
31	0	393456	12465	275419	2732	0,05	8
32	0	393456	8814	275419	2175	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
33	0	393456	7282	275419	1911	0,05	8
34	0	393456	8140	275419	2062	0,05	8
35	0	393456	8139	275419	2062	0,05	8
36	0	393456	8137	275419	2062	0,05	8
37	0	393456	8136	275419	2062	0,05	8
38	0	393456	8107	275419	2057	0,05	8
39	0	393456	7622	275419	1971	0,05	8
40	0	393456	7384	275419	1924	0,05	8
41	0	393456	5001	275419	1438	0,05	8
42	0	393456	2469	275419	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv;r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 393456 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 806875 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	NPipes= 7 [-]
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Volumegegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,10 kN/m ³
Minimale kromtestraal	:	R = 200 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 = 311884 kN/m ³

5.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend 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 0% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	381	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	108	[kg/m]
Resultaat	:	273	[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 trekkracht in de leiding.
De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken

Bij het berekenen van de trekkrachten 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 trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	93
T2	15	102
T3	107	167
T4	754	598
T5	846	686
T6	860	695

De berekende waarden van de trekkracht 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 1,10 (alleen voor staal).

6 Spanningsanalysemantelbuis7, 250 HDPE: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevensmantelbuis7, 250 HDPE: 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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

6.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis7, 250 HDPE: 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 22,7 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:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{rol} \cdot W_b)$	=	0,5	[N/mm ²]
$\sigma_t = T1/A$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 8,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 9,1 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot Do / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

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: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

6.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

6.3 Controle van de Berekende Spanningmantelbuis7, 250 HDPE: 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_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,5	9,1	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

6.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis7, 250 HDPE: 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 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

7 Spanningsanalysemantelbuis6, 250 HDPE: leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevensmantelbuis6, 250 HDPE: 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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

7.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis6, 250 HDPE: 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 22,7 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:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,5	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 8,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 9,1 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot Do/(4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

7.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

7.3 Controle van de Berekende Spanningmantelbuis6, 250 HDPE: 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)	1,5	9,1	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

7.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis6, 250 HDPE: 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 236 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m².

8 Spanningsanalysemantelbuis 5, 250 HDPE: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevensmantelbuis 5, 250 HDPE: 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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

8.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 5, 250 HDPE: 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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{rol} \cdot W_b)$	=	0,5	[N/mm ²]
$\sigma_t = T1/A$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 8,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,max} = 9,1 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot Do / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

8.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

8.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 5, 250 HDPE: 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)	1,5	9,1	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

8.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 5, 250 HDPE: 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 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

9 Spanningsanalysemantelbuis 4, 250 HDPE: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevensmantelbuis 4, 250 HDPE: 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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

9.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 4, 250 HDPE: 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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,5	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 8,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 9,1 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

9.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

9.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 4, 250 HDPE: 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

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

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)	1,5	9,1	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

9.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 4, 250 HDPE: 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 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

10 Spanningsanalysemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

10.1 Materiaalgegevensmantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

10.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

10.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{rol} \cdot W_b)$	=	0,5	[N/mm ²]
$\sigma_t = T1/A$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

10.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 8,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,max} = 9,1 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot Do/(4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

10.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

10.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

10.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

10.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

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)	1,5	9,1	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

10.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

11 Spanningsanalysemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

11.1 Materiaalgegevensmantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

11.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

11.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,5	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

11.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 8,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 9,1 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

11.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

11.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

11.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

11.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

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)	1,5	9,1	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

11.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

12 Spanningsanalysemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

12.1 Materiaalgegevensmantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 1200 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 300 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 806875 kN/m ³

12.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

12.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,6	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

12.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 1,1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 8,6 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 9,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

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

$$qr = 0,01631 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 1,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 1,0 \quad \text{N/mm}^2$$

12.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

12.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 10,5 \quad \text{N/mm}^2$$

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

12.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

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

Ten gevolge van inwendige druk :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$	=		
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

12.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

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)	1,5	9,3	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	1,0	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 12,9 mm (5,2% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

12.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 236 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1897 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 237 kN/m².

Einde Rapport

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 18-7-2013
Tijd van rapport: 7:46:33

Bestandsnaam: O:\..14. Werkvoorbereiding\M Drill\M Drill A9 Quickscan Alt 3 gevuld

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	4
2.1 Gebruikt model	4
2.2 Laagscheidingen	4
2.3 PN-Lijnen	4
2.4 Freatische Lijn	4
2.5 Grondprofielen	4
2.6 Grenslagen	4
2.7 Configuratie van de Pijpleiding	5
2.8 Berekenings Verticalen	5
2.9 Materiaaltypen	6
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding	6
2.11 Gegevens voor Leidingberekening	8
2.12 Geometrie	8
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail	8
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht	9
2.13 Boorvloestofdruk Gegevens	9
2.14 Factoren	9
3 Boorvloestofdrukken	11
3.1 Boorvloestofdruk Gegevens	11
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloestofdruk	13
3.3 Boorvloestofdruk Grafieken	14
3.3.1 Boorvloestofdrukken tijdens Pilotboring	14
3.3.2 Boorvloestofdrukken tijdens Voorruimen	15
3.3.3 Boorvloestofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	16
4 Grondmechanische Parameters	17
4.1 Grondmechanische Parameters mantelbuis 7 , 250 HDPE: leiding no. 1	17
4.2 Grondmechanische Parameters mantelbuis 6 , 250 HDPE: leiding no. 2	18
4.3 Grondmechanische Parameters mantelbuis 5 , 250 HDPE: leiding no. 3	20
4.4 Grondmechanische Parameters mantelbuis 4 , 250 HDPE: leiding no. 4	22
4.5 Grondmechanische Parameters mantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	24
4.6 Grondmechanische Parameters mantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	26
4.7 Grondmechanische Parameters mantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	28
5 Gegevens voor Spanningsanalyse	31
5.1 Algemene gegevens	31
5.2 Ballasten Leiding	31
5.3 Trekkkrachtberekening	31
6 Spanningsanalysemantelbuis 7 , 250 HDPE: leiding no. 1	33
6.1 Materiaalgegevensmantelbuis 7 , 250 HDPE: leiding no. 1	33
6.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 7 , 250 HDPE: leiding no. 1	33
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	33
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	34
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	34
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsstoestand in Drukloze Situatie	34
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsstoestand met Inwendige Druk	34
6.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 7 , 250 HDPE: leiding no. 1	35
6.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 7 , 250 HDPE: leiding no. 1	36
7 Spanningsanalysemantelbuis 6 , 250 HDPE: leiding no. 2	37
7.1 Materiaalgegevensmantelbuis 6 , 250 HDPE: leiding no. 2	37
7.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 6 , 250 HDPE: leiding no. 2	37
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	37
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	38
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	38
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsstoestand in Drukloze Situatie	38
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsstoestand met Inwendige Druk	38
7.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 6 , 250 HDPE: leiding no. 2	39
7.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 6 , 250 HDPE: leiding no. 2	40
8 Spanningsanalysemantelbuis 5 , 250 HDPE: leiding no. 3	41
8.1 Materiaalgegevensmantelbuis 5 , 250 HDPE: leiding no. 3	41

8.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 5 , 250 HDPE: leiding no. 3	41
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	41
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	42
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	42
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	42
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	42
8.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 5 , 250 HDPE: leiding no. 3	43
8.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 5 , 250 HDPE: leiding no. 3	44
9 Spanningsanalysemantelbuis 4 , 250 HDPE: leiding no. 4	45
9.1 Materiaalgegevensmantelbuis 4 , 250 HDPE: leiding no. 4	45
9.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 4 , 250 HDPE: leiding no. 4	45
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	45
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	46
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	46
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	46
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	46
9.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 4 , 250 HDPE: leiding no. 4	47
9.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 4 , 250 HDPE: leiding no. 4	48
10 Spanningsanalysemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	49
10.1 Materiaalgegevensmantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	49
10.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	49
10.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	49
10.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	50
10.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	50
10.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	50
10.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	50
10.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	51
10.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5	52
11 Spanningsanalysemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	53
11.1 Materiaalgegevensmantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	53
11.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	53
11.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	53
11.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	54
11.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	54
11.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	54
11.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	54
11.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	55
11.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6	56
12 Spanningsanalysemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	57
12.1 Materiaalgegevensmantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	57
12.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	57
12.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	57
12.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	58
12.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	58
12.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	58
12.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	58
12.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	59
12.3.1 Toetsing op Implosiemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7	60

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	-20,000	-0,518	25,870	26,860	30,850
1 - Y -	0,000	0,000	0,000	-1,466	-1,400
1 - X -	31,630	153,140	153,340	157,590	158,510
1 - Y -	0,150	0,400	-1,410	-1,410	0,600
1 - X -	168,380	169,330	173,060	173,800	177,770
1 - Y -	0,565	-1,410	-1,410	0,600	0,900
1 - X -	181,070	185,130	186,140	188,220	189,000
1 - Y -	0,900	0,550	-1,410	-1,410	0,550
1 - X -	195,370	197,280	199,080	204,210	210,410
1 - Y -	0,484	-1,410	-1,475	1,050	1,050
1 - X -	214,320	215,030	216,310	216,960	405,460
1 - Y -	0,830	-1,400	-1,279	0,450	0,450
1 - X -	406,630	408,790	409,460	499,970	501,370
1 - Y -	-1,700	-1,700	-0,150	-0,100	-1,700
1 - X -	508,010	509,240	518,380	529,390	548,860
1 - Y -	-1,700	-0,200	0,250	1,840	7,130
1 - X -	553,070	601,540	609,640	630,640	648,820
1 - Y -	7,400	6,890	6,720	0,980	-0,240
1 - X -	650,390	660,620	661,990	791,270	792,380
1 - Y -	-1,700	-1,700	-0,240	-0,240	-1,700
1 - X -	793,430	794,240	798,380	811,430	822,620
1 - Y -	-1,700	0,200	0,740	0,560	-0,230
1 - X -	823,880	826,910	830,660	835,090	857,000
1 - Y -	-1,700	-1,700	-0,550	-0,230	-0,230
1 - X -	900,000				
1 - Y -	-0,230				
0 - X -	-20,000	900,000			
0 - Y -	-19,721	-19,151			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	-20,000	900,000			
1 - Y -	-0,655	-0,484			

2.4 Freatische Lijn

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

2.5 Grondprofielen

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

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde 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 0:

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coördinaat linker punt	0,00	[m]
X-coördinaat rechter punt	720,75	[m]
Y-coördinaat rechter punt	-370,46	[m]
Z-coördinaat rechter punt	-0,23	[m]
Hoek links	15,00	[graden]
Hoek rechts	15,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-15,80	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	350,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	350,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	350,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	1	[-]

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken

Bocht nr.	X1-coord [m]	Z1-coord [m]	X2-coord [m]	Z2-coord [m]	Kromtestraal [m]	Richting [-]
1	236,74	0,00	371,45	-52,17	200,00	links

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
1	10,00	-2,68	0,00
2	30,24	-7,71	0,00
3	50,49	-11,52	0,00
4	70,73	-14,11	0,00
5	90,98	-15,52	0,00
6	111,22	-15,80	0,00
7	131,46	-15,80	0,00
8	151,71	-15,80	0,00
9	171,95	-15,80	0,00
10	192,20	-15,80	0,00
11	212,44	-15,80	0,00
12	232,68	-15,80	0,00
13	252,93	-15,80	0,00
14	273,17	-15,80	0,00
15	293,41	-15,80	0,00
16	313,66	-15,80	0,00
17	333,90	-15,80	0,00
18	354,15	-15,80	0,00
19	374,39	-15,80	0,00
20	394,63	-15,80	0,00
21	414,88	-15,80	0,00
22	435,12	-15,80	0,00
23	455,37	-15,80	0,00
24	475,61	-15,80	0,00
25	495,85	-15,80	0,00
26	516,10	-15,80	0,00
27	536,34	-15,80	0,00
28	556,59	-15,80	0,00
29	576,83	-15,80	0,00
30	597,07	-15,80	0,00
31	617,32	-15,80	0,00
32	637,56	-15,80	0,00
33	657,80	-15,80	0,00
34	678,05	-15,80	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
35	698,29	-15,80	0,00
36	718,54	-15,80	0,00
37	738,78	-15,80	0,00
38	759,02	-15,75	0,00
39	779,27	-14,81	0,00
40	799,51	-12,69	0,00
41	819,76	-9,36	0,00
42	840,00	-4,79	0,00

Locaties berekenings verticalen; 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/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	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 vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	125000	125000

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Zand vast	-	-	0,30

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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidentele druk	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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidentele druk	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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 5

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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 6

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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 7

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	1200	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	300	[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	250,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]

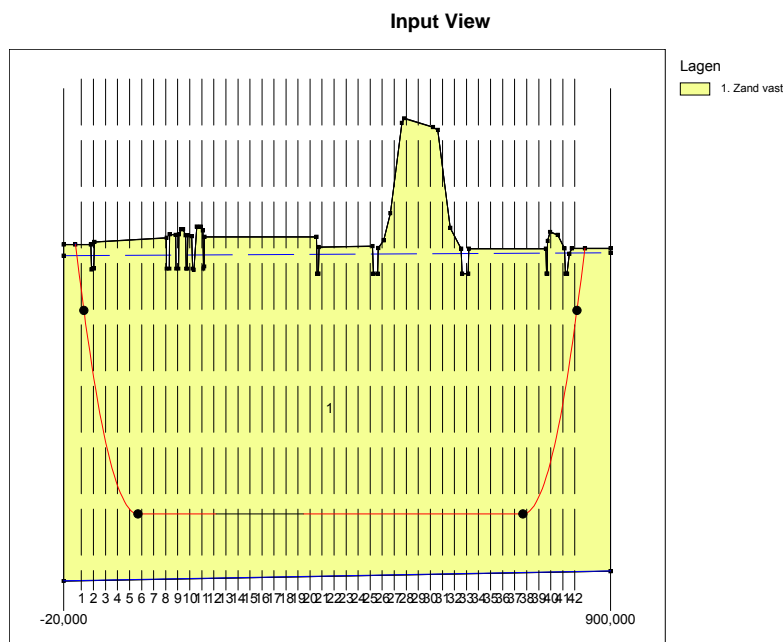
Incidenteledruk 0,00 [kPa]

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]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ³]
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	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

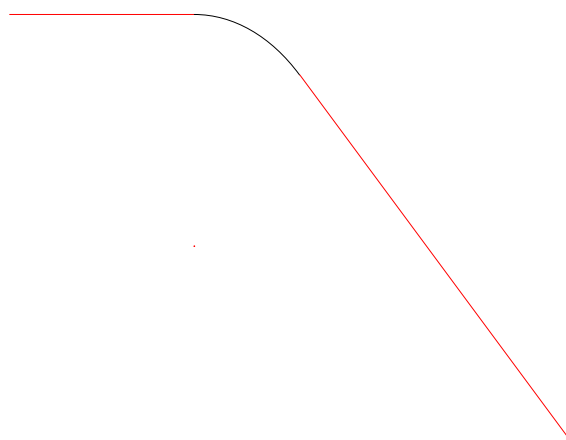
2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View



2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,320	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,145	[m]
Diameter boorgat voorruimen	0,580	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,145	[m]
Diameter uiteindelijke boorgat	1,040	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,661	[m]
Debiet tijdens pilotboring	1000,2	[liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	1500,0	[liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	1500,0	[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	1,40	[-]
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 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	279	214	34	345
2	477	697	97	393
3	737	1415	147	428
4	848	1618	184	449
5	907	1725	207	457
6	920	1750	218	452
7	922	1755	225	445
8	924	1759	233	437
9	847	1597	240	430
10	930	1771	248	422
11	952	1815	255	414
12	927	1764	263	407
13	927	1764	271	399
14	927	1764	278	392
15	927	1764	286	384
16	927	1763	293	377
17	927	1763	301	369
18	927	1763	308	361
19	927	1763	316	354
20	927	1763	324	346
21	896	1699	331	339
22	896	1700	339	331
23	897	1701	346	324
24	897	1702	354	316
25	898	1703	361	308
26	910	1729	369	301
27	1086	2093	377	293
28	1247	2428	384	286
29	1238	2409	392	278
30	1228	2390	399	271
31	1126	2178	407	263
32	929	1768	414	255
33	838	1579	422	248
34	890	1687	429	240
35	890	1686	437	233
36	890	1686	445	225
37	890	1686	452	218
38	888	1682	459	209
39	849	1612	456	191
40	814	1561	440	160
41	625	1130	411	116
42	381	449	368	57

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	279	150	31	34
2	477	522	90	97
3	737	1236	135	147
4	848	1539	167	184
5	907	1693	185	207
6	920	1727	191	218
7	922	1733	194	225

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
8	924	1738	196	233
9	847	1514	199	240
10	930	1755	202	248
11	952	1813	205	255
12	927	1745	207	259
13	927	1745	210	256
14	927	1745	213	253
15	927	1745	216	250
16	927	1745	219	248
17	927	1744	221	245
18	927	1744	224	242
19	927	1744	227	239
20	927	1744	230	236
21	896	1658	232	234
22	896	1660	235	231
23	897	1661	238	228
24	897	1663	241	225
25	898	1664	244	223
26	910	1699	246	220
27	1086	2093	249	217
28	1247	2428	252	214
29	1238	2409	255	211
30	1228	2390	257	209
31	1126	2178	260	206
32	929	1751	255	203
33	838	1486	248	200
34	890	1643	240	198
35	890	1643	233	195
36	890	1643	225	192
37	890	1642	218	189
38	888	1637	209	186
39	849	1537	191	173
40	814	1452	160	146
41	625	921	116	107
42	381	322	57	53

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	279	107	31	31
2	477	380	90	90
3	737	973	136	135
4	848	1275	168	167
5	907	1439	187	185
6	920	1476	193	191
7	922	1482	196	194
8	924	1488	199	196
9	847	1255	202	199
10	930	1505	205	202
11	952	1566	209	205
12	927	1495	212	207
13	927	1495	215	210
14	927	1495	218	213
15	927	1495	221	216
16	927	1494	224	219
17	927	1494	227	221
18	927	1494	231	224
19	927	1494	234	227
20	927	1494	236	230

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
21	896	1405	234	232
22	896	1406	231	235
23	897	1408	228	235
24	897	1409	225	232
25	898	1411	223	229
26	910	1447	220	226
27	1086	1957	217	223
28	1247	2417	214	220
29	1238	2392	211	217
30	1228	2366	209	213
31	1126	2075	206	210
32	929	1502	203	207
33	838	1226	200	204
34	890	1389	198	201
35	890	1389	195	198
36	890	1389	192	195
37	890	1389	189	191
38	888	1382	186	188
39	849	1277	173	174
40	814	1183	146	147
41	625	693	107	107
42	381	231	53	53

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 frac-out aangeeft richting maaiveld.

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

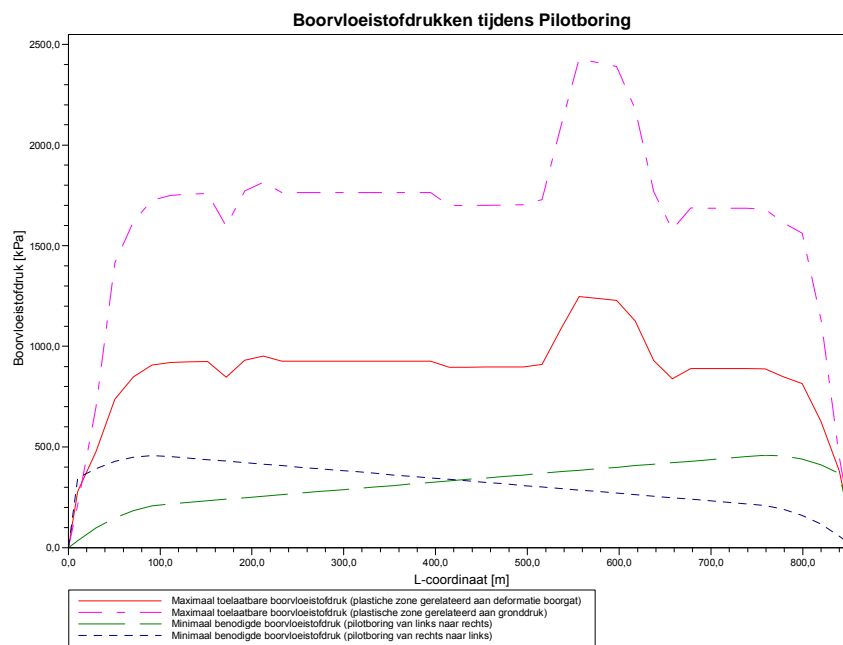
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
1	30	20	1,47	voldoet
2	86	71	1,21	voldoet
3	128	109	1,18	voldoet
4	157	135	1,16	voldoet
5	172	149	1,16	voldoet
6	175	152	1,16	voldoet
7	175	152	1,16	voldoet
8	175	152	1,16	voldoet
9	175	152	1,16	voldoet
10	175	152	1,15	voldoet
11	175	152	1,15	voldoet
12	175	152	1,15	voldoet
13	175	152	1,15	voldoet
14	175	152	1,15	voldoet
15	175	152	1,15	voldoet
16	175	152	1,15	voldoet
17	175	152	1,15	voldoet
18	175	152	1,15	voldoet
19	175	152	1,15	voldoet
20	175	152	1,15	voldoet
21	175	152	1,15	voldoet
22	175	152	1,15	voldoet
23	175	152	1,15	voldoet
24	175	152	1,15	voldoet
25	175	152	1,15	voldoet
26	175	152	1,15	voldoet
27	175	152	1,15	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
28	175	153	1,15	voldoet
29	175	153	1,15	voldoet
30	175	153	1,15	voldoet
31	175	153	1,15	voldoet
32	175	153	1,15	voldoet
33	175	153	1,15	voldoet
34	175	153	1,15	voldoet
35	175	153	1,15	voldoet
36	175	153	1,15	voldoet
37	175	153	1,15	voldoet
38	175	152	1,15	voldoet
39	164	143	1,15	voldoet
40	141	122	1,16	voldoet
41	104	89	1,17	voldoet
42	53	43	1,24	voldoet

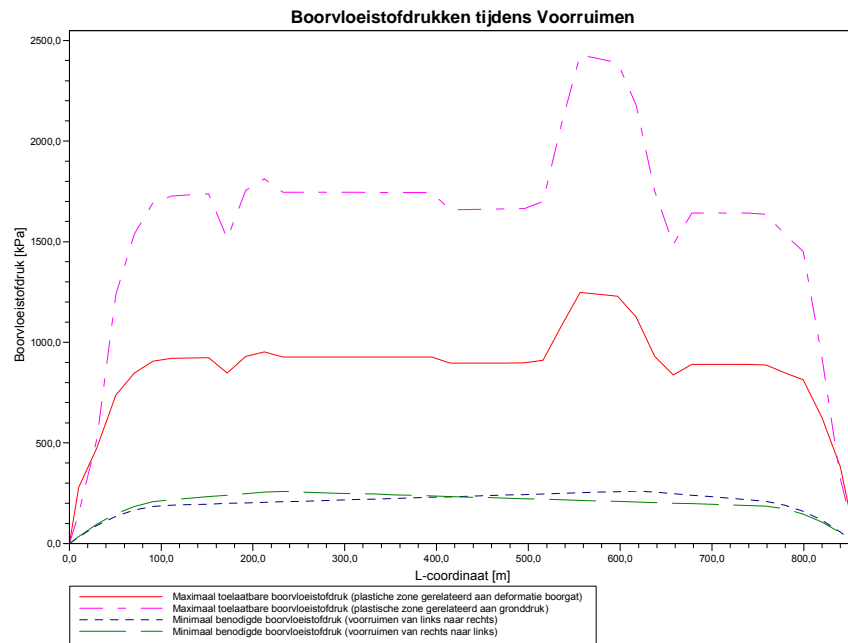
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

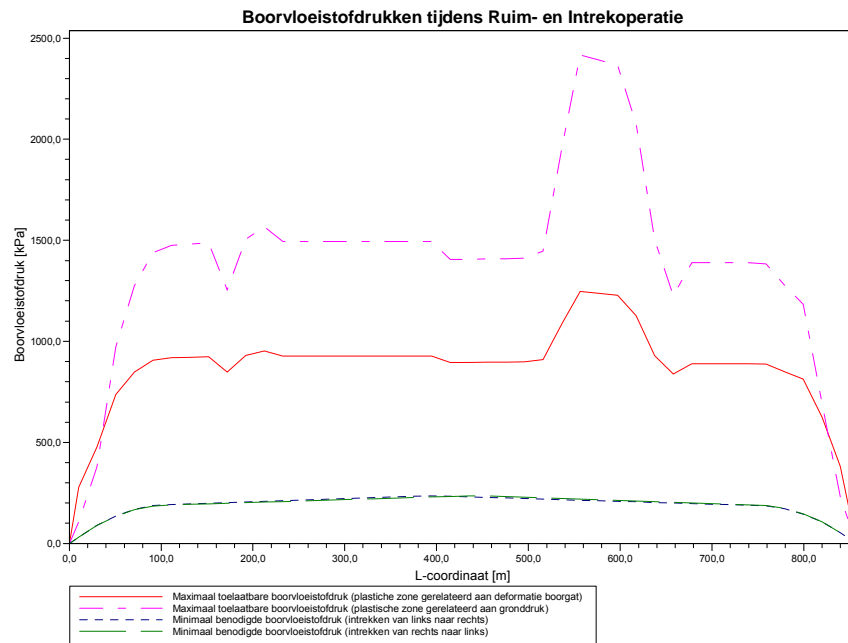
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloestofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Parameters

4.1 Grondmechanische Parameters mantelbuis 7 , 250 HDPE: 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 beddinggetal	kN/m ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782

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]
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.2 Grondmechanische Parameters mantelbuis 6 , 250 HDPE: 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 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 ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.3 Grondmechanische Parameters mantelbuis 5 , 250 HDPE: leiding no. 3

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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting	: Pv;n, max = 317 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondbelasting	: Pv,r;n, max = 113 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: kv, max = 386782 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)	: kv, max = 793003 kN/m ³

4.4 Grondmechanische Parameters mantelbuis 4 , 250 HDPE: 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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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 ²]
1	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

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	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.5 Grondmechanische Parameters mantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782

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]
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

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	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ²]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.6 Grondmechanische Parameters mantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	386782
2	571	68	36	49	386782
3	1730	134	57	76	386782
4	1989	164	61	82	386782
5	2121	180	63	84	386782
6	2151	184	63	85	386782
7	2157	184	63	85	386782
8	2163	185	63	85	386782
9	1938	157	58	78	386782
10	2180	187	64	86	386782
11	2241	195	65	88	386782

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]
12	2170	186	63	85	386782
13	2170	186	63	85	386782
14	2170	186	63	85	386782
15	2169	186	63	85	386782
16	2169	186	63	85	386782
17	2169	186	63	85	386782
18	2169	186	63	85	386782
19	2169	186	63	85	386782
20	2168	186	63	85	386782
21	2080	175	61	82	386782
22	2081	175	61	82	386782
23	2082	175	61	82	386782
24	2084	175	61	82	386782
25	2085	175	61	82	386782
26	2121	180	62	83	386782
27	2618	248	74	99	386782
28	3068	317	83	113	386782
29	3043	313	83	112	386782
30	3017	309	82	111	386782
31	2732	265	76	103	386782
32	2175	187	63	85	386782
33	1911	154	57	77	386782
34	2062	172	60	81	386782
35	2062	172	60	81	386782
36	2062	172	60	81	386782
37	2062	172	60	81	386782
38	2057	172	60	81	386782
39	1971	161	59	80	386782
40	1924	156	61	82	386782
41	1265	105	49	67	386782
42	322	51	29	39	386782

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	386782	1640	270748	347	0,05	8
2	0	386782	3266	270748	971	0,05	8
3	0	386782	6361	270748	1730	0,05	8
4	0	386782	7732	270748	1989	0,05	8
5	0	386782	8490	270748	2121	0,05	8
6	0	386782	8672	270748	2151	0,05	8
7	0	386782	8707	270748	2157	0,05	8
8	0	386782	8743	270748	2163	0,05	8
9	0	386782	7431	270748	1938	0,05	8
10	0	386782	8846	270748	2180	0,05	8
11	0	386782	9217	270748	2241	0,05	8
12	0	386782	8784	270748	2170	0,05	8
13	0	386782	8783	270748	2170	0,05	8
14	0	386782	8781	270748	2170	0,05	8
15	0	386782	8780	270748	2169	0,05	8
16	0	386782	8779	270748	2169	0,05	8
17	0	386782	8777	270748	2169	0,05	8
18	0	386782	8776	270748	2169	0,05	8
19	0	386782	8774	270748	2169	0,05	8
20	0	386782	8773	270748	2168	0,05	8
21	0	386782	8241	270748	2080	0,05	8
22	0	386782	8250	270748	2081	0,05	8
23	0	386782	8258	270748	2082	0,05	8
24	0	386782	8267	270748	2084	0,05	8
25	0	386782	8275	270748	2085	0,05	8
26	0	386782	8487	270748	2121	0,05	8

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]
27	0	386782	11677	270748	2618	0,05	8
28	0	386782	14907	270748	3068	0,05	8
29	0	386782	14716	270748	3043	0,05	8
30	0	386782	14526	270748	3017	0,05	8
31	0	386782	12465	270748	2732	0,05	8
32	0	386782	8814	270748	2175	0,05	8
33	0	386782	7282	270748	1911	0,05	8
34	0	386782	8140	270748	2062	0,05	8
35	0	386782	8139	270748	2062	0,05	8
36	0	386782	8137	270748	2062	0,05	8
37	0	386782	8136	270748	2062	0,05	8
38	0	386782	8107	270748	2057	0,05	8
39	0	386782	7622	270748	1971	0,05	8
40	0	386782	7384	270748	1924	0,05	8
41	0	386782	5001	270748	1438	0,05	8
42	0	386782	2469	270748	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 386782 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 793003 kN/m³

4.7 Grondmechanische Parameters mantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

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 ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	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	135	34	25	34	393456
2	571	68	36	49	393456
3	1730	134	57	76	393456
4	1989	164	61	82	393456
5	2121	180	63	84	393456
6	2151	184	63	85	393456
7	2157	184	63	85	393456
8	2163	185	63	85	393456
9	1938	157	58	78	393456
10	2180	187	64	86	393456
11	2241	195	65	88	393456
12	2170	186	63	85	393456
13	2170	186	63	85	393456
14	2170	186	63	85	393456
15	2169	186	63	85	393456
16	2169	186	63	85	393456
17	2169	186	63	85	393456

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]
18	2169	186	63	85	393456
19	2169	186	63	85	393456
20	2168	186	63	85	393456
21	2080	175	61	82	393456
22	2081	175	61	82	393456
23	2082	175	61	82	393456
24	2084	175	61	82	393456
25	2085	175	61	82	393456
26	2121	180	62	83	393456
27	2618	248	74	99	393456
28	3068	317	83	113	393456
29	3043	313	83	112	393456
30	3017	309	82	111	393456
31	2732	265	76	103	393456
32	2175	187	63	85	393456
33	1911	154	57	77	393456
34	2062	172	60	81	393456
35	2062	172	60	81	393456
36	2062	172	60	81	393456
37	2062	172	60	81	393456
38	2057	172	60	81	393456
39	1971	161	59	80	393456
40	1924	156	61	82	393456
41	1265	105	49	67	393456
42	322	51	29	39	393456

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	393456	1640	275419	347	0,05	8
2	0	393456	3266	275419	971	0,05	8
3	0	393456	6361	275419	1730	0,05	8
4	0	393456	7732	275419	1989	0,05	8
5	0	393456	8490	275419	2121	0,05	8
6	0	393456	8672	275419	2151	0,05	8
7	0	393456	8707	275419	2157	0,05	8
8	0	393456	8743	275419	2163	0,05	8
9	0	393456	7431	275419	1938	0,05	8
10	0	393456	8846	275419	2180	0,05	8
11	0	393456	9217	275419	2241	0,05	8
12	0	393456	8784	275419	2170	0,05	8
13	0	393456	8783	275419	2170	0,05	8
14	0	393456	8781	275419	2170	0,05	8
15	0	393456	8780	275419	2169	0,05	8
16	0	393456	8779	275419	2169	0,05	8
17	0	393456	8777	275419	2169	0,05	8
18	0	393456	8776	275419	2169	0,05	8
19	0	393456	8774	275419	2169	0,05	8
20	0	393456	8773	275419	2168	0,05	8
21	0	393456	8241	275419	2080	0,05	8
22	0	393456	8250	275419	2081	0,05	8
23	0	393456	8258	275419	2082	0,05	8
24	0	393456	8267	275419	2084	0,05	8
25	0	393456	8275	275419	2085	0,05	8
26	0	393456	8487	275419	2121	0,05	8
27	0	393456	11677	275419	2618	0,05	8
28	0	393456	14907	275419	3068	0,05	8
29	0	393456	14716	275419	3043	0,05	8
30	0	393456	14526	275419	3017	0,05	8
31	0	393456	12465	275419	2732	0,05	8
32	0	393456	8814	275419	2175	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
33	0	393456	7282	275419	1911	0,05	8
34	0	393456	8140	275419	2062	0,05	8
35	0	393456	8139	275419	2062	0,05	8
36	0	393456	8137	275419	2062	0,05	8
37	0	393456	8136	275419	2062	0,05	8
38	0	393456	8107	275419	2057	0,05	8
39	0	393456	7622	275419	1971	0,05	8
40	0	393456	7384	275419	1924	0,05	8
41	0	393456	5001	275419	1438	0,05	8
42	0	393456	2469	275419	682	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 317 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv;r;n, max = 113 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 393456 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 806875 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	NPipes= 7 [-]
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Volumegegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,10 kN/m ³
Minimale kromtestraal	:	R = 200 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 = 311884 kN/m ³

5.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend 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	:	381	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	338	[kg/m]
Resultaat	:	43	[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 trekkracht in de leiding.
De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken

Bij het berekenen van de trekkrachten 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 trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	93
T2	15	95
T3	107	116
T4	754	227
T5	846	253
T6	860	254

De berekende waarden van de trekkracht 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 1,10 (alleen voor staal).

6 Spanningsanalysemantelbuis 7 , 250 HDPE: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevensmantelbuis 7 , 250 HDPE: 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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

6.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 7 , 250 HDPE: 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 22,7 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:

$\sigma_b = Mb/Wb = (E \cdot I_b) / (0,91 \cdot R_{rol} \cdot W_b)$	=	0,5	[N/mm ²]
$\sigma_t = T1/A$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 3,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 3,7 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

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: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

6.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

6.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 7 , 250 HDPE: 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_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,5	3,7	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

6.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 7 , 250 HDPE: 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 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

7 Spanningsanalysemantelbuis 6 , 250 HDPE: leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevensmantelbuis 6 , 250 HDPE: 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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

7.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 6 , 250 HDPE: 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 22,7 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:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,5	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 3,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 3,7 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

7.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2)/(\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2)/(\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

7.3 Controle van de Berekende Spanningmantelbuis 6 , 250 HDPE: 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)	1,5	3,7	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

7.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 6 , 250 HDPE: 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 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

8 Spanningsanalysemantelbuis 5 , 250 HDPE: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevensmantelbuis 5 , 250 HDPE: 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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

8.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 5 , 250 HDPE: 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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,5	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 3,1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 3,7 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \quad \text{mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,9 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 0,9 \quad \text{N/mm}^2$$

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 10,5 \quad \text{N/mm}^2$$

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

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

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

Ten gevolge van inwendige druk :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

8.3 Controle van de Berekende Spanningmantelbuis 5 , 250 HDPE: 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)	1,5	3,7	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

8.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 5 , 250 HDPE: 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 236 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m².

9 Spanningsanalysemantelbuis 4 , 250 HDPE: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevensmantelbuis 4 , 250 HDPE: 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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

9.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 4 , 250 HDPE: 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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,5	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 3,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,max} = 3,7 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

9.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

9.3 Controle van de Berekende Spanningmantelbuis 4 , 250 HDPE: 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

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

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)	1,5	3,7	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

9.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 4 , 250 HDPE: 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 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

10 Spanningsanalysemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

10.1 Materiaalgegevensmantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

10.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

10.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,5	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

10.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 3,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,max} = 3,7 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

10.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

10.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot D_o = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

10.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

10.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

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)	1,5	3,7	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

10.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 3, 250 HDPE: leiding no. 5

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

11 Spanningsanalysemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

11.1 Materiaalgegevensmantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 793003 kN/m ³

11.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

11.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,5	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

11.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 3,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,max} = 3,7 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

$$\text{Lambda} = (kv \cdot Do/(4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 4,7E-3 \text{ mm}^{-1}$$

$$qr = 0,01457 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning Sigma}_{t,max} = 0,9 \text{ N/mm}^2$$

11.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

11.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 10,5 \text{ N/mm}^2$$

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

11.2.5 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 :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

11.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

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)	1,5	3,7	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,9	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 11,1 mm (4,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

11.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 2, 250 HDPE: leiding no. 6

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 236 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1541 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 277 kN/m^2 .

12 Spanningsanalysemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

12.1 Materiaalgegevensmantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

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 = 250,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,7 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 = 860 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 1200 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 300 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 = 200 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 = 113 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 806875 kN/m ³

12.2 Resultaten Spanningsanalysemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

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 22,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

12.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (0,91 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb})$	=	0,6	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = \text{T1}/\text{A}$	=	1,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,5	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

12.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = (E \cdot Ib)/(0,91 \cdot R_{min} \cdot Wb) = 1,1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = T_{max}/A = 3,1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,max} = 3,8 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

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

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

$$qr = 0,01631 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 1,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,max} = 1,0 \quad \text{N/mm}^2$$

12.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

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

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

12.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

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

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

Tangentele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do = 10,5 \quad \text{N/mm}^2$$

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

12.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

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

Ten gevolge van inwendige druk :

$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = \text{Dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	0,5	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do}$	=	10,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	7,2	N/mm ²

12.3 Controle van de Berekende Spanningenmantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

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)	1,5	3,8	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	1,0	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	7,2	7,2

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 12,9 mm (5,2% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 20,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 33,1 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

12.3.4 Toetsing op Implosiemantelbuis 1, 250 HDPE: leiding no. 7

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 236 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1897 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 153 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 237 kN/m².

Einde Rapport



Bijlage 3



Elektrische beïnvloedingen op Rijkswaterstaat objecten door 150 kV tijdelijke verbinding tussen Velsen en Vijfhuizen

In opdracht van TenneT

Doorwerth, 6 december 2013
Referentie: TE121000-R25 AM
Auteur: A. Mobder
Status: concept
Versie: 0.1

Auteur

datum 6-12-2013

gecontroleerd

datum 6-12-2013

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, bijkomstige 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 EISEN EN BENODIGDE CONTROLES	6
2.1 Algemeen	6
2.2 Aanraakveiligheid	6
2.4 Functioneren van apparatuur	8
2.5 Verstoring van signalen in signaalkabels	8
3 UITGANGSPUNTEN	9
3.1 Gegevens 150 kV tijdelijke verbinding	9
3.2 Gegevens bestaande 150 kV hoogspanningsverbinding	9
3.3 Bodemweerstand	9
3.4 Gebied en tracés	9
4 BESCHOUWINGEN	11
4.1 Objecten	11
4.2 Elektrische velden	11
4.3 Magnetische velden	11
4.4 Weerstandsbeïnvloeding	11
4.5 Capacitieve beïnvloeding	11
4.6 Inductieve beïnvloeding	12
4.6.1 Buisleidingen	12
4.6.2 Geleiderails	12
4.6.3 Signaalkabels en laagspanningskabels	13
5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	14
BRONVERMELDING	15

Bijlage A: Bodemweerstand

Bijlage B: Weerstandsbeïnvloeding 150kV tijdelijke verbinding

Bijlage C: Tracé gegevens van de 150kV tijdelijke verbinding

Bijlage D: Mastbeelden 150kV tijdelijk verbinding

Bijlage E: Klokgetallenconfiguratie 150kV tijdelijke verbinding

Bijlage F: Gegevens bestaande hoogspanningsverbinding

Revisie overzicht

Datum	Nummer	Opmerkingen	Auteur
6-12-2013	0.1	Concept	A. Mobder

1 INLEIDING

TenneT is voornemens een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding te realiseren tussen station Beverwijk en station Vijfhuizen. Ten behoeve van het bouwen van nieuwe masten van de 380 kV verbinding moeten mast 6 t/m 13 en mast 30 t/m 35 van de bestaande 150kV lijn Velsen-Vijfhuizen worden geamoveerd. De bestaande lijn moet gedurende deze fase in het project in bedrijf blijven. Door het gebruik van een tijdelijke verbinding, in combinatie met de bestaande lijn, blijft de verbinding tijdens het bouwen van de nieuwe masten in bedrijf.

Binnen het projectdeel elektromagnetische compatibiliteit (EMC) wordt de elektromagnetische invloed van de hoogspanningsverbinding onderzocht. De doelstelling hiervan is het in kaart brengen van eventuele overschrijdingen en het onderzoeken van maatregelen waarmee overschrijdingen kunnen worden voorkomen.

Rijkswaterstaat is eigenaar/beheerder van verschillende objecten binnen het projectgebied. Dit rapport geeft de resultaten van de berekeningen en toetsingen van elektrische beïnvloeding op objecten van Rijkswaterstaat in verband met de realisatie van de 150kV tijdelijke verbinding tussen Velsen en Vijfhuizen.

2 EISEN EN BENODIGDE CONTROLES

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.

In de volgende paragrafen is per onderwerp aangegeven met welke belemmeringen en invloeden rekening gehouden moet worden nabij een hoogspanningsinstallatie.

2.2 Aanraakveiligheid

Een hoogspanningsverbinding kan elektrische stromen en spanningen in vreemde objecten veroorzaken. Onder omstandigheden kunnen dergelijke stromen en spanningen leiden tot gevaarlijke situaties. Daarbij moet worden gedacht aan elektrocutie of schrikreacties.

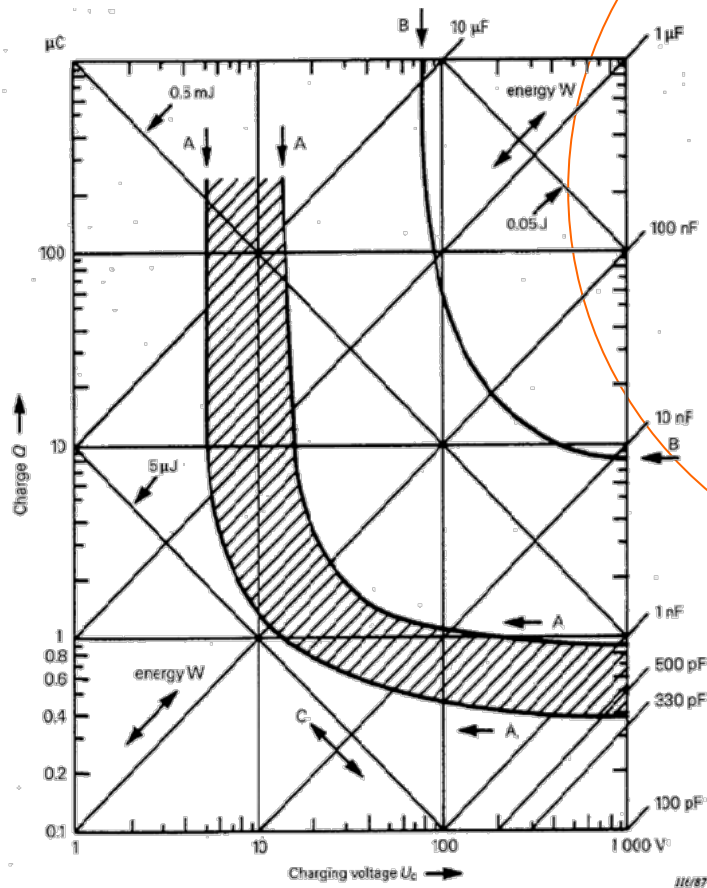
In het geval dat sprake is van overbruggingsspanningen door inductieve beïnvloeding of weerstandsbeïnvloeding, moeten deze voldoen aan de eisen volgens NEN-EN 50341-3-15 [1]. Deze eisen zijn erop gericht het risico op elektrocutie voldoende te reduceren. Tabel 1 geeft een samenvatting van de toelaatbare overbruggingsspanningen voor tijdsduren langer dan 1 seconde (normaal bedrijf) en 0,1 seconde (kortsluitsituaties).

Tabel 1, Toelaatbare overbruggingsspanningen volgens NEN-EN 50341

Afschakeltijd [s]	Maximaal toelaatbare overbruggingsspanning [V]
0,1	1500
≥ 1	50

Voor een laagspanningsinstallatie geeft de NEN 1010-4 een maximale toelaatbare overbruggingsspanning van 660 V bij een afschakeltijd van 0,1 sec.

Bij capacitieve beïnvloeding waarbij grote geleidende delen worden “opgeladen”, moet worden voorkomen dat deze oplading kan leiden tot pijnlijke of schrikreacties bij aanraking. Het verschijnsel is goed te vergelijken met de ontlading bij het aanraken van een auto bij droog winterweer. Afhankelijk van het soort object kan een kleine of relatief grote ontlading toelaatbaar zijn. Concreet vereist de norm dat de oplading van geïsoleerde objecten door elektrische velden nabij de hoogspanningslijn beperkt moet zijn tot zone A in IEC 60479-2 [9], zie afbeelding 1.



Afbeelding 1, Criterium voor ontlading volgens IEC 60479-2

2.3 Blootstelling aan niet-ioniserende straling

In richtlijn 2004/40EG [10] zijn actiewaarden gedefinieerd betreffende de beperking van de blootstelling aan niet-ioniserende straling. Invoering van deze richtlijn is in Nederland tot op heden steeds uitgesteld, maar verwacht mag worden dat deze richtlijn ook in Nederland van kracht wordt.

De richtlijn geeft actiewaarden (waarden waarboven maatregelen moeten worden getroffen) voor zowel elektrische velden als magnetische velden. Voor 50 Hz (frequentie van de stromen in de hoogspanningslijnen in Nederland) zijn de actiewaarden voor beroepsbevolking:

- Elektrisch veld: 10.000 V/m
- Magnetisch veld (H-veld): 400 A/m
- Magnetische fluxdichtheid (B-veld): 500 μ T

In principe zijn de genoemde actiewaarden van toepassing op iedere plek waar personen werkzaamheden verrichten. Getoetst moet worden of aan deze waarden wordt voldaan.

De norm NEN-EN 50341-3 adviseert om voor elektrische velden een maximaal toelaatbare waarde (1 m boven maaiveld) van 5.000 V/m en voor de magnetische fluxdichtheid een maximale waarde van 100 μ T (1 m boven maaiveld) aan te houden.

2.4 Functioneren van apparatuur

Magneetvelden en/of verstoring van signalen in aangesloten kabels (zie volgende paragraaf) kunnen de werking van (elektronische) apparatuur aantasten. Voor magneetvelden wordt onderscheid gemaakt tussen apparatuur voor toepassing in industriële omgevingen en apparatuur voor toepassing in huishoudelijke en licht industriële omgevingen. Normen NEN-EN –IEC 61000-6-1 [11] en NEN-EN –IEC 61000-6-2 [12] geven de immuniteit voor deze groepen apparatuur:

- 1 A/m voor apparatuur voor toepassing in huishoudelijke of licht industriële omgevingen;
- 30 A/m voor apparatuur voor toepassing in industriële omgevingen.

Voor een CRT (Cathode Ray Tube) is onder ongunstige omstandigheden de minimaal vereiste immuniteit 1 A/m. Algemeen is de immuniteit voor huishoudelijke en licht industriële toepassingen 3 A/m.

2.5 Verstoring van signalen in signaalkabels

Onder omstandigheden moet rekening worden gehouden met het verstoren van signalen in signaalkabels. Signalen tussen verschillende apparaten kunnen hierdoor vervormen waardoor een installatie mogelijk onjuist functioneert. De mate waarin signalen kunnen vervormen is sterk afhankelijk van het toegepaste type bekabeling en de gevoeligheid van de signalen voor verstoring door voornamelijk 50 Hz signalen.

Voor het beoordelen van stoorspanningen op signaalkabels is de gevoeligheid van het systeem waarvan de kabels deel uitmaken van belang. De optredende signaalverstoring is laagfrequent (voornamelijk 50 Hz en hogere harmonischen). Digitale transmissiekanalen zijn hierdoor vrijwel ongevoelig voor dergelijke verstoringen. Analoge signaaloverdracht kan hiervoor onder omstandigheden echter veel gevoeliger voor zijn. Bij digitale transmissiekanalen zal dus niet zozeer de stoorspanning van belang zijn, maar de veiligheid van mensen die aan de kabel werken of eventueel de mate waarin de aangesloten apparatuur bestand is tegen (kortstondige) stoorspanningen.

Analoge systemen kunnen echter in sommige gevallen gevoelig zijn voor laagfrequente stoorspanningen. Voor dergelijke systemen is de optredende stoorspanning voor wat betreft het al dan niet moeten nemen van maatregelen maatgevend. Hier moet dus de optredende differential mode spanning (spanning tussen de twee aders van een aderpaar) worden bepaald en vergeleken met de toelaatbare spanning. In analogie aan ProRail RLN000134 [13] wordt aanvankelijk voor de toelaatbare stoorspanning voor een systeem dat zeer gevoelig is voor 50 Hz verstoringen uitgegaan van maximaal 9,3 mV differential mode.

Voor overige systemen en kortsluitsituaties wordt uitgegaan van de maximale overbruggingsspanningen volgens NEN1010 [14] (50 V > 1 seconde en 685 V gedurende maximaal 0,1 seconde). Ook moet rekening gehouden met kabel isolatiesterkte van 1200V.

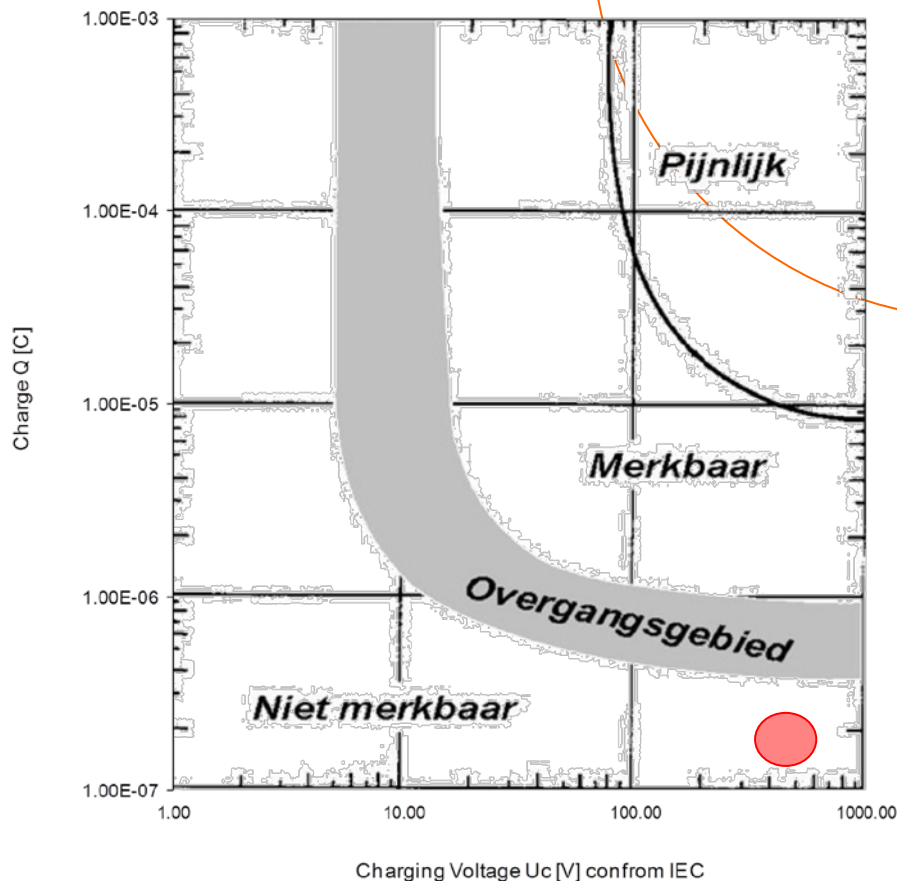


- 150kV Velsen-Vijfhuizen (bestaand)
- 150kV Tijdelijke lijn
- 150kV Tijdelijke kabel
- Signaalkabel
- Geleiderails
- Verlichting- en draagkabel
- Laagspanningskabel 1
- Laagspanningskabel 2
- Laagspanningskabel 3

Afbeelding 2, Situatieschets met hoogspanningsverbindingen en relevante objecten van Rijkswaterstaat

De 150kV tijdelijke verbinding kruist A200. Voor deze locatie is de mogelijke capacatieve beïnvloeding berekend. Er wordt uitgegaan van de situatie dat het voertuig, met een oppervlakte van 40m^2 of groter, onder één van de circuits staat en de overige circuits spanningsloos zijn geschakeld.

De maximale berekende ontlading is aangegeven met het rode gebied in afbeelding 3. De optredende capacatieve beïnvloedingen zijn toelaatbaar, conform IEC 60479-2.



Afbeelding 3, Ontlading bij aanraking vrachtauto's

4.6 Inductieve beïnvloeding

4.6.1 Buisleidingen

Uit de verstrekte gegevens door Rijkswaterstaat [16] over de buisleidingen, blijkt dat het geen stalen en/of gietijzeren buisleidingen betreft. Hierdoor is de inductieve beïnvloeding niet van toepassing. Deze buisleidingen worden niet beïnvloed door de tijdelijke 150kV verbinding.

4.6.2 Geleiderails

Voor de gedetailleerde berekening van de inductieve beïnvloedingen zijn de objecten specifiek gemodelleerd. De optredende beïnvloedingsspanningen zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De maximaal optredende aanraakspanningen tijdens nominale bedrijfsvoering en kortsluiting zijn berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn samengevat en aan de eisen conform NEN-EN 50341-3 getoetst in tabel 3.

Tabel 3, Maximaal optredende aanraakspanningen in geleiderails

Belastingssituatie	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet aan gestelde eis [J/N]
Nominaal bedrijf	50	2	J
Onderhoud in 150kV Velsen - Vijfhuizen	50	2	J
Eén fase kortsluiting in 150kV Velsen - Vijfhuizen	1500	492	J
Drie fasen kortsluiting in 150kV Velsen - Vijfhuizen	1500	101	J

Uit de resultaten in tabel 3 blijkt dat de aanraakspanningen op de geleiderails voldoen aan de gestelde eisen conform NEN-EN 50341-3.

4.6.3 Signaalkabels en laagspanningskabels

Uit de verstrekte gegevens door Rijkswaterstaat [16] over de signaalkabel, blijkt dat de maximale lengte (de afstand tussen twee kasten) van een signaalkabel 400m is. Uit de door Rijkswaterstaat verstrekte specificatie blijkt dat de toegepaste kabels een gunstige opbouw hebben waarmee een transfer impedantie van circa $1 \times 10^{-4} \Omega$ wordt verwacht. Hierdoor wordt de eis voor differential mode spanningen minder snel overschreden dan de eis voor common mode spanningen zodat het voldoende is om de optredende common mode spanningen te controleren. Omdat de immuniteit van aangesloten apparatuur in de praktijk beter is dan de "immuniteit" van personen worden de optredende common mode spanningen getoetst aan de eisen voor overbruggingsspanningen volgens NEN 1010.

Uit de verstrekte gegevens door Rijkswaterstaat [16], blijkt ook dat de laagspanningskabels van de openbare verlichting in meerdere trajecten gesegmenteerd zijn en op verschillende locaties geaard worden.

Voor de gedetailleerde berekening van de inductieve beïnvloedingen zijn de signaalkabels en laagspanningskabels specifiek gemodelleerd. De optredende beïnvloedingsspanningen zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De maximaal optredende aanraakspanningen tijdens nominale bedrijfsvoering en kortsluiting zijn berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn samengevat en aan de eisen conform NEN 1010 [14] getoetst in tabel 4.

Tabel 4, Maximaal optredende aanraakspanningen in signaal- en laagspanningskabels

Belastingssituatie	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet aan gestelde eis [J/N]
Nominaal bedrijf	50	2	J
Onderhoud in 150kV Velsen - Vijfhuizen	50	2	J
Eén fase kortsluiting in 150kV Velsen - Vijfhuizen	685	407	J
Drie fasen kortsluiting in 150kV Velsen - Vijfhuizen	685	105	J

Uit de resultaten in tabel 4 blijkt dat de aanraakspanningen op de signaalkabels en laagspanningskabels voldoen aan de gestelde eisen conform NEN 1010.

5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

TenneT is voornemens een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding te realiseren tussen station Beverwijk en station Vijfhuizen. Ten behoeve van het bouwen van nieuwe masten van de 380 kV verbinding moeten mast 6 t/m 13 en mast 30 t/m 35 van de bestaande 150kV lijn Velsen-Vijfhuizen worden geamoveerd. De bestaande lijn moet gedurende deze fase in het project in bedrijf blijven. Door het gebruik van een tijdelijke verbinding, in combinatie met de bestaande lijn, blijft de verbinding tijdens het bouwen van de nieuwe masten in bedrijf.

Binnen het projectdeel elektromagnetische compatibiliteit (EMC) wordt de elektromagnetische invloed van de hoogspanningsverbinding onderzocht. De doelstelling hiervan is het in kaart brengen van eventuele overschrijdingen en het onderzoeken van maatregelen waarmee overschrijdingen kunnen worden voorkomen.

Uit de inventarisatie en de eerste toetsing blijkt dat Rijkswaterstaat beheerder/eigenaar van verschillende objecten in het projectgebied is en dat op grond van de eerste toetsing op basis van de liggingsgegevens, ontoelaatbare beïnvloeding niet kon worden uitgesloten. Om de elektrische beïnvloeding op deze objecten nader te kunnen onderzoeken zijn aanvullende gegevens van deze objecten door Rijkswaterstaat beschikbaar gesteld.

Rijkswaterstaat is eigenaar/beheerder van verschillende objecten binnen het projectgebied. Op basis van de door TenneT en Rijkswaterstaat verstrekte gegevens, zijn de elektrische beïnvloedingen op deze objecten berekend en getoetst. Uit de berekeningen en toetsingen blijkt dat Rijkswaterstaat geen objecten heeft die ontoelaatbaar beïnvloed kunnen worden door de 150kV tijdelijke verbinding.

Er zijn in verband met de 150 kV tijdelijke verbinding geen maatregelen benodigd ten aanzien van de elektrische beïnvloeding op objecten van Rijkswaterstaat.

BRONVERMELDING

- [1] NEN-EN 50341-3-15, “Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning”, november 2001.
- [2] Hermann W. Dommel e.a.: “Electromagnetic Transients Program – Reference Manual (EMTP Theory Book)”, ref. DE-AC79-81BP31364, August 1986.
- [3] Ir. L. Verbeek: “Een methode voor het berekenen van door bovengrondse hoogspanningsverbindingen geïnduceerde spanningen op een stalen pijpleiding”, *Electrotechniek* 57 (1979) nr. 11 (november) p. 769 t/m 776.
- [4] Cigré Working Group 36.02: "Guide on the influence of high voltage AC power systems on metallic pipelines", 1995.
- [5] Technical specification, NPR CEN/TS 15280 "Evaluation of a.c. corrosion likelihood of buried pipelines- Application to cathodically protected pipelines", 2005.
- [6] G. Kelfkens en MJM Pruppers: “Hoogspanningslijnen en fijn stof - Een literatuuronderzoek, referentie RIVM Rapport 610790001/2007, 2007.
- [7] Nibra: “Woningen binnen de gevarezone van hoogspanningslijnen: blusrisico’s – Eindrapport”, Projectnummer: 431N5005, Datum: 27 juni 2005)
- [8] Diverse publicaties van o.a. A.P. Fews en D.L. Henshaw
- [9] IEC 60479-2, “Effects of current on human beings and livestock, Special aspects”, 3e editie mei 2007.
- [10] Richtlijn 2004/40/EG, "De minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden)", 29 april 2004.
- [11] NEN-EN-IEC 61000-6-1:2007 en;fr, “Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-1: Generieke normen - Immuniteit voor huishoudelijke, handels- en lichtindustriële omgevingen”
- [12] NEN-EN-IEC 61000-6-2:2001/IS 01:2006 en;fr, “Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-2: Algemene normen - Immuniteit voor industriële omgevingen”
- [13] Richtlijn 00134 “Beoordeling EMC tussen 25 kV /50 Hz TEV en installaties van derden”, documentnummer: RLN00134, versie: 1.0, datum:29-11-2004.
- [14] Nederlandse Norm NEN-1010, “Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties, Beschermingsmaatregelen”, 2011
- [15] Gegevens TenneT:
a. Gegevens hoogspanningsverbindingen: Petersburg rapport:
“*Utgangspuntendocument EMC Studie Randstad 380kV Noordring*”, referentie: TE121000-R01 AM, d.d. 8-5-2013.
b. email van dhr. R. van der Woude met de gegevens van de 150kV tijdelijke verbinding, d.d. 11-11-2014.
- [16] Gegevens Rijkswaterstaat:
a. Email van dhr. A. A. Schoenmaker met gegevens over objecten van Rijkswaterstaat, d.d. 24-07-2013, 30-09-2013 en 4-11-2013.
b. Ontvangen CD’s van dhr. A. A. Schoenmaker met gegevens over objecten van Rijkswaterstaat, d.d. 06-11-2013 en 12-11-2013.
- [17] Petersburg, rapport ”Inventarisatie van objecten en eerste beoordeling elektromagnetische beïnvloeding, Randstad 380kV Noordring” referentie: TE121000-R02 AM versie 1.2; d.d. 1 augustus 2013.

In tabel A1 zijn de bodemweerstand conform opgave TenneT [15] opgenomen.

Tabel A1, Bodemweerstand

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 39	107956	487732	11	12	14	15	16	16	15	13	13	8

De maximale berekende beïnvloedingsgebieden voor weerstandsbeïnvloeding rondom de tijdelijke masten zijn in tabel B1 en tabel B2 opgenomen.

Tabel B1, Weerstandsbeïnvloeding zones voor de noordelijke deel

Mast Nr.	Mast type	Mastspanning [V]	Weerstandsbeïnvloeding zone [m]			
			600V	750V	1200V	1500V
T1	Juk 4 elementen					
T7	Juk 3 elementen	804	-	-	-	-
T8	A6	751	-	-	-	-
T9	S6	753	-	-	-	-
T10	A6	865	-	-	-	-
T11	S7	956	-	-	-	-
T12	S8	1022	-	-	-	-
T13	S8	1069	7	-	-	-
T14	S7	1085	7	-	-	-
T15	S6	1082	7	-	-	-
T16	S6	1079	7	-	-	-
T17	S6	1060	6	-	-	-
T18	A7	957	5	-	-	-

Tabel B2, Weerstandsbeïnvloeding zones voor de zuidelijke deel

Mast Nr.	Mast type	Mastspanning [V]	Weerstandsbeïnvloeding zone [m]			
			600V	750V	1200V	1500V
T31	Juk 2 elementen	1037	14	6	-	-
T32	A6	1000	6	-	-	-
T33	A6	1015	6	-	-	-
T34	S7	993	6	-	-	-
T35	S8	1002	6	-	-	-
T36	S7	1072	7	-	-	-
T37	S8	1101	8	-	-	-
T39	A7	1049	6	-	-	-
T40	Juk 4 elementen	1049	7	-	-	-
T41	Juk 4 elementen	1148	16	14	-	-

Bijlage C: Tracé gegevens 150kV tijdelijke verbinding

TE121000-R25 AM
6 december 2013

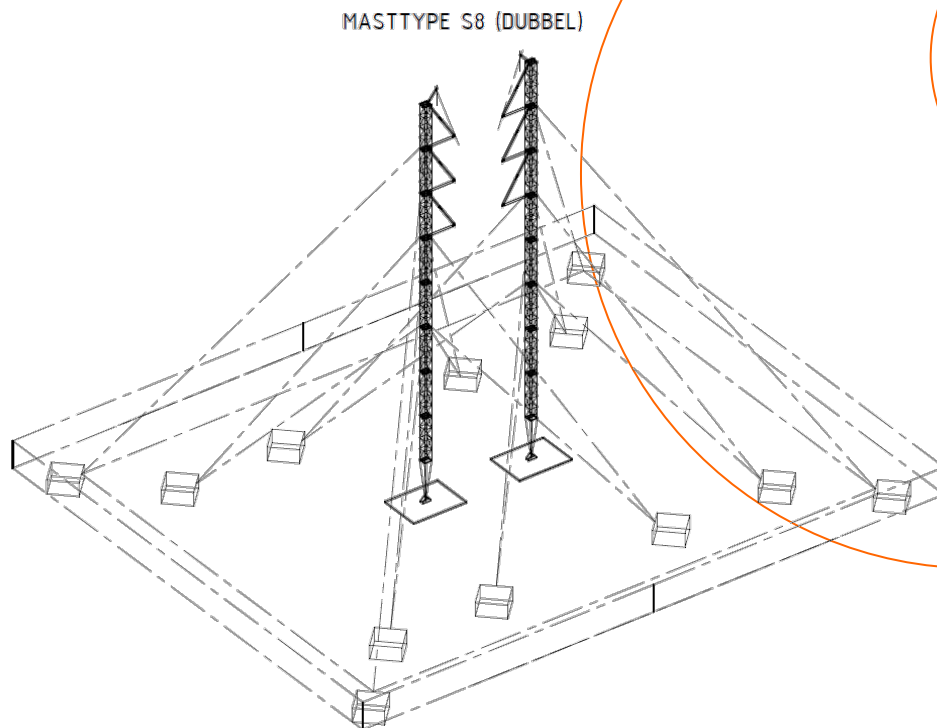
Tracé gegevens van de 150kV tijdelijke verbinding, conform opgave TenneT [15]

Noordelijke deel

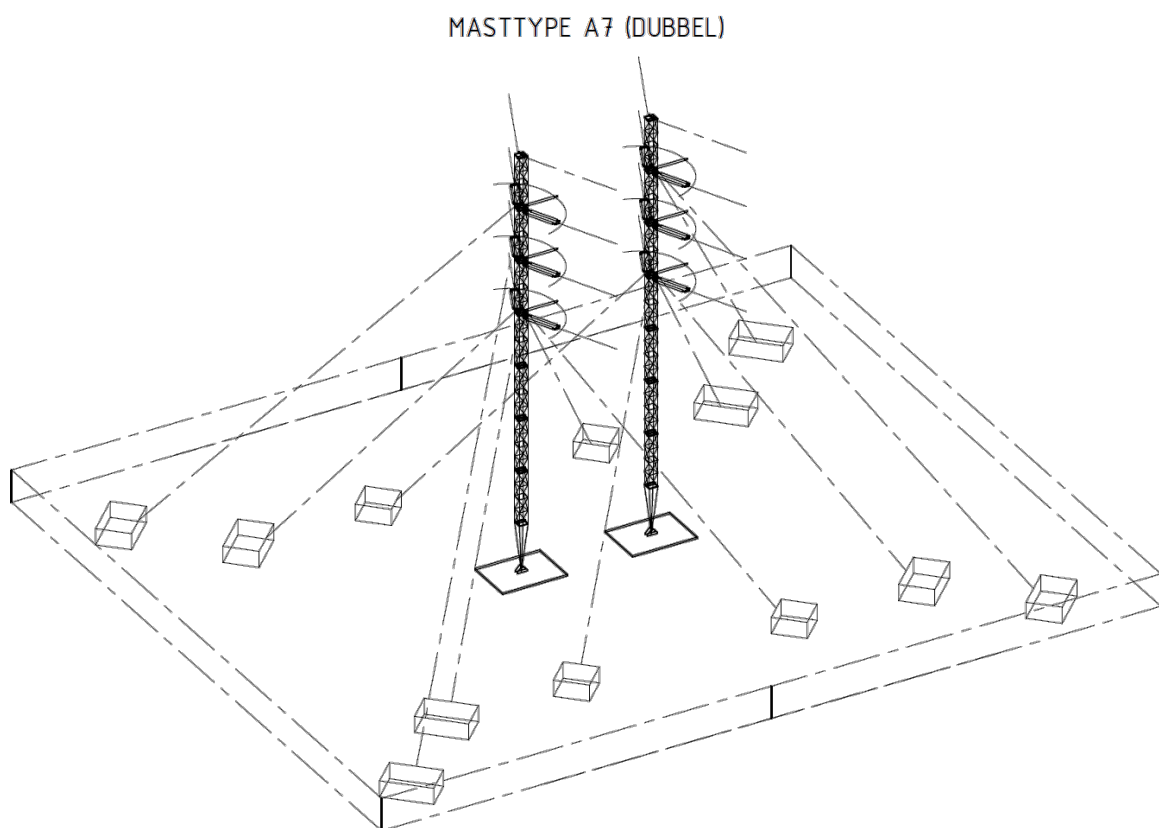
Mast Nr.	Mast type	Locatie	
		x	y
T1	Juk 4 elementen	105851	495898
T7	Juk 3 elementen	106253	495168
T8	A6	106346	495114
T9	S6	106484	495026
T10	A6	106640	494927
T11	S7	106755	494803
T12	S8	106866	494684
T13	S8	106985	494556
T14	S7	107101	494419
T15	S6	107214	494282
T16	S6	107325	494154
T17	S6	107442	494016
T18	A7	107564	493871

Zuidelijke deel

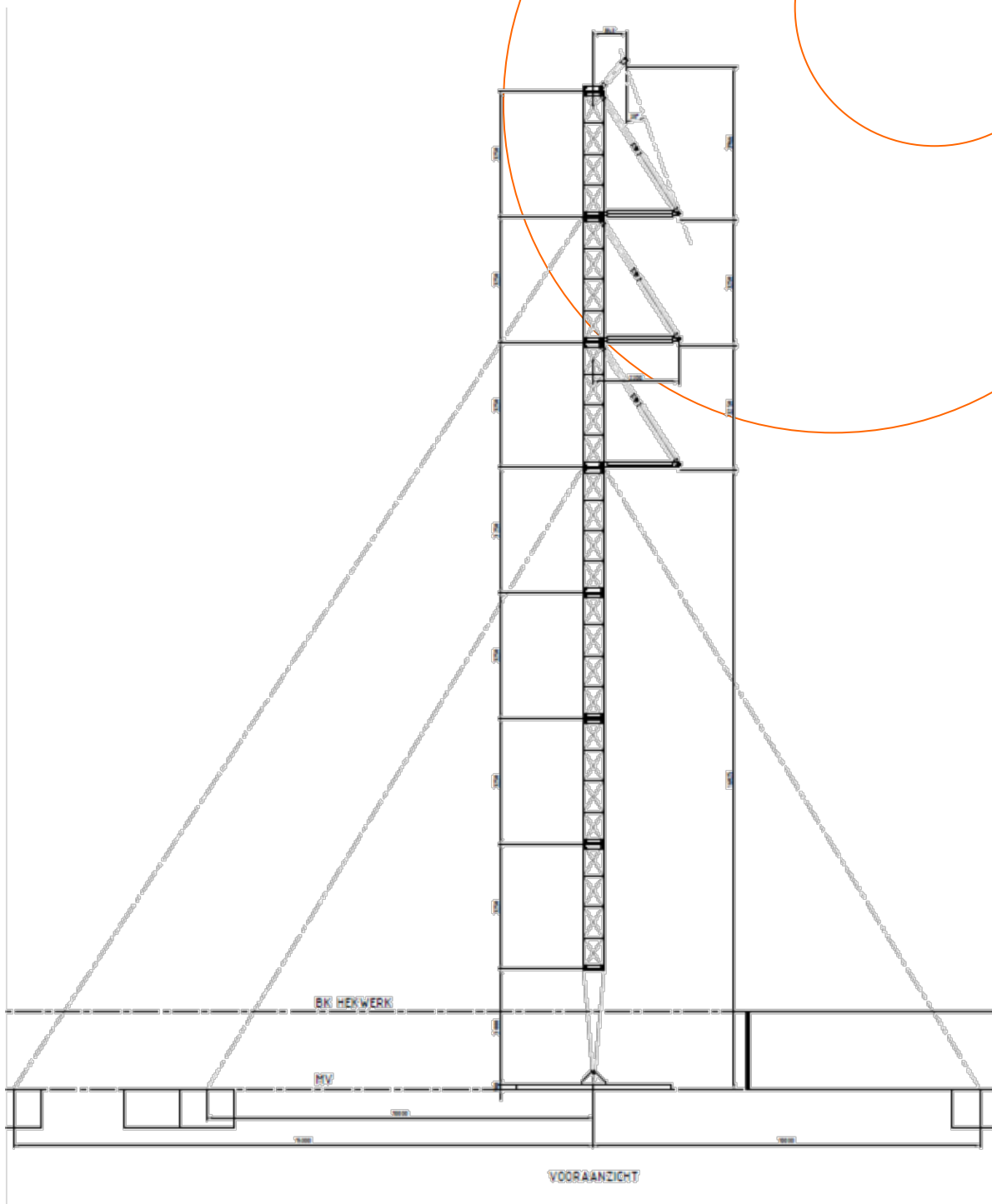
Mast Nr.	Mast type	Locatie	
		x	y
T31	Juk 2 elementen	108292	489314
T32	A6	108201	489212
T33	A6	108206	489048
T34	S7	108182	488865
T35	S8	108168	488757
T36	S7	108145	488584
T37	S8	108103	488400
T39	A7	108076	488192
T40	Juk 4 elementen	108062	487989
T41	Juk 4 elementen	108191	487797



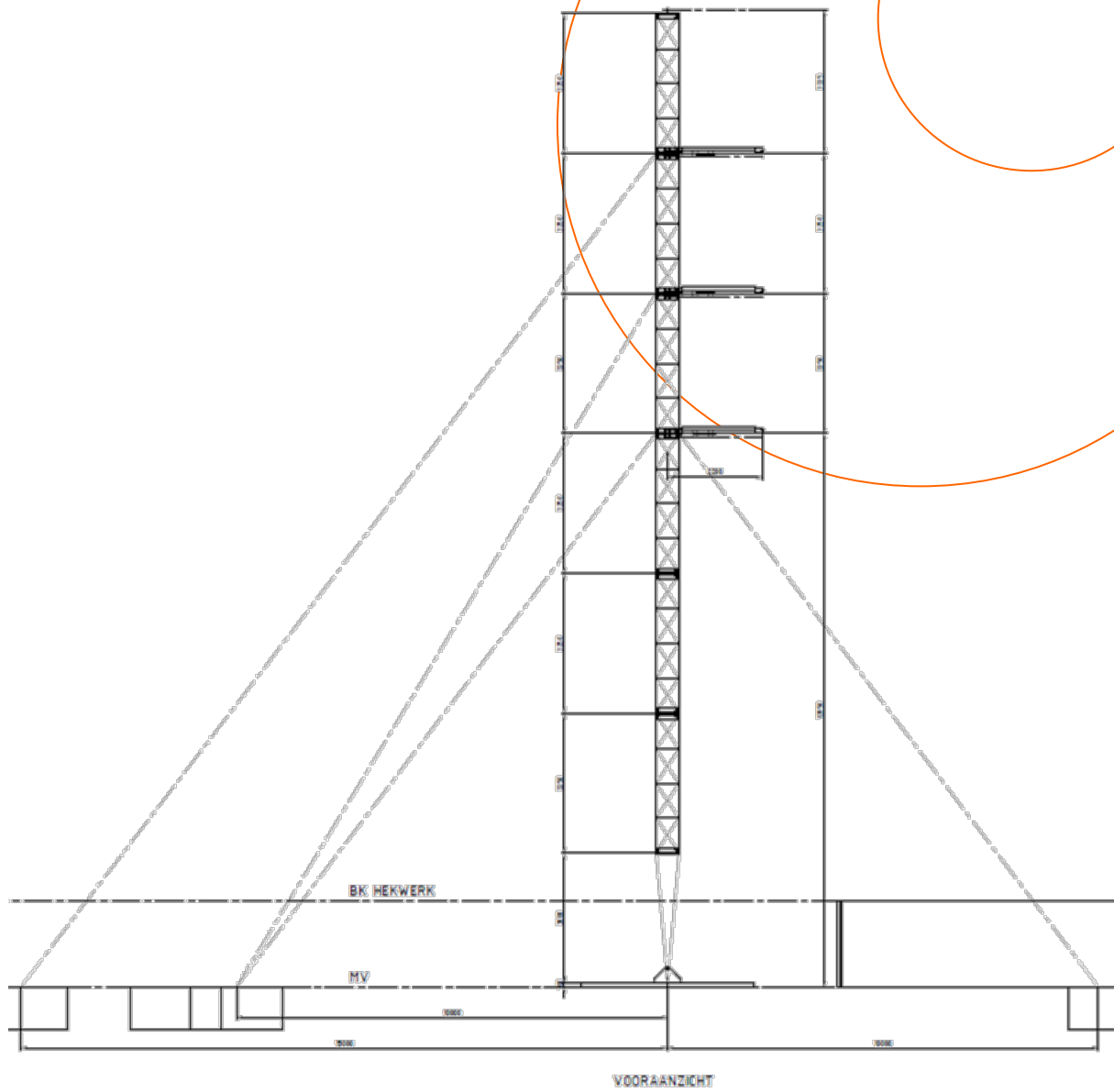
Afbeelding D1: Mastbeeld steunmast



Afbeelding D2: Mastbeeld trekmast



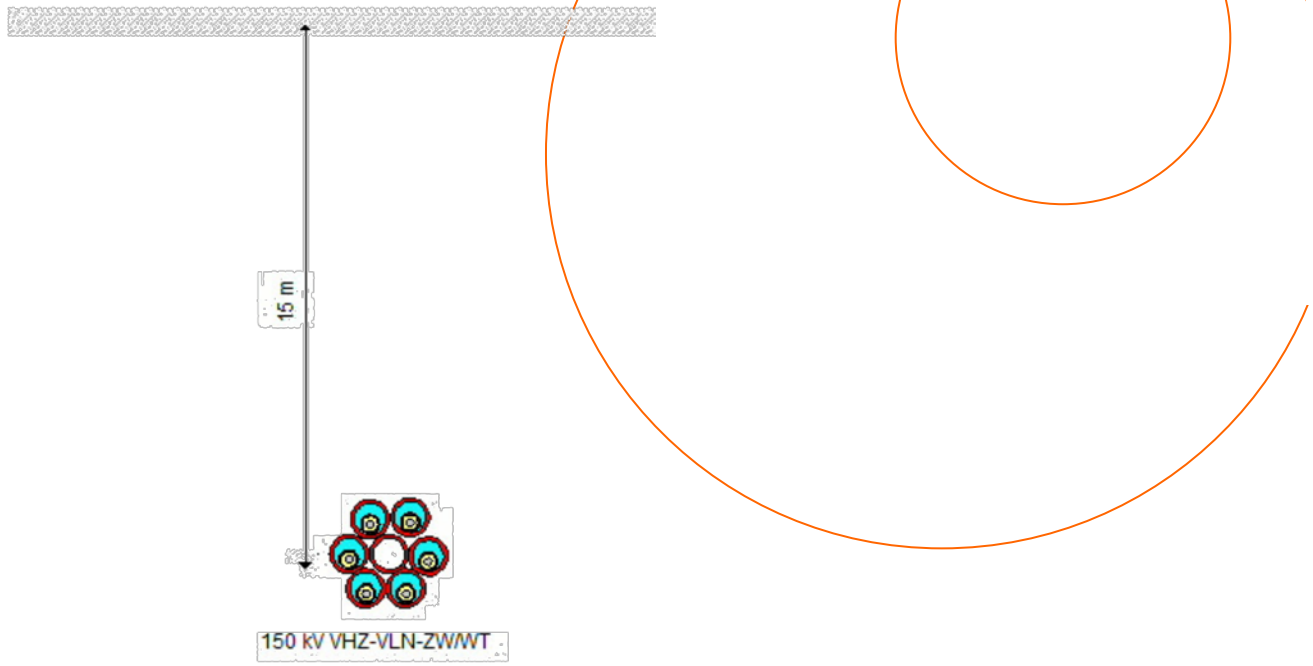
Afbeelding D3: Mastbeeld steunmast



Afbeelding D4: Mastbeeld trek mast

Bijlage D: Mastbeelden 150kV tijdelijke verbinding

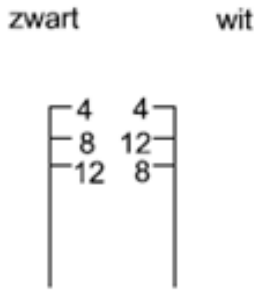
TE121000-R25 AM
6 december 2013



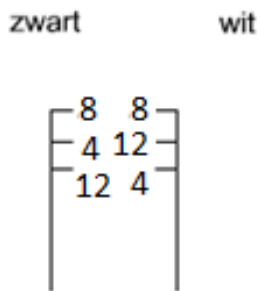
Afbeelding D5, Doorsnede kabelgedeelte (boring)

Bijlage E: Klokgetalenconfiguratie 150kV tijdelijke verbinding

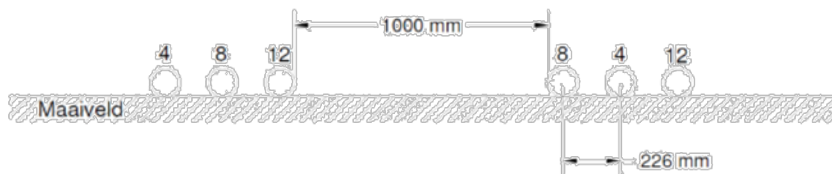
TE121000-R25 AM
6 december 2013



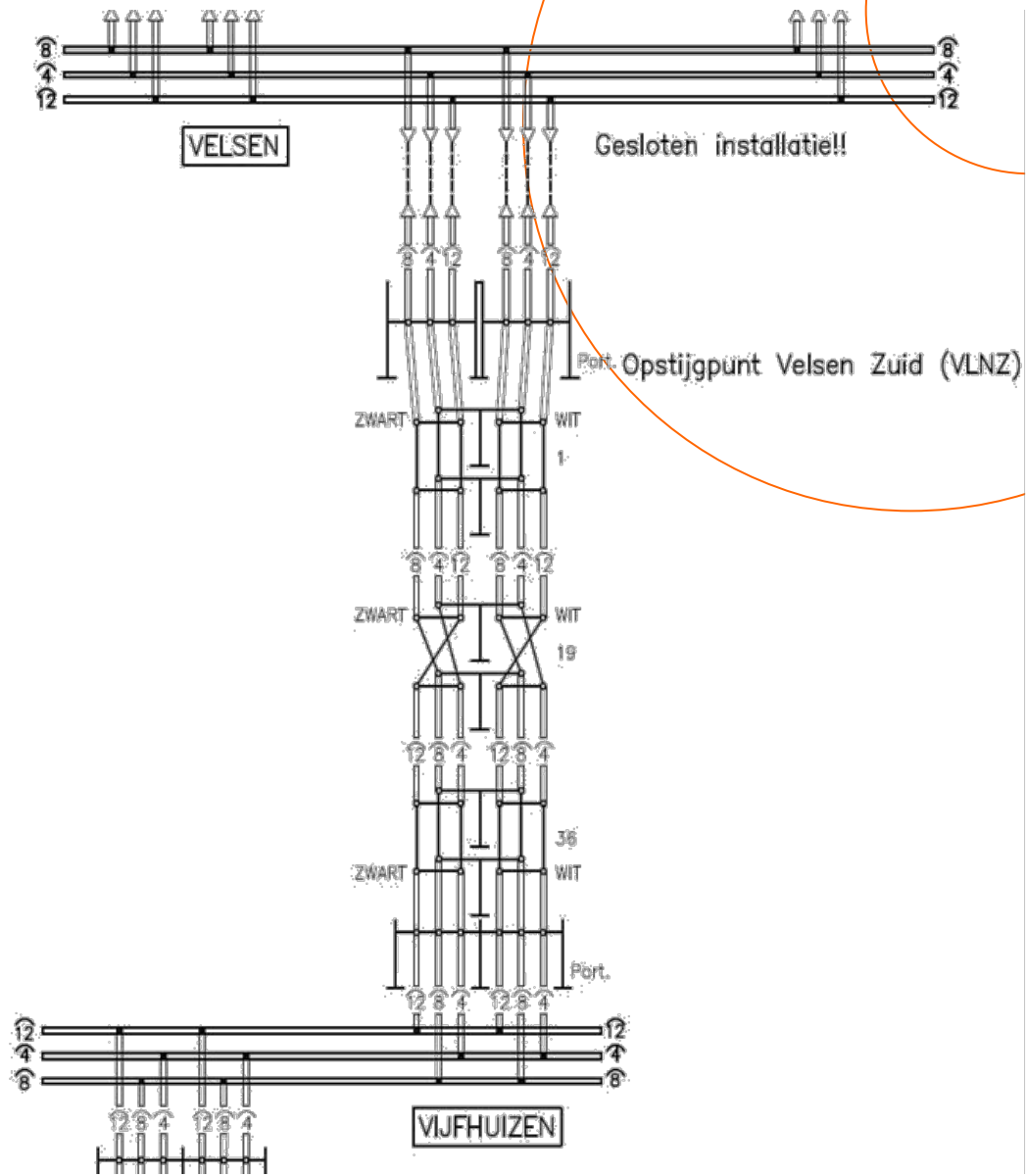
Afbeelding E1, Klokgetalenconfiguratie noordelijke deel (kijkend van Vijfhuizen richting Velsen)



Afbeelding E2, Klokgetalenconfiguratie zuidelijke deel (kijkend van Vijfhuizen richting Velsen)



Afbeelding E3, Klokgetalen configuratie kabelgedeelte (maaiveldligging)

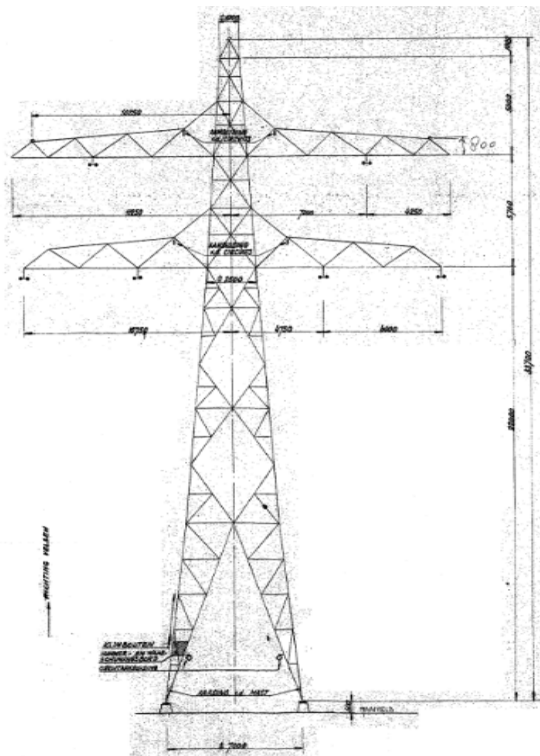


Afbeelding E4, Klokgetallenconfiguratie bestaande 150kV Velsen-Vijfhuizen

Bijlage F: Gegevens bestaande 150kV Verbinding

TE121000-R25 AM
6 december 2013

- 150kV Velsen-Vijfhuizen



Afbeelding F1, Mastbeeld 150kV Velsen-Vijfhuizen



Bijlage 4

