



# Beschikking

Rijkswaterstaat Zuid-  
Nederland

Magistratenlaan 82  
5223 MD 's-Hertogenbosch  
Postbus 2232  
3500 GE Utrecht  
T 088 797 4150  
[www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)

---

Datum	1 mei 2024
Nummer	RWS-2024/18815
Onderwerp	RWSZ2022-000017309 Amertak; WATERVERGUNNING ten name van TenneT TSO B.V. voor het aanleggen, behouden en onderhouden van een boven- en ondergrondse hoogspanningsverbinding kruisend met de Amertak tussen km 1,4 en 1,7 in de gemeenten Drimmelen en Geertruidenberg

---



Inhoudsopgave	
1. AANHEF .....	3
2. BESLUIT .....	4
3. VOORSCHRIFTEN .....	5
3.1 VOORSCHRIFTEN VOOR HET GEBRUIK MAKEN VAN EEN RIJKSWATERSTAATSWERK EN/OF EEN BIJBEHORENDE BESCHERMINGSZONE .....	5
4. AANVRAAG .....	10
4.1 AANLEIDING .....	10
4.2 HANDELINGEN WAARVOOR VERGUNNING WORDT AANGEVRAAGD .....	10
5. TOETSING AAN DE DOELSTELLINGEN VAN HET WATERBEHEER ...	11
5.1 ALGEMEEN .....	11
5.2 BEOORDELING VOOR WAT BETREFT HET GEBRUIK MAKEN VAN HET WATERSTAATSWERK DE AMERTAK .....	12
6. PROCEDURE .....	15
7. CONCLUSIE .....	17
8. ONDERTEKENING .....	17
9. MEDEDELINGEN .....	18
BIJLAGE 1 BEGRIJPSBEPALINGEN .....	20
BIJLAGE 2 TEKENINGEN EN DOCUMENTEN .....	21

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum

1 mei 2024

Nummer

RWS-2024/18815



## 1. Aanhef

De minister van Infrastructuur en Waterstaat heeft op 28 november 2022 een aanvraag ontvangen van TenneT TSO B.V. te Arnhem om een vergunning als bedoeld in hoofdstuk 6 van de Waterwet (Wtw) voor het verrichten van handelingen in een watersysteem.

De aanvraag betreft:

het gebruik maken van het rijkswaterstaatswerk de Amertak of de daartoe behorende beschermingszone voor het aanleggen, behouden en onderhouden van een boven- en ondergrondse hoogspanningsverbinding kruisend met de Amertak tussen km 1,4 en 1,7 in de gemeenten Drimmelen en Geertruidenberg. De ondergrondse kruising wordt daarbij uitgevoerd middels een gestuurde boring.

De aanvraag is geregistreerd onder nummer RWSZ2022-00017309.

De aanvraag omvat de volgende gegevens:

- Aanvraagformulier;
- Begeleidend schrijven aanvraag watervergunning - realisatie en instandhouding 380 kV hoogspanningsverbinding Rilland - Tilburg (Zuid-West 380 kV Oost), d.d. 24 november 2022;
- Overzichtskaart vergunningen ZW380kV Oost;
- Situatietekening kruising Amertak, d.d. 26-04-2022;
- Lengteprofiel kruising Amertak 1148-1149, nummer 1017224 blad 1, d.d. 28-04-2022;
- Mastrapport solo-hoekmasten HB/s, nummer 21-0818, Rev. 1, d.d. 30-07-2021;
- Definitief ontwerp fundaties steunmasten hoogspanningslijn RLL-TLB, nummer 21-1249, Rev. 3, d.d. 07-07-2022;
- Definitief ontwerp fundaties hoekmasten hoogspanningslijn RLL-TLB, nummer 21-1250, Rev. 3, d.d. 07-07-2022;
- Fundatietekening tweepaalsfundering steunmast Moldaumasten, nummer 10124719-32-1002, Rev. 4, d.d. 14-06-2022;
- Fundatietekening driepaalsfundering hoekmast Moldaumasten, nummer 10124719-32-1003, Rev. 3, d.d. 14-06-2022;
- Rapportage Kruising 2 HDD's met een spoor, primaire waterkeringen en de Amertak, nummer NL22-648800269-22774, d.d. 26-04-2022;
- Rapportage onderzoek radarhinder hoogspanningsleiding over de Amertak op scheepsradar, nummer DHW-2022-RT-100345556, d.d. 28 juli 2022;
- Mastrapport solo-steunmasten (S/s Hoog), nummer 21-1172, Rev. 1, d.d. 03-09-2021;
- Tekening Mastbeeld S+24/s, nummer 10124719-35-1016, Rev. 1, d.d. 31-08-2021;
- Tekening Mastbeeld HB+19/s, nummer 10124719-35-1033, Rev. 2, d.d. 13-09-2021.

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815



TenneT TSO B.V. is voornemens een 380 kV hoogspanningsverbinding Rilland – Tilburg te realiseren. Onderhavige aanvraag heeft betrekking op een deel van de uit te voeren werkzaamheden en te realiseren werken, meer specifiek op de boven- en ondergrondse kruising van de Amertak gelegen binnen het beheer- en onderhoudsgebied van Rijkswaterstaat Zuid-Nederland.

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

Naast onderhavige aanvraag zijn binnen Rijkswaterstaat Zuid-Nederland, traject Woensdrecht-Tilburg, nog twee aanvragen ingediend om een vergunning namelijk voor:

- het aanleggen, behouden en onderhouden van hoogspanningskabels en hoogspanningsmasten boven, onder en langs een aantal rijkswegen, geregistreerd onder RWSZ2023-00017460.
- het aanleggen van alle tijdelijke werken en werkzaamheden boven en langs een aantal rijkswegen, geregistreerd onder RWSZ2022-00017461.

Daarnaast zijn voor wat betreft de werken c.q. werkzaamheden gelegen binnen het beheer- en onderhoudsgebied van Rijkswaterstaat Zee en Delta, traject Rilland-Woensdrecht, drie aanvragen ingediend:

- twee aanvragen voor de permanente werken / werkzaamheden (RWSZ2022-00016546) en voor de tijdelijke werken / werkzaamheden (RWSZ2022-00016554).
- een aanvraag voor onder andere het kruisen van het Schelde-Rijnkanaal en Bathse Spuikanaal (RWSZ2022-00016831).

Voor deze vergunningaanvragen worden separate besluiten genomen.

## 2. Besluit

Gelet op de bepalingen van de Waterwet, het Waterbesluit, de Waterregeling, de Algemene wet bestuursrecht en de hieronder vermelde overwegingen besluit de Minister van Infrastructuur en Waterstaat als volgt:

- I. de gevraagde vergunning als bedoeld in artikel 6.5, onder c van de Waterwet juncto artikel 6.12 van het Waterbesluit aan TenneT TSO B.V. te ARNHEM te verlenen voor het gebruikmaken van het rijkswaterstaatswerk de Amertak en de daartoe behorende beschermingszone door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werkzaamheden te verrichten, werken te maken en te behouden, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen te weten het aanleggen, behouden en onderhouden van een boven- en ondergrondse hoogspanningsverbinding kruisend met de Amertak tussen km 1,4 en 1,7 in de gemeenten Drimmelen en Geertruidenberg. De ondergrondse kruising wordt daarbij uitgevoerd middels een gestuurde boring.





- II. De volgende onderdelen van de aanvraag deel uit te laten maken van deze vergunning:
- Rapportage Kruising 2 HDD's met een spoor, primaire waterkeringen en de Amertak, nummer NL22-648800269-22774, d.d. 26-04-2022;
  - Rapportage onderzoek radarhinder hoogspanningsleiding over de Amertak op scheepsradar, nummer DHW-2022-RT-100345556, d.d. 28 juli 2022.
- III. Aan de vergunning de volgende voorschriften te verbinden met het oog op de in artikel 2.1 van de Waterwet genoemde doelstellingen.

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

Voor een toelichting op de in deze vergunning vermelde begrippen wordt verwezen naar bijlage 1 van deze vergunning.

### 3. Voorschriften

#### 3.1 Voorschriften voor het gebruik maken van een rijkswaterstaatswerk en/of een bijbehorende beschermingszone

##### *Voorschrift 1 Plaatsbepaling en uitvoering werken*

De werken dienen te worden gemaakt en behouden ter plaatse zoals is aangegeven op de bij deze beschikking behorende tekeningen:

- Situatietekening kruising Amertak, d.d. 26-04-2022;
- Lengteprofiel kruising Amertak 1148-1149, nummer 1017224 blad 1, d.d. 28-04-2022;
- GTB-HDD1 Kruising Amertak, nummer GTB-HDD1, blad 1 van 2, rev. E, d.d. 10-04-2024;
- GTB-HDD1 Kruising Amertak, nummer GTB-HDD1, blad 2 van 2, rev. E, d.d. 10-04-2024.

##### *Voorschrift 2 Ongewoon voorval*

1. Indien zich een ongewoon voorval voordoet of heeft voorgedaan, dienen onmiddellijk maatregelen te worden getroffen die redelijkerwijs kunnen worden verlangd, om nadelige gevolgen zoveel mogelijk te beperken en ongedaan te maken ten aanzien van:
  - het veilig en doelmatig gebruik van het oppervlaktewaterlichaam of bijbehorende kunstwerken overeenkomstig de daaraan toegekende functies,
  - de ecologische toestand van het oppervlaktewaterlichaam.
2. De vergunninghouder meldt een dergelijk ongewoon voorval zo spoedig mogelijk aan de waterbeheerder (Meldpunt Water, telefoonnummer 0800 - 0341).



3. De vergunninghouder verstrekt aan de waterbeheerder tevens, zodra zij bekend zijn, de gegevens met betrekking tot:
  - De oorza(a)k(en) van het voorval en de omstandigheden waaronder het voorval zich heeft voorgedaan;
  - Andere gegevens die van belang zijn om de aard en ernst van de gevolgen voor het waterstaatswerk van het voorval te kunnen beoordelen;
  - De maatregelen die zijn genomen of worden overwogen om de gevolgen van het voorval te voorkomen, te beperken en/of ongedaan te maken.
4. Binnen drie maanden na een dergelijk ongewoon voorval, moet de vergunninghouder aan de waterbeheerder informatie verstrekken over de maatregelen die worden overwogen om te voorkomen dat een zodanig voorval zich nogmaals kan voordoen.

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

### *Voorschrift 3 Uitvoeringsvoorschriften*

1. De vergunninghouder zorgt ervoor dat het uitvoeren van werkzaamheden door of namens de waterbeheerder ongehinderd kan plaatsvinden.
2. De vergunninghouder voert de werkzaamheden zodanig uit dat zo min mogelijk hinder en geen gevaar voor het (scheepvaart)verkeer ontstaat. De waterdoorvoer ter plaatse moet te allen tijde ongehinderd kunnen plaatsvinden.
3. De te gebruiken materialen mogen niet schadelijk zijn voor de instandhouding van het waterstaatswerk.
4. Door of namens de waterbeheerder kunnen met betrekking tot de werkzaamheden aanwijzingen worden gegeven ter bescherming van de betrokken belangen. De vergunninghouder zorgt ervoor dat de gegeven aanwijzingen terstond worden opgevolgd.
5. Afval en bouwafval in welke vorm dan ook mag in geen geval op of nabij het waterstaatswerk alsmede in het water worden achtergelaten, maar dient zo spoedig mogelijk te worden afgevoerd.
6. De waterbeheerder kan in het belang van het waterstaatswerk te allen tijde aanvullende eisen stellen.
7. De vergunninghouder dient de werkzaamheden zodanig uit te voeren dat beschadigingen van het waterstaatswerk worden voorkomen.
8. Na afloop van de werkzaamheden moet de vergunninghouder alle aanwezige werktuigen terstond opruimen.
9. Indien op enigerlei wijze door het gebruik maken van deze vergunning schade ontstaat aan het waterstaatswerk, is de vergunninghouder aansprakelijk voor de herstelkosten

### *Voorschrift 4 Aanvang en voltooiing van de werkzaamheden*

1. Ten minste vijf werkdagen voordat met de werkzaamheden wordt begonnen, meldt de vergunninghouder dit voornemen bij de waterbeheerder.



2. Alle krachtens deze vergunning te verrichten werkzaamheden moeten, eenmaal aangevangen, indien dit redelijkerwijs mogelijk is, onafgebroken en met spoed worden voortgezet.
3. Indien de werkzaamheden (tijdelijk) niet kunnen worden voortgezet, dient de vergunninghouder dit zo spoedig mogelijk te melden aan de waterbeheerder.
4. Binnen vijf werkdagen nadat het werk gereed is gekomen, dient de vergunninghouder dit te melden aan de waterbeheerder.
5. De meldingen als bedoeld in dit voorschrift moeten worden gericht aan het volgende emailadres: [handhaving-zn@rws.nl](mailto:handhaving-zn@rws.nl) onder vermelding van zaaknummer RWSZ2022-00017309.

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

*Voorschrift 5*  
*Technische voorschriften*

1. De werkzaamheden voor het uitvoeren en behouden van een gestuurde boring en het leggen, behouden en onderhouden van 2 parallelle HDD's met 4x PE100 Ø315 mm SDR 11 dienen te worden uitgevoerd volgens het bij de aanvraag ingediende en goedgekeurde boorplan 'Kruising 2 HDD's met een spoor, primaire waterkeringen en de Amertak', nummer NL22-648800269-22774, d.d. 26-04-2022.
2. De vergunninghouder moet zorg dragen dat het werk onder alle omstandigheden stabiel en van een dusdanige constructie is, dat het te allen tijde op zijn oorspronkelijke positie wordt gehouden.
3. Het werk moet zodanig worden uitgevoerd dat de bestaande waterbouwkundige constructie ter plaatse niet wordt verzwakt.
4. Indien blijkt tijdens of na de boring dat er kwel optreedt dienen maatregelen genomen te worden om de kwel te stoppen.
5. Zetting en / of (ver)zakking moet worden opgevangen, zonder dat er schade ontstaat aan de leiding.
6. De vergunninghouder dient maatregelen te treffen ter voorkoming van het uitstromen van boorvloeistof/ bentoniet op de kanaalbodem of het maaiveld.
7. Binnen 4 weken nadat de werkzaamheden zijn uitgevoerd moeten revisietekeningen aan de beheerder worden overgelegd waarop de exacte constructie en de ligging (X, Y en Z- coördinaten) van de werken is aangegeven via het volgende emailadres: [handhaving-zn@rws.nl](mailto:handhaving-zn@rws.nl) onder vermelding van zaaknummer RWSZ2022-00017309.
8. De in het begroeide oppervlak gemaakte sleuf dan wel sleuven dienen in de oorspronkelijke toestand te worden hersteld.
9. Het terrein waar de werkzaamheden zijn uitgevoerd dient, met uitzondering van het begroeid terrein, binnen 4 weken na afloop van de werkzaamheden in de oorspronkelijke toestand te zijn hersteld. Begroeid terrein dient binnen 6 maanden na afloop van de werkzaamheden in de oorspronkelijke toestand te zijn hersteld.



*Voorschrift 6*  
*Tijdelijke situatie / Overbrengen voordraad*

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

Voor de geleidermontage / het intrekken van de draden moet een voordraad worden overgebracht. Een werkplan moet 8 weken vóór aanvang van de werkzaamheden ter goedkeuring aan de waterbeheerder worden voorgelegd via het volgende emailadres: [handhaving-zn@rws.nl](mailto:handhaving-zn@rws.nl) en [scheepvaartzn@rws.nl](mailto:scheepvaartzn@rws.nl) onder vermelding van zaaknummer RWSZ2022-000017309. Dit werkplan moet minimaal voorzien zijn van:

- een plan van aanpak;
- een planning van de werkzaamheden;
- de periode waarin de voordraad blijft hangen;
- de wijze waarop de verkeersbegeleiding in het kader van een stremming wordt geregeld;
- één contactpersoon die bevoegd is om beslissingen te nemen. Deze contactpersoon moet 14 werkdagen vóór aanvang van de werkzaamheden bekend zijn bij de waterbeheerder onder opgaaf van naam en telefoonnummers (vast en mobiel) waaronder deze bereikbaar is.

Met de werkzaamheden mag pas worden begonnen als de goedkeuring is verleend.

*Voorschrift 7*  
*Verstrooiing van radarreflectie*

1. Binnen 6 weken nadat de hoogspanningsverbinding over de Amertak is gerealiseerd onderzoekt de vergunninghouder of de verbinding zorgt voor ongewenste radarverstrooiing en verstoring van de radarbeelden. De resultaten van het onderzoek worden binnen 4 weken na afronding van het onderzoek aan de waterbeheerder overlegd.
2. Indien uit het onderzoek blijkt dat sprake is van ongewenste radarverstrooiing en verstoring van de radarbeelden zoals bedoeld in het eerste lid, treft de vergunninghouder op eigen kosten maatregelen om deze negatieve effecten weg te nemen.
3. De te nemen maatregelen zoals bedoeld in lid 2, dienen ter goedkeuring aan de waterbeheerder te worden overlegd. Pas na goedkeuring door de waterbeheerder mogen de maatregelen worden uitgevoerd.
4. De meldingen als bedoeld in dit voorschrift moeten worden gericht aan het volgende emailadres: [ScheepvaartZN@rws.nl](mailto:ScheepvaartZN@rws.nl) onder vermelding van het zaaknummer RWSZ2022-00017309.

*Voorschrift 8*  
*Beheer en onderhoud*

1. De op grond van deze vergunning aanwezige werken moeten doelmatig functioneren, in goede staat van onderhoud verkeren en met zorg worden bediend.



2. Door de waterbeheerder kunnen met betrekking tot het beheer en onderhoud van de werken nadere aanwijzingen worden gegeven ter bescherming van de bij de vergunningverlening betrokken belangen. De vergunninghouder dient de gegeven aanwijzingen terstond op te volgen.

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

*Voorschrift 9  
Wijziging werken*

1. Indien ten behoeve van de belangen, ter bescherming waarvan het vereiste van vergunning is gesteld, wijziging nodig is in de plaats of de feitelijke toestand van de werken, dan moet de vergunninghouder zodanige wijziging conform een door of namens de waterbeheerder te verstrekken aanschrijving uitvoeren.
2. In geval van gehele of gedeeltelijk wijziging, vernieuwing, uitbreiding of opruiming van de in deze vergunning omschreven werken, op verzoek van de vergunninghouder, moet de vergunninghouder direct een aanvraag hiertoe schriftelijk doen toekomen aan de waterbeheerder. De aanvraag dient te zijn toegelicht met tekeningen, waarop de situatie(s), doorsnede(n) en constructie(s) zijn aangegeven.
3. Met de uitvoering mag pas worden begonnen nadat op de onder lid 1 genoemde aanvraag een besluit is genomen door de waterbeheerder.
4. Onder gehele of gedeeltelijke wijziging wordt mede verstaan een wijziging in gebruik of wijziging van functie van de werken.

*Voorschrift 10  
Contactpersoon*

1. De vergunninghouder is verplicht één of meer personen aan te wijzen die in het bijzonder belast is (zijn) met de naleving van het bij deze vergunning bepaalde, waarmee door of namens de waterbeheerder in spoedgevallen overleg kan worden gevoerd.
2. De vergunninghouder deelt schriftelijk binnen veertien dagen nadat deze vergunning in werking is getreden aan de waterbeheerder mee, wat de contactgegevens zijn (naam, adres telefoonnummer en e-mailadres) van degene(n) die door of vanwege hem is (zijn) aangewezen.
3. Wijzigingen moeten binnen 14 dagen schriftelijk worden gemeld.
4. De meldingen als bedoeld in dit voorschrift moeten worden gericht aan het volgende emailadres: [handhaving-zn@rws.nl](mailto:handhaving-zn@rws.nl) onder vermelding van zaaknummer RWSZ2022-00017309.



## 4. Aanvraag

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

### 4.1 Aanleiding

Datum  
1 mei 2024

Om de levering van stroom in de toekomst te kunnen garanderen, is er behoefte aan uitbreiding van het bestaande elektriciteitsnet. Een van de projecten die hier aan bij moet dragen is de realisatie van een nieuwe 380 kV-verbinding tussen Borssele en de landelijke ring bij Tilburg: Zuid-West 380 kV (ZW380).

Nummer  
RWS-2024/18815

De nieuwe verbinding loopt van Borssele via Rilland naar Tilburg. In eerste instantie was dit één groot project. De bouw van het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation bij Rilland bracht hier verandering in. Over het westelijke deel van de verbinding, tussen Borssele en Rilland, heeft al besluitvorming plaatsgevonden. Dit gedeelte van de verbinding (Zuid-West 380 kV West of ZW380 West) wordt momenteel gebouwd. De besluitvorming over het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation ten noorden van Tilburg en de realisatie hiervan wordt momenteel afzonderlijk voorbereid.

Onderhavige aanvraag heeft betrekking op de realisatie en instandhouding van het nieuwe 380 kV-hoogspanningstracé tussen Rilland en Tilburg.

### 4.2 Handelingen waarvoor vergunning wordt aangevraagd

De aanvraag betreft het gebruik maken van het rijkswaterstaatswerk de Amertak en de daartoe behorende beschermingszone door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werkzaamheden te verrichten, werken te maken of te behouden, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen, te weten het aanleggen, behouden en onderhouden van een boven- en ondergrondse hoogspanningsverbinding kruisend met de Amertak tussen km 1,4 en 1,7 in de gemeenten Drimmelen en Geertruidenberg. De ondergrondse kruising wordt daarbij uitgevoerd middels een gestuurde boring.

De aanvraag bevat handelingen als bedoeld in artikel 6.5 onder c van de Waterwet juncto artikel 6.12 van het Waterbesluit.

Ingevolge artikel 3.1 van het Waterbesluit juncto artikel 3.2, derde lid van de Waterregeling en de kaarten behorende bij bijlage IV bij de Waterregeling, berust het waterstaatkundig beheer van de Amertak bij het Rijk.

De hierboven genoemde handelingen met betrekking tot het aanleggen, behouden en onderhouden van een boven- en ondergrondse hoogspanningsverbinding zijn derhalve vergunningplichtig.



#### 4.2.1 Beschrijving van het oppervlaktewaterlichaam waarin de handelingen plaatsvinden

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

##### *Amertak*

De Amertak loopt door Noord-Brabant en is een zijkanaal van de rivier de Amer met een lengte van 3 kilometer en een breedte van 30 meter. De Amertak ontlast het scheepvaartverkeer op de Donge welke voor de doorgaande scheepvaart richting Oosterhout en Tilburg te smal en te ondiep is.

De Amertak zorgt daarom voor een vlotte en veilige verbinding met het Wilhelminakanaal en het Markkanaal. De Amertak wordt vooral gebruikt door de beroepsvaart. Containerschepen met bestemming Oosterhout, Tilburg en Helmond maken veelvuldig gebruik van dit kanaal.

##### *Kaderrichtlijn Water*

De handelingen vinden boven- en ondergronds plaats en kruisen de Amertak tussen km 1,4 en 1,7 in de gemeenten Drimmelen en Geertruidenberg. De Amertak maakt onderdeel uit van het KRW-waterlichaam Midden Limburgse en Noord Brabantse kanalen. Het KRW-oppervlaktewaterlichaam Midden Limburgse en Noord Brabantse kanalen is aan te merken als kunstmatig oppervlaktewaterlichaam.

### 5. Toetsing aan de doelstellingen van het waterbeheer

#### 5.1 Algemeen

De Waterwet omschrijft in artikel 6.21 in samenhang met artikel 2.1 het toetsingskader voor de beslissing op de aanvraag. In artikel 2.1 Wtw zijn de algemene doelstellingen aangegeven die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer:

- a) voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met
- b) de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en
- c) de vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening. Een vergunning wordt geweigerd indien de doelstellingen van het waterbeheer zich tegen vergunningverlening verzetten en het niet mogelijk is om de belangen van het waterbeheer door het verbinden van voorschriften of beperkingen voldoende te beschermen.

De doelstellingen zijn geconcretiseerd via normen en beleid ten aanzien van veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functievervulling door watersystemen. De uitwerking hiervan vindt plaats in de Waterwet, in aanvullende regelgeving, in water- en beheerplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels. De vastgestelde normen en het beleid zijn



richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer. Hieronder volgt een beschrijving van het beleid waarmee bij het beoordelen van de vergunningaanvraag rekening is gehouden.

Aan de hand van het in dit hoofdstuk beschreven toetsingskader volgt in de paragrafen hieronder de toetsing van de aanvraag aan de doelstellingen van het waterbeheer.

### 5.1.1 Regelgeving en beleid

De hoofdlijnen van het nationale waterbeleid ten aanzien van veiligheid en het doelmatig gebruik van waterstaatswerken en de manier waarop daarbij rekening moet worden gehouden met de ecologische doelstellingen die gelden voor KRW-waterlichamen zijn vastgelegd in het Nationaal Water Programma (NWP), planperiode 2022-2027. De Beleidslijn grote rivieren (hierna: Bgr) biedt een concreet afwegingskader op basis waarvan kan worden beoordeeld of een activiteit toelaatbaar is. Het Deltaplan Waterveiligheid beschrijft de Voortgang, programmering, planning en fasering van projecten voor waterveiligheid. De Deltabeslissing IJsselmeergebied geeft richting aan de maatregelen die zorgen voor het behouden en versterken van de functies voor de Nederlandse waterveiligheid en waterhuishouding.

In de Beleidsregel toetsingskader waterkwaliteit is vastgelegd op welke manier aanvragen op grond van de Waterwet getoetst worden aan de ecologische doelstellingen die gelden voor KRW-waterlichamen.

## 5.2 Beoordeling voor wat betreft het gebruik maken van het waterstaatswerk de Amertak

### 5.2.1 Overwegingen t.a.v. de beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste (veiligheid en waterkwantiteit)

Bij de behandeling van voorliggende aanvraag wordt getoetst aan de doelstellingen uit artikel 2.1 van de Waterwet die verder zijn uitgewerkt in het Nationaal Water Programma 2022-2027 en bijbehorende documenten. De invulling van de kerntaken een duurzame leefomgeving, waterveiligheid en voldoende water dienen ter voorkoming van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.

Om overstromingen in het riviereengebied te voorkomen is behalve een netwerk van functionerende keringen ook een goede afvoer van water, sediment en ijs via de rivieren naar zee nodig. Het dynamisch handhaven van de basiskustlijn en op peil houden van het zandvolume van het kustfundament met zandsuppleties voorkomen erosie van de kust en dragen bij aan het voorkomen van overstromingen vanuit de Noordzee. De Bgr biedt een concreet afwegingskader op basis waarvan kan worden beoordeeld of een activiteit toelaatbaar is. Het Deltaplan Waterveiligheid beschrijft de Voortgang, programmering, planning en fasering van projecten voor waterveiligheid. De Deltabeslissing IJsselmeergebied geeft richting aan de maatregelen die zorgen voor het behouden en versterken

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815





van de functies voor de Nederlandse waterveiligheid en waterhuishouding.

Voldoende water, niet te veel én niet te weinig, is cruciaal voor het goed functioneren van Nederland. De grote rivieren en het IJsselmeer staan daarbij centraal. Het waterbeheer is er op gericht om wateroverlast, watertekort, droogte en verzilting te voorkomen en nadelige gevolgen te beperken. Wateroverlast, waarmee de persoonlijke veiligheid van mensen in gevaar komt, wordt aangepakt binnen het waterveiligheidsbeleid.

Gelet op de aard van de uit te voeren werkzaamheden worden geen onveilige situaties verwacht. Als de werkzaamheden plaatsvinden conform de ingediende tekeningen en bij de aanvraag gevoegde documenten, zullen met in achtneming van de gestelde voorschriften als gevolg van de werkzaamheden geen negatieve effecten te verwachten zijn voor het waterstaatswerk. Vanuit het aspect van kanaalbeheer zijn de werken daarom vergunbaar.

De werken dienen gedurende de periode dat deze op grond van de vergunning aanwezig mogen zijn, in een goede staat van onderhoud te verkeren. Daartoe is een voorschrift in de vergunning opgenomen. Bij ongewone voorvallen of calamiteiten dient de vergunninghouder contact op te nemen met het Meldpunt Water. Hiertoe is ook een voorschrift opgenomen.

Bij de aanvraag is tevens een rapportage gevoegd waarin een onderzoek radarhinder hoogspanningsleiding over de Amertak op scheepsradar is beschreven. Dit onderzoek is uitgevoerd voor het bepalen van de mogelijke hinder op scheepsradars van te plaatsen afstandhouders tussen de hoogspanningskabels over de Amertak. Volgens de Richtlijn Vaarwegen 2020 moeten afstandhouders in hoogspanningsleidingen boven een vaarwater van minder dan 150 m breedte worden vermeden. Boven de vaarweg Amertak zouden daarom geen afstandhouders mogen worden geplaatst. De hoogspanningsleiding vereist echter afstandhouders op een onderlinge afstand van 50 m, waardoor het technisch noodzakelijk is om toch afstandhouders te plaatsen boven de vaarweg. De belangrijkste bevinding uit dit onderzoek is dat vanuit radartechnisch oogpunt de versturende bijdrage van de afstandhouders op het radarbeeld minimaal is.

Om zeker te zijn dat er geen ongewenste radarverstrooiing en verstoring van de radarbeelden optreedt, is een voorschrift opgenomen om aan te tonen dat daar na realisatie van de hoogspanningsverbinding inderdaad geen sprake van is.

Gelet op het bovenstaande, is er geen (negatieve) invloed te verwachten op de veiligheid indien een en ander conform de aanvraag wordt uitgevoerd.

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024  
Nummer  
RWS-2024/18815



### 5.2.2 Overwegingen ten aanzien van de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen (waterkwaliteit)

Voor zover de aanvraag gevolgen heeft voor de chemische kwaliteit van watersystemen, zijn die gevolgen getoetst in het onderdeel van deze vergunningen dat over de bij de activiteit vrijkomende emissies gaat, of in het kader van de toetsing aan algemene regels zoals het Besluit bodemkwaliteit. In dit gedeelte van de vergunning wordt daarom alleen getoetst aan de ecologische doelstellingen van het relevante waterlichaam. Hierbij is gebruik gemaakt van de 'Beleidsregel toetsingskader waterkwaliteit' (Staatscourant 2022, nr. 6470).

Het aangevraagde gebruik vindt plaats buiten de grenzen van de KRW-waterlichamen. Er worden geen uitstralende effecten van de ingreep naar het KRW-waterlichaam verwacht.

### 5.2.3 Overwegingen ten aanzien van de maatschappelijke functievervulling door watersystemen

#### Beleid voor de vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen

Het Nationaal Waterplan kent aan de Rijkswateren verschillende gebruiksfuncties toe die specifieke eisen stellen aan het beheer of gebruik van het betreffende rijkswater. De functies zijn nader uitgewerkt in het Nationaal Water Programma (NWP 2022-2027). Voor de Amertak gelden de volgende functies:

- Scheepvaart
- Kabels en leidingen
- Waterrecreatie

Uitgangspunt van het NWP is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de gebruiksfuncties waterveiligheid, voldoende water, schoon en gezond water en veilig verkeer over water op orde zijn. Dit is in de onderhavige situatie het geval.

#### Feitelijk gebruik

Daarnaast is beoordeeld of deze aanvraag op de beoogde locatie invloed heeft op de toegekende gebruiksfuncties en of dit toelaatbaar is. Omdat inmiddels uit jurisprudentie duidelijk is geworden dat ook niet-toegekende functies een weigeringsgrond voor de vergunning kunnen vormen, dient ook de invloed op deze niet-toegekende functies afgewogen te worden. Er is daarom tevens getoetst of het gebruik van het waterstaatswerk onaanvaardbare gevolgen heeft voor het feitelijke maatschappelijke gebruik van het watersysteem op de beoogde locatie.

Zoals aangegeven heeft het gebruik van het waterstaatswerk geen onaanvaardbare gevolgen voor het voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit.

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815



Daarnaast worden er op de beoogde locatie geen gebruiksfuncties geraakt. Er wordt daarom ook voldaan aan de eisen van de aanwezige gebruiksfuncties.

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

## 6. Procedure

Zuid-West 380kV Oost wordt aangemerkt als een uitbreiding van het landelijk hoogspanningsnet voor zover het betreft de van dat net deel uitmakende netten bestemd voor het transport van elektriciteit op een spanningsniveau van 220 kV of hoger als bedoeld in artikel 20a, eerste lid, onder a, van de Elektriciteitswet 1998.

In artikel 20a, eerste lid van de Elektriciteitswet 1998 is bepaald dat op de besluitvorming voor dit project de rijkscoördinatieregeling als bedoeld in artikel 3.35 van de Wet ruimtelijke ordening van toepassing is. In samenwerking met het coördinatiebesluit van de minister voor Klimaat en Energie (K&E) van 20 juni 2022, wil dat in dit geval zeggen dat de besluiten die nodig zijn voor Zuid-West 380kV Oost (Rilland – Tilburg) gezamenlijk worden voorbereid, waarbij deze procedure wordt gecoördineerd door de minister voor K&E. Daarbij doorlopen de besluiten, op grond van artikel 3.31, derde lid, in samenhang met artikel 3.35, vierde lid, van de Wro, de uniforme openbare voorbereidingsprocedure als bedoeld in afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht met toepassing van de bijzondere regels in artikel 3.31, derde lid, in samenhang met artikel 3.35, vierde lid, van de Wro.

Dit besluit is één van de besluiten die nodig zijn voor Zuid-West 380kV Oost (Rilland – Tilburg). Daarom is ook op dit besluit de rijkscoördinatieregeling van toepassing. De minister voor K&E heeft een gecoördineerde voorbereiding van de besluiten voor het Zuid-West 380kV Oost (Rilland – Tilburg) bevorderd. Onderhavig besluit is samen met het inpassingsplan en andere besluiten als volgt voorbereid:

- Op 8 augustus 2022 is op grond van artikel 20c, tweede lid, in samenhang met artikel 20ca van de Elektriciteitswet 1998 het onderhavige besluit aangewezen als besluit dat ook gecoördineerd wordt voorbereid en bekend gemaakt;
- op 14 september 2023 en 28 september 2023 zijn de kennisgevingen met betrekking tot het ontwerp van de besluiten gepubliceerd in de Staatscourant; kennisgeving heeft ook plaatsgevonden in enkele huis-aan-huisbladen en regionale dagbladen;
- Het ontwerp van het besluit heeft van 15 september 2023 tot en met 26 oktober 2023 & 29 september 2023 tot en met 9 november 2023 digitaal ter inzage gelegen op [www.rvo.nl/hsv-380-kv-zuid-west-oost](http://www.rvo.nl/hsv-380-kv-zuid-west-oost).

Op grond van artikel 3.32 in samenhang met artikel 3.35, vierde lid, van de Wet ruimtelijke ordening worden dit besluit en de andere besluiten gelijktijdig door de minister voor K&E bekendgemaakt. Tevens doet de minister voor K&E daarvan mededeling in de Staatscourant, enkele huis-aan-huisbladen en regionale dagbladen en langs elektronische weg. Eerdere insprekers en



grondeigenaren en beperkt gerechtigden op die gronden worden persoonlijk geïnformeerd.

#### *Behandeling zienswijzen en wijzigingen in besluit*

Voor dit besluit is sprake van een gecoördineerde procedure, de zogenaamde Rijkscoördinatieregeling. Dit betekent dat het ontwerp van dit besluit gelijktijdig met de andere ontwerp uitvoeringsbesluiten voor het project Zuid-West 380kV Oost (Rilland – Tilburg) ter inzage heeft gelegen.

Tijdens de terinzagelegging van de uitvoeringsbesluiten zijn in totaal 48 zienswijzen ingediend.

De binnengekomen zienswijzen zijn in één gezamenlijke antwoordnota samengevat en van een beantwoording voorzien. De antwoordnota is op <http://www.rvo.nl/hsv-380-kv-zuid-west-oost> te raadplegen. In de antwoordnota is ook aangegeven of de ingebrachte zienswijze betrekking heeft op één specifiek ontwerpbesluit of dat het een algemene zienswijze betreft die niet gericht is op een specifiek ontwerpbesluit. De antwoordnota dient als bijlage beschouwd te worden van dit besluit en wordt, voor zover betrekking hebbend op dit besluit, geacht daarvan deel uit te maken.

In sommige gevallen heeft een ingediende zienswijze tot een aanpassing van het besluit geleid. Indien dit het geval is staat dit in de antwoordnota aangegeven. Voor een juiste verwerking van deze wijzigingen in de definitieve besluiten is contact gezocht met de aanvrager van de vergunning. Waar nodig is verzocht om de vergunningstukken aan te passen. In de antwoordnota is een overzicht opgenomen van de doorgevoerde wijzigingen naar aanleiding van de ingediende zienswijze.

Tot slot zijn er vanuit de aanvrager vanwege nieuwe inzichten of nadere uitwerking van de plannen voor de hoogspanningsverbinding ook enkele wijzigingen verzocht door te voeren in de definitieve besluiten. Deze wijzigingen zijn besproken tussen bevoegd gezag en aanvrager. In hoofdzaak betreft dit ondergeschikte wijzigingen die geen belangen van derden onevenredig schaden. Een overzicht van deze wijzigingen is eveneens opgenomen in de antwoordnota voor de zienswijze.

Naar aanleiding van de ontwerpvergunning zijn geen zienswijzen naar voren gebracht.

Gebleken is echter dat in de ontwerpvergunning de aan te leggen kabels abusievelijk niet zijn opgenomen in de tekeningen GTB-HDD1, blad 1 van 2 en GTB-HDD1, blad 2 van 2. De tekeningen zijn hier alsnog op aangepast.

Deze ambtshalve wijziging is getoetst aan de voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met bescherming en verbetering van de chemische en ecologische

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815



kwaliteit van watersystemen en de vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen. Uit de toetsing is gebleken dat aan de vereisten van artikel 2.1 eerste lid van de Waterwet juncto artikel 6.21 van de Waterwet wordt voldaan.

Als gevolg van bovenstaande worden de eerder in de ontwerpvergunning opgenomen tekeningen vervangen door een aangepaste versie.

Het besluit is gezien bovenstaande aanpassing ambtshalve gewijzigd vastgesteld.

#### 7. Conclusie

De in de vergunning opgenomen voorschriften waarborgen dat de doelstellingen van het waterbeheer voldoende worden beschermd. Op grond van de overwegingen bestaan er daarom geen bezwaren tegen het verlenen van de vergunning.

#### 8. Ondertekening

DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT,  
name is deze,  
Afdelingshoofd Vergunningverlening Rijkswaterstaat Zuid-Nederland,

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815



## 9. Mededelingen

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Voor meer informatie over deze beschikking kunt u terecht bij de in deze beschikking genoemde contactpersoon. De contactpersoon kan uw vragen beantwoorden en het besluit met u doornemen.

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

Om te bepalen of u meer informatie wilt, kunnen de volgende vragen en aandachtspunten u helpen:

- Is de inhoud van de beschikking duidelijk en is helder wat het concreet voor u betekent?
- Kunt u beoordelen of de beschikking inhoudelijk juist is of niet? Of heeft u behoefte aan een toelichting?
- Kloppen de gegevens over u in de beschikking en heeft u alle gegevens verstrekt?

Ook wanneer u andere vragen heeft over het besluit of de procedure kunt u contact opnemen.

### *Beroep*

Belanghebbenden kunnen tegen dit besluit beroep instellen bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State, postbus 20019, 2500 EA, Den Haag. De termijn voor het indienen van een beroepschrift bedraagt zes weken en vangt aan met de ingang van de dag na die waarop het besluit ter inzage is gelegd. Een niet-belanghebbende die een zienswijze naar voren heeft gebracht op het ontwerp van het desbetreffende besluit of aan wie redelijkerwijs niet kan worden verweten dat hij niet of niet tijdig heeft gedaan, kan ook beroep instellen.

Op dit besluit is de Crisis- en herstelwet van toepassing. Dit betekent dat de belanghebbende in het beroepschrift moet aangeven welke beroepsgronden hij aanvoert tegen het besluit. Na afloop van de termijn van zes weken kunnen geen nieuwe beroepsgronden meer worden aangevoerd. Vermeld in het beroepschrift dat de Crisis- en herstelwet van toepassing is.

### *Overige mededelingen*

Het hebben van deze vergunning ontslaat de houder niet van de verplichting om de redelijkerwijs mogelijke maatregelen te treffen teneinde te voorkomen dat derden of de Staat ten gevolge van het gebruik maken van de vergunning schade lijden.

Een afschrift van deze beschikking is verzonden aan:

- Rijksvastgoedbedrijf;
- Gemeente Drimmelen;
- Gemeente Geertruidenberg.

Naast de vergunning heeft u voor het gebruik van staatsgrond- en water nog toestemming nodig van het Rijksvastgoedbedrijf. Ik wijs u er op dat het Rijksvastgoedbedrijf aan een dergelijke privaatrechtelijke regeling nog nadere voorwaarden kan stellen, waaronder het betalen van een (marktconforme)



gebruiksvergoeding. Pas op het moment dat een privaatrechtelijke regeling is overeengekomen met het Rijksvastgoedbedrijf mag gebruik worden gemaakt van staatseigendom(men) ter uitvoering van de vergunde activiteit(en).

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815



## Bijlage 1 Begripsbepalingen

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Behorende bij de beschikking van de Minister van Infrastructuur en Waterstaat van heden, RWS-2024/18815:

Datum  
1 mei 2024

Nummer  
RWS-2024/18815

In deze vergunning wordt verstaan onder:

1. 'Aanvraag': De aan deze vergunning ten grondslag liggende aanvraag is op 28 november 2022 binnengekomen bij de Minister van Infrastructuur en Waterstaat en geregistreerd onder nummer RWSZ2022-00017309;
2. Kaderrichtlijn Water (KRW): richtlijn 2000/60/EG van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid;
3. KRW-waterlichaam: volgens artikel 2, lid 10, van de richtlijn 2000/60/EG is een KRW-waterlichaam een te onderscheiden oppervlaktewater van aanzienlijke omvang, zoals een meer, een waterbekken, een stroom, een rivier, een kanaal, een deel van een stroom, rivier of kanaal, een overgangswater of een strook kustwater;
4. 'Ongewoon voorval': een voorval waardoor nadelige gevolgen voor het oppervlaktewaterlichaam zijn ontstaan of dreigen te ontstaan;
5. 'Ontvangstdatum aanvraag': eerste datum dat de aanvraag ontvangen is bij een bestuursorgaan;
6. 'Oppervlaktewaterlichaam': samenhangend geheel van vrij aan het aardoppervlak voorkomend water, met de daarin aanwezige stoffen, alsmede de bijbehorende bodem, oevers en, voor zover uitdrukkelijk aangewezen krachtens de Wtw, drogere oevergebieden, alsmede flora en fauna;
7. 'Vergunninghouder': diegene die krachtens deze vergunning handelingen verricht;
8. 'Waterbeheerder': de minister van Infrastructuur en Waterstaat, per adres de hoofdingenieur-directeur Rijkswaterstaat van dienst Zuid-Nederland (p.a. Rijkswaterstaat Dienst Zuid-Nederland, postbus 2232, 3500 GE te Utrecht);
9. 'Werken': boven- en ondergrondse hoogspanningsverbinding kruisend met de Amertak;
10. 'Werkzaamheden': het behouden, onderhouden en opruimen van de op grond van de vergunning te behouden werken.





## Bijlage 2 Tekeningen en documenten

Rijkswaterstaat  
Zuid-Nederland

Behorende bij de beschikking van de Minister van Infrastructuur en Waterstaat van heden, RWS-2024/18815:

Datum  
1 mei 2024  
Nummer  
RWS-2024/18815

- Situatietekening kruising Amertak, d.d. 26-04-2022;
- Lengteprofiel kruising Amertak 1148-1149, nummer 1017224 blad 1, d.d. 28-04-2022;
- GTB-HDD1 Kruising Amertak, nummer GTB-HDD1, blad 1 van 2, rev. E, d.d. 10-04-2024;
- GTB-HDD1 Kruising Amertak, nummer GTB-HDD1, blad 2 van 2, rev. E, d.d. 10-04-2024;
- Rapportage Kruising 2 HDD's met een spoor, primaire waterkeringen en de Amertak, nummer NL22-648800269-22774, d.d. 26-04-2022;
- Rapportage onderzoek radarhinder hoogspanningsleiding over de Amertak op scheepsradar, nummer DHW-2022-RT-100345556, d.d. 28 juli 2022.

# Kruising 2 HDD's met een spoor, primaire waterkeringen en de Amertak

Vergunningsrapport ProRail, waterschap Brabantse Delta en  
Rijkswaterstaat



## Verantwoording

**Titel:** Krusing 2 HDD's met een spoor, primaire waterkeringen en de Amertak  
**Onderwerp:** Vergunningsrapport ProRail, waterschap Brabantse Delta en Rijkswaterstaat  
**Projectnummer:** 51001237  
**Klant:** TenneT  
**Referentienummer:** NL22-648800269-22774  
**Versie:** D1

**Datum:** 26-04-2022

**Auteurs:** Rebecca Geurts & Vita Vollaers  
**E-mailadres:** rebecca.geurts@sweco.nl & vita.vollaers@sweco.nl

**Gecontroleerd door:** Menno Jasperse  
**Paraaf gecontroleerd:**



---

**Vrijgegeven door:** John Driessen  
**Paraaf vrijgegeven:**



---

# Inhoudsopgave

1.	Inleiding .....	5
1.1	Situatie .....	5
1.2	Leeswijzer .....	6
2.	Uitgangspunten .....	7
2.1	Gebruikte documenten .....	7
2.2	Vigerende normen en richtlijnen .....	7
2.3	Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen .....	8
2.4	Horizontale afstand tot overige objecten .....	8
2.5	Diepteligging .....	8
2.6	Inwendige overdruk .....	9
2.7	Grondwaterstand .....	9
2.8	Belasting- en ondersteuningshoek .....	9
2.9	Importatiefactor .....	9
2.10	Geotechnische parameters .....	9
2.11	Boortechnische gegevens .....	10
2.12	Verkeersbelasting .....	10
2.13	Boogstralen .....	11
3.	Ontwerp .....	12
3.1	Gegevens HDD .....	12
3.2	Boorparameters .....	13
3.3	Intredepunt .....	13
3.4	Uittredepunt en uitlegstrook .....	13
4.	Berekeningsresultaten .....	15
4.1	Trekkrachtberekening .....	16
4.2	Sterkteberekening bedrijfsfase .....	16
4.3	Muddrukberekening .....	16
4.4	Implosie .....	16
4.5	Kwelweg .....	17
4.5.1	Kwel uit het eerste watervoerende pakket .....	17
4.5.2	Kwel tussen de peilgebieden .....	17
5.	Risico's en aandachtspunten .....	19
6.	Conclusie .....	20
6.1	Algemeen .....	20
6.2	Uitkomsten ontwerp en berekening .....	20
	Bijlage 1 – Ontwerptekening .....	21
	Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek .....	22

Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline .....23

# 1. Inleiding

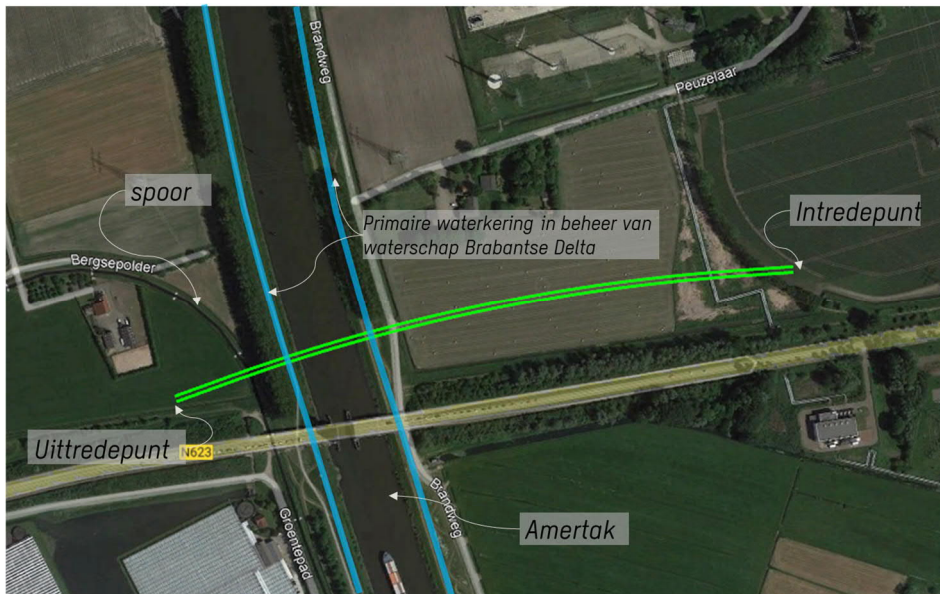
TenneT is voornemens om delen van de bovengrondse 150 kV-verbindingen binnen het projectgebied van Zuid-West 380 kV Oost ondergronds te verkabelen. Het projectgebied loopt vanaf Rilland aan de westzijde tot aan Tilburg aan de oostzijde. Bij het ondergronds brengen van de kabels moeten circa 45 kruisingen sleufloos worden uitgevoerd door middel van horizontaal gestuurde boringen (HDD's) en persingen.

Dit rapport betreft de kruising met een spoor, 2 primaire waterkeringen en de Amertak. De kruising (met codering GTB HDD1) is vergunningsplichtig bij ProRail, waterschap Brabantse Delta en Rijkswaterstaat. Het ontwerp en de berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020, Richtlijn Boortechnieken en de eisen van ProRail.

## 1.1 Situatie

Het tracé van de HDD's start ten oosten van de Amertak in het bouwland ten noorden van de N623 en hoogspanningsstation Geertruidenberg-Zuid. Het tracé eindigt in het bouwland aan de westzijde van de Amertak (zie Figuur 1). Het tracé bestaat uit twee 150kV-circuits, waardoor twee afzonderlijke parallelle HDD-bundels moeten worden gemaakt. Eén bundel bestaat uit 4 mantelbuizen PE100 Ø315 mm SDR 11. Per bundel wordt in drie van de mantelbuizen een hoogspanningskabel ingetrokken, één mantelbuis is beschikbaar als reserve.

De twee HDD's liggen naast elkaar met een dagmaat van 5 meter tussen de boorgaten. De HDD's hebben een lengte van circa 681 m en een maximale diepte van NAP -20,0 m (hart van de boring). De twee HDD's kruisen van oost naar west: een watergang, hoogspanningskabels, een onverharde weg, ondergrondse warmtenetleidingen, bovengrondse warmtenetleidingen, diverse kabels en leidingen, de Brandweg, een primaire waterkering, de Amertak, nogmaals een primaire waterkering en een verharde weg (de Oude Dijk), een middenspanningskabel, een watergang, een enkel spoor en tenslotte nogmaals een watergang. De primaire waterkeringen zijn in beheer bij waterschap Brabantse Delta en de Amertak is rijkswater in beheer bij Rijkswaterstaat. Het spoor betreft een niet geëlektrificeerd enkelvoudig goederenspoor in beheer bij ProRail.



Figuur 1 Overzicht situatie GTB-HDD01

## 1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de uitgangspunten, hoofdstuk 3 het ontwerp en de berekeningen, hoofdstuk 4 bevat de berekeningsresultaten, hoofdstuk 5 de risico's en aandachtspunten en hoofdstuk 6 de conclusies. Als bijlagen zijn toegevoegd de ontwerp-tekening, grondgegevens en de berekeningen.

## 2. Uitgangspunten

### 2.1 Gebruikte documenten

Bij het opstellen van de berekeningen is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- Ontwerptekening van GTB HDD1, tekeningnummer GTB-HDD1 versie C (detail spoor kruising) en D, d.d. 20-04-2022 opgesteld door Sweco (bijlage 1);
- Geotechnisch onderzoek uit Dinoloket (bijlage 2);
- Maaiveldhoogten zijn ontleend aan de Algemene Hoogtekaart van Nederland (AHN-3);
- KLIC-levering 22O052793 opgevraagd d.d. 20-04-2022;
- Peilbesluiten waterschap Brabantse Delta, geraadpleegd d.d. 19-04-2022, website:  
<https://wsbd.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=d6037ee85e784521be739b8ae5b38f7d>;
- Vaarwegenoverzicht Rijkswaterstaat, geraadpleegd op d.d. 14-03-2022, website: <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/vaarwegenoverzicht/>;
- Wegbeheerders, opgevraagd d.d. 24-03-2022, website: <https://www.rijkswaterstaat.nl/kaarten/wegbeheerders>.

### 2.2 Vigerende normen en richtlijnen

Het ontwerp van de boring voldoet aan:

- NEN 3650:2020;
- NEN 3651:2020;
- Keur en leggers van waterschap Brabantse Delta;
- Richtlijn boortechnieken juni 2019 v1.0 van Rijkswaterstaat;
- Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50);
- VELIN Richtlijn nr. 2017/6 Versie september 2019;
- Spoor kruising derden: RLN 00427-2, 31-3-2021;
- Indieningvereisten: Ten behoeve van het aanvragen van een vergunning op grond van artikel 19 Spoorwegwet en het aanvragen van een ontheffing op grond van artikel 13 lid 3 van de Regeling omgevingsregime hoofdspoorwegen, ProRail, 01-07-2021-versie-18 (bijlage 1).



## 2.3 Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen

- NEN 3650-1: 2020, bijlage F.4.3 stelt: De afstand (dagmaat) tussen een paralleleiding of -boring moet minimaal 5 m bedragen, tenzij wordt aangetoond dat een kleinere afstand toelaatbaar is.
- De minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen conform de Richtlijn Boortechnieken is:
  - De minimale dagmaat bij een kruising met een bestaande HDD-boring is 5,0 meter, onafhankelijk van de grondslag;
  - De minimale dagmaat in zandgrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 5,0 meter;
  - De minimale dagmaat in klei-/veengrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 10,0 meter;
  - Bij gelijktijdige uitvoering van meerdere HDD-boringen is het risico op schade minder groot omdat de ligging onderling beter bekend is en omdat kabels en leidingen nog niet in bedrijf zijn. In deze situatie kan de onderlinge dagmaat verkleind worden, zodanig dat stuurcorrecties onbelemmerd kunnen plaatsvinden. De vergunningaanvrager dient een afwijkende dagmaat te onderbouwen, waarbij aantoonbaar wordt gemaakt dat er geen risico ontstaat voor het rijkswaterstaatswerk.

De Richtlijn is specifiekier dan de NEN 3650, voor het ontwerp houden we daarom de Richtlijn Boortechnieken aan. Aangezien vrijwel de gehele HDD's in een zandlaag liggen is een dagmaat van 5 m als uitgangswaarde genomen. De HDD's zullen daarnaast met een gyroscoop geboord worden, zodat de afwijkingen minimaal zijn.

## 2.4 Horizontale afstand tot overige objecten

In het ontwerp zijn de volgende afstanden gehanteerd:

- Voor de horizontale afstand van de HDD's tot de toekomstige mastenroute van TenneT is aan maaiveld een afstand van minimaal 10 meter uit de teen van de mast gehanteerd. De funderingswijze van de toekomstige masten is onbekend en dus ook of de funderingspalen geschoord staan. Bij een afstand van 10 m is een schoring van 1:3 toelaatbaar om op niveau boorlijn een minimale afstand van 5,0 m te hebben.
  - De afstand tussen hart boring en de teen van de toekomstige mast 1056 bedraagt circa 18,52 m.

## 2.5 Diepteligging

De diepteligging dient aan de volgende eisen te voldoen:

- De HDD's dienen de kruin van de primaire waterkeringen te passeren met een dekking van minimaal 10 m en de teen met een dekking van minimaal 3,0 m (NEN 3651:2020 paragraaf 9.6.2).
  - De kruinhoogte van de primaire watering is circa NAP +3,7 m en de teen op circa NAP +1,2 m. De HDD's liggen hier op een diepte (hart boring) van circa NAP -20 m en voldoen daarmee aan de eis.
- De HDD's dienen 10 meter onder de waterbodemplaat van beide kanalen te liggen (NEN 3551:2020 paragraaf 9.6.2).

- De bodemdieptes zijn ontleend aan het vaarwegenoverzicht van Rijkswaterstaat. De Amertak heeft een diepte van NAP -4,20 m. De HDD's liggen hier op een diepte van NAP -20 m hart boring, met een dagmaat van 15,3 m onder de bodem. Dit voldoet hiermee aan de eis.
- De HDD's dienen minimaal 12 m beneden het laagst gelegen maaiveld binnen de druklijn 1:1,5 te liggen (paragraaf 7.1 van RLN0047-2 Spoor kruising derden)
  - De bovenkant van de leiding is op een diepte van 21,36 m geprojecteerd ten opzichte van het laagst gelegen maaiveld. De leiding voldoet hiermee aan de dekkings- en afstandseisen.
- Voor kruising met overige kabels en leidingen waaronder leidingen van het warmtenet (zowel bovengronds als ondergronds) wordt een dagmaat van 5 meter aangehouden.

## 2.6 Inwendige overdruk

Het betreft mantelbuizen. Er is dus niet gerekend met inwendige overdruk.

## 2.7 Grondwaterstand

De HDD's liggen binnen het peilbesluit van Gat van de Ham. Echter heeft het intredepunt een ander zomer- en winterpeil dan het uittredepunt. Bij het intredepunt is het zomerpeil -0,6 m NAP en het winterpeil -0,8 m NAP. Bij het uittredepunt is het zomerpeil -0,65 m NAP en het winterpeil -0,95 m NAP. We gaan in de berekening uit van een gemiddelde waterstand van -0,8 m NAP.

## 2.8 Belasting- en ondersteuningshoek

Conform NEN3650-1:2020 paragraaf C.4.1.3 bedraagt voor een HDD de:

- belastingfactor voor trekkracht : 1,8;
- belastinghoek : 30°;
- ondersteuningshoek : 30°.

## 2.9 Importantiefactor

Voor de HDD is conform paragraaf 6.5 van NEN 3651 een importantiefactor van 1,0 gehanteerd.

## 2.10 Geotechnische parameters

De geotechnische gegevens en parameters gebruikt zijn gebaseerd op grondonderzoek uit Dinoloket en uit de Sweco-database met historisch grondonderzoek. De ID-nummers, dieptes en de afstanden tot het boortracé van de gebruikte boringen en sonderingen staan in Tabel 2-1. De volledige boringen en sonderingen staan in bijlage 2 van deze rapportage. Op basis van dit grondonderzoek heeft Sweco een maatgevend bodemprofiel langs het geplande boortracé opgesteld. Dit bodemprofiel is gecontroleerd met behulp van het 3-D ondergrondmodel GeoTOP. Dit is een model van de grondlagen in de Nederlandse ondiepe ondergrond, opgesteld door de Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO.

**Tabel 2-1**      **Overzicht van het gebruikte grondonderzoek**

ID-nummer	Type	Diepte	Afstand tot boortrace
		[m NAP]	[m]
B44D1229	Boring	-7	40
CPT98999	Sondering	-12	10
B44D0959	Boring	-5	40
CPT98964	Sondering	-12	40
B44D1222	Boring	-3	20

Uit het grondonderzoek blijkt dat de bovenkant van de vaste zandlaag zich bevindt op circa -1,0 m NAP van het geplande boortracé. Boven de zandlaag bestaat de grond uit een laag zandige klei, zoals geobserveerd in het grondonderzoek. Gezien het kleine aantal boringen en sonderingen kan niet met zekerheid vastgesteld worden of de zandige klei over het gehele tracé voorkomt. Hieruit concluderen we dat aanvullend grondonderzoek noodzakelijk is om een grondprofiel met grotere nauwkeurigheid vast te stellen. Om veiligheidsmarge in de berekening in te bouwen, is de zandige klei over het gehele boortracé aangehouden. Tabel 2 2 laat de in de berekeningen aangehouden grondparameters en grondlagen zien. De grondparameters zijn opgesteld op basis van kennis en ervaring van de Nederlandse ondergrond en tabel 2b van NEN 9997-1+C2-2017. De stijfheidsmodulus E en ongedraineerde schuifsterkte  $S_u$  zijn gecorreleerd met de conusweerstand conform CUR2003-7 (2003) en CUR162 (1992).

**Tabel 2-1**      **Grondparameters gebruikt in de berekening**

Niveau bovenkant [m t.o.v. NAP]	Niveau onderkant [m t.o.v. NAP]	Lithologie	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$S_u$ top/bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	E [kN/m <sup>2</sup> ]
0,3	-1,2	Klei; sterk zandig	18	18	0,5	27,5	30,0	2000
-1,2	-30,0	Zand; schoon; matig	18	20	0,0	32,5	0,0	30000

## 2.11 Boortechnische gegevens

De boortechnische parameters voor het ontwerp en de muddrukberendingen zijn betrokken uit het Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50), NEN 3650:2020 en NEN 3651:2020. De voor de berekeningen gehanteerde waarden zijn terug te vinden in de invoer van de muddrukberendingen in bijlage 3.

## 2.12 Verkeersbelasting

Ter plaatse van de kruising met de Oude Dijk en de Brandweg is verkeersklasse II gehanteerd conform figuur C17 uit NEN3650-1:2020.

## 2.13 Boogstralen

Het beleid van TenneT is dat HDD's met een gyroscoop geboord worden. De minimaal mogelijke boogstraal van een gyroscoop bedraagt volgens leverancier Brownline 180 m.

In dit ontwerp is sprake van horizontale bochten van 2018 en 2024 m, een verticale bocht van 250 m en een gecombineerde bocht met een boogstraal van 248 m. De boogstralen voldoen hiermee aan de minimaal vereiste straal van 180 m voor de gyroscoop.

Met de toepassing van een gyroscoop kan tijdens de pilotboring worden bijgestuurd om afwijkingen te compenseren. Het boren met gyroscoop zorgt er daarom voor dat de afwijkingstolerantie bij de uitvoering van de HDD's binnen de afwijkingstolerantie blijven zoals benoemd in de Richtlijn Boortechnieken.

**Tabel 2-2 afwijkingstoleranties HDD**

RICHTING	MAXIMALE UITVOERINGS-AFWIJKING
Verticaal*	+1/-1 m
Horizontaal:	
- in lengterichting; t.p.v. uittredepunt	+5/-2 m
- in dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt	+1/-1 m
- in dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-5 m
Bochtstralen	< 10%

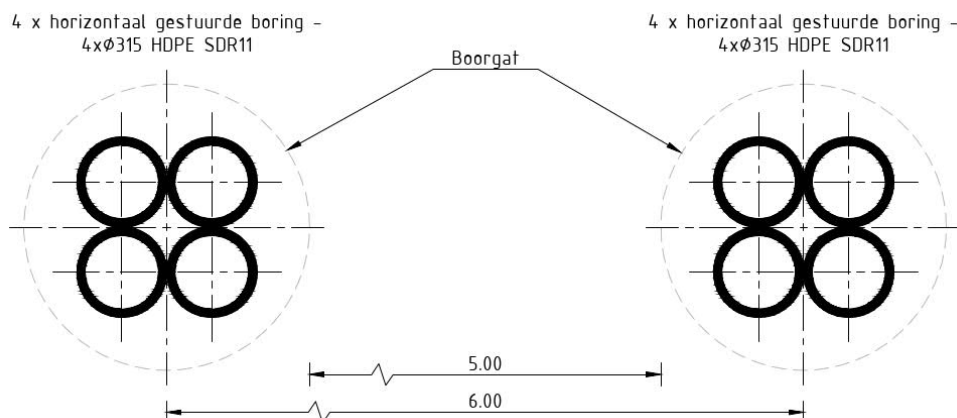
*Figuur 2, afwijkingstoleranties HDD's (Bron: tabel 2.1 uit de Richtlijn Boortechnieken)*

## 3. Ontwerp

### 3.1 Gegevens HDD

Het ontwerp van de twee HDD's heeft de volgende kenmerkende parameters:

- materiaal: 4x PE100 Ø315 mm SDR 11;
- lengte: 681 m;
- maximale diepte hart boring: NAP -20,0 m;
- intredehoek: 15°;
- uittredehoek: 15°;
- verticale boogstralen: 250 m;
- horizontale boogstralen: 2018 en 2024 m;
- gecombineerde boogstralen: 248 m.



Figuur 3 Doorsnede van de 2 HDD's

Aan de hand van NEN 3650 en NEN 3651 en de Richtlijn Boortechiek is een ontwerp gemaakt voor de HDD's. De voornaamste randvoorwaarden voor het ontwerp, naast de afstandseisen uit hoofdstuk 2, zijn:

- De HDD's dienen een zodanig tracé te volgen dat er voldoende dekking aanwezig is in het gehele tracé om een blow-out te voorkomen;
- De HDD's dienen buiten de kernzone van de primaire waterkeringen van waterschap Brabantse Delta in of uit te treden;
- De sterkte van de leiding dient zodanig te zijn dat deze intact blijft gedurende de aanleg en in de bedrijfsfase.

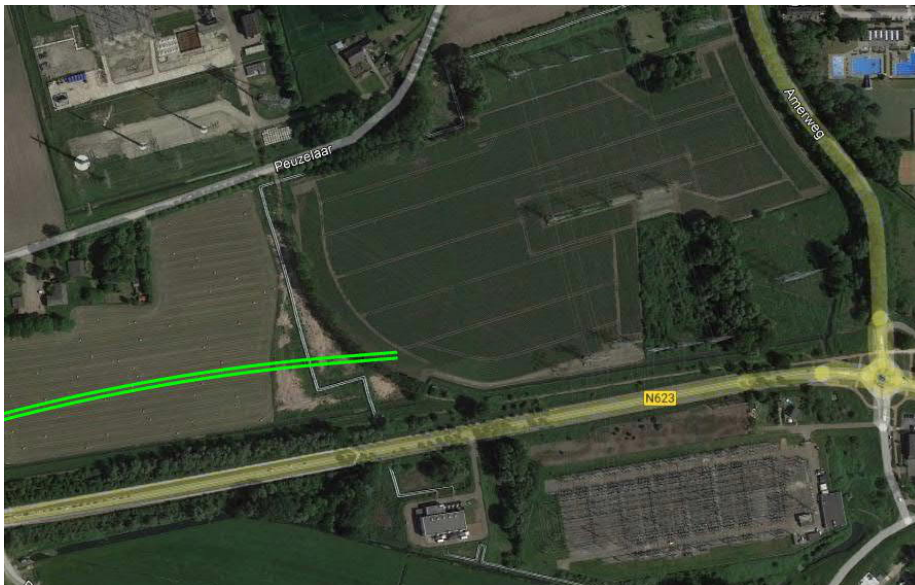
## 3.2 Boorparameters

Bij de berekeningen zijn de volgende boorparameters aangehouden:

- boorinstallatie : max-rig 100 ton;
- diameter boorstang : 0,17 m;
- volumegewicht bentoniet : 11,5 kN/m<sup>3</sup>;
- diameter pilothole : Ø300 mm;
- ruimgat : Ø700 mm;
- boorgat : Ø1000 mm.

## 3.3 Intredepunt

Het intredepunt ligt in bouwland aan de oostzijde van het boortracé ten noorden van de N623 en hoogspanningsstation Geertruidenberg-Zuid (zie figuur 4). De locatie is door het bouwland bereikbaar vanaf de noordzijde via de Peuzelaar. Bij het intredepunt dient de aannemer rekening te houden met het werken onder en nabij hoogspanningsmasten.



Figuur 4 Intredepunt GTB-HDD1

## 3.4 Uittredepunt en uitlegstrook

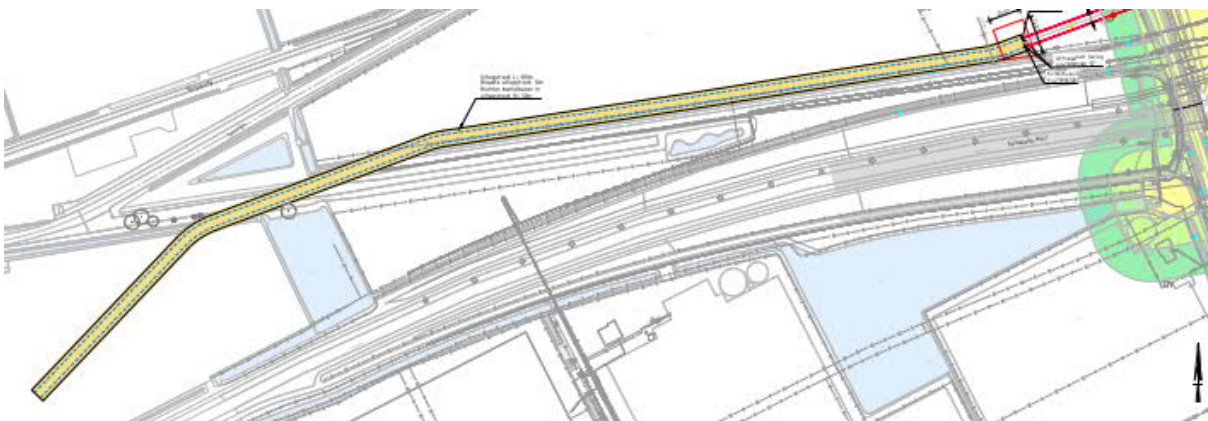
Het uittredepunt ligt in bouwland aan de westzijde van het boortracé (zie figuur 5). De locatie is bereikbaar via het Groentepad en de onderdoorgang van de brug N623. Hier kan gebruik gemaakt worden van de werkstrook van TenneT.

De uitlegstrook ligt in het bouwland en loopt grofweg parallel aan de N623 (Kanaalweg West) (zie figuur 6). De uitlegstrook kruist een categorie A waterloop en dijkje. Voor de waterloop dient een tijdelijke constructie aangelegd te worden. Langs het dijkje staan bomen en bosschages, deze dienen zoveel mogelijk behouden te blijven.





Figuur 5 Uittredepunt GTB HDD1



Figuur 6 Uitlegstrook GTB HDD1

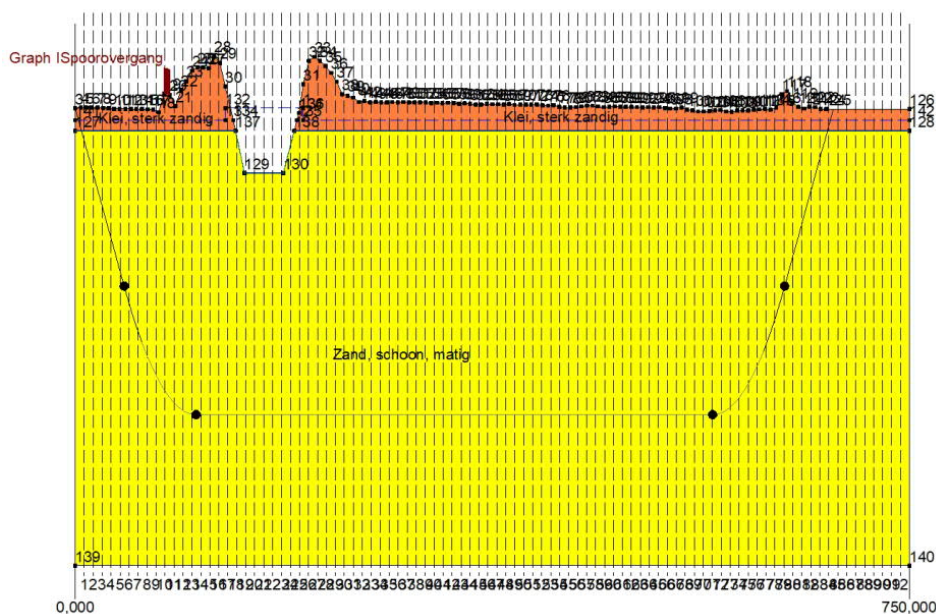
## 4. Berekeningsresultaten

De volgende berekeningen zijn voor de horizontaal gestuurde boring uitgevoerd:

- een trekkrachtberekening;
- een sterkteberekening voor de bedrijfsfase;
- een muddrukberekening;
- een implosieberekening;
- een kwelwegbeschouwing.

Er is één berekening, dus maar één profiel, opgesteld voor beide HDD's. Uitgangspunt is dat de verschillen tussen de profielen van de twee HDD's verwaarloosbaar klein zijn.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenprogramma D-Geo Pipeline versie 20.1 en zijn toegevoegd als bijlage 3. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.



Figuur 7 D-Geo Pipeline-model van HDD's



## 4.1 Trekrachtberekening

De berekende maximale trekkracht bedraagt  $491 \cdot 1,8 = 884$  kN bij niet-gevulde leidingen. Dit leidt tot een maximale spanning tijdens de intrekfase van  $9,12$  N/mm<sup>2</sup> aan het einde van de intrekoperatie. Toelaatbaar is  $10$  N/mm<sup>2</sup>.

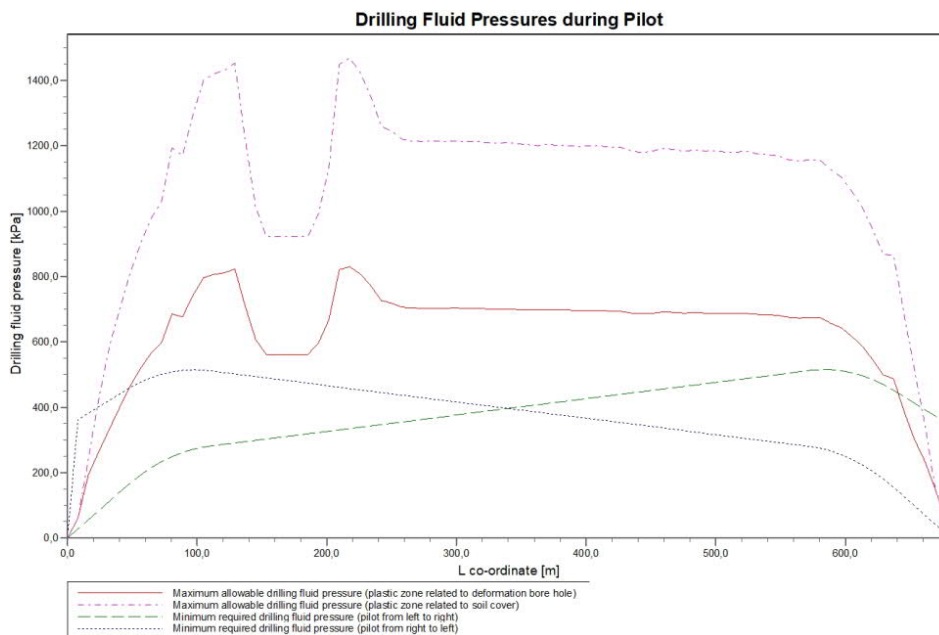
## 4.2 Sterkteberekening bedrijfsfase

Voor de mantelbuizen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Hieruit volgt een maximaal optredende spanning van  $4,37$  N/mm<sup>2</sup>. Toelaatbaar is  $8$  N/mm<sup>2</sup> waarbij is uitgegaan van PE100 SDR 11.

Uit de sterkteberekening blijkt dat een deflectie van  $8,8$  mm ( $2,8\% \times D_0$ ) optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van  $25,2$  mm ( $8\%$ ).

## 4.3 Muddrukberekening

Bij de geplande diepteligging van de HDD's bestaat tijdens de pilotboring, getuige de berekeningsresultaten, de kans op muduitbraak in de laatste 50 m van het tracé. Geadviseerd wordt bij nadering van het uittredepunt, bij met name de voor muduitbraak maatgevende pilotboring, de druk op de boorspoeling te verminderen. Bij het ruimen en de intrekoperatie wordt geen blow-out berekend.



Figuur 8 Muddrukberekening tijdens pilot fase

## 4.4 Implosie

Zowel tijdens de intrekoperatie als de bedrijfstoestand blijkt uit de berekeningen dat geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op lege leiding bedraagt circa  $203$  kN/m<sup>2</sup>, terwijl  $280$  kN/m<sup>2</sup> toelaatbaar is.

## 4.5 Kwelweg

Langs een HDD kan op twee wijzen kwel ontstaan. Ten eerste kan kwel ontstaan indien sprake is van overspannen water in de diepere grondlagen. In dat geval is de stijghoogte in het diepere watervoerende pakket hoger dan de freatische waterstand. Ten tweede kan kwel ontstaan indien een HDD twee verschillende peilgebieden verbindt. Hierdoor kan een kortsluitstroom langs de HDD ontstaan. In onderstaande paragraaf zijn beide situaties beschouwd.

### 4.5.1 Kwel uit het eerste watervoerende pakket

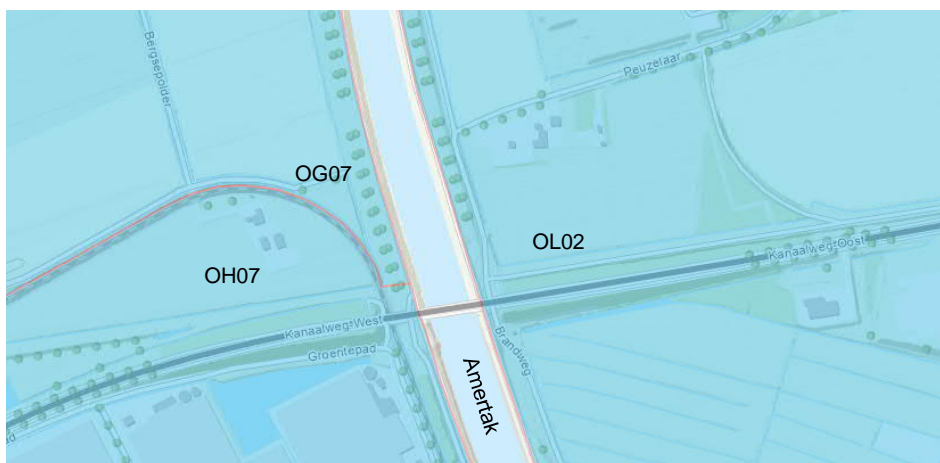
In het gebied zijn in DINOloket geen representatieve peilbuisgegevens te vinden van de diepere grondlagen. Op basis van het geotechnisch profiel, dat voornamelijk uit zand bestaat en geen diepere afsluitende kleilagen bevat, is de verwachting dat het peil van de freatische grondwaterstand en het eerste watervoerende pakket aan elkaar gelijk is. Het is daarom niet noodzakelijk om kwelmaatregelen te nemen. Dit zal geverifieerd dienen te worden met een te plaatsen peilbuis bij het tracé.

### 4.5.2 Kwel tussen de peilgebieden

De HDD's liggen binnen het peilbesluit van Gat van de Ham. Echter heeft het intredepunt een ander zomer- en winterpeil dan het uitredepunt (zie tabel 4-1). Gezien de waterstandsverschillen tussen de peilgebieden is het mogelijk dat kwel optreedt bij een verkorting van de natuurlijke kwelweg door de HDD.

**Tabel 4-1 Peilgebieden en peilbesluiten waterschap Brabantse Delta**

Peilgebied	Zomerpeil (m NAP)	Winterpeil (m NAP)
Amertak	+ 0,50	+ 0,50
OH07 – Plukmade	- 0,60	- 0,80
OG07 – Oud Drimmelen	-1,0	-1,5
OL02 – Middelschans	- 0,65	- 0,95



Figuur 9 Peilgebieden bij GTB-HDD1

De kwelwegen zijn berekend volgens Bligh-Lane:

*Natuurlijke kwelweg < kwelweg via HDD*

$$L_0 \times \frac{1}{3} < L_{vert} + L_{hor} \times \frac{1}{6}$$

Waarin:

$L_0$ : kortste natuurlijke kwelweg

$L_{vert}$ : kwelweg in verticale richting

$L_{hor}$ : kwelweg in horizontale richting (< 45°)

De factoren 1/3 en 1/6 zijn weegfactoren conform Bligh-Lane voor stroming langs een contactvlak van twee grondlagen, respectievelijk het contactvlak tussen grond en boorgang.

In tabel 4-2 zijn de kortste natuurlijke kwelwegen en kortste kwelwegen langs de HDD weergegeven. Voor de kortste natuurlijke kwelweg is de minimale afstand tussen twee watergangen uit een peilgebied gehanteerd die door de HDD gekruist wordt. Hieruit blijkt dat geen kwel tussen de peilgebieden via de HDD's valt te verwachten. Er zijn dus geen kwelmaatregelen nodig.

**Tabel 4-2 Berekening van de kortste kwelwegen**

Van peilgebied	Naar peilgebied	Kortste natuurlijke kwelweg [m]	Kortste kwelweg via HDD [m]
Amertak	OH07	60/3 = 17	18 + 60/6 + 15 = 43
Amertak	OL02	60/3 = 20	20 + 60/6 + 15 = 45
Amertak	OG07	55/3 = 18	19 + 55/6 + 15 = 43
OL02	OG07	170/3 = 57	19 + 170/6 + 20 = 67
OH07	OL02	175/3 = 58	255/6 + 20 = 62,5
OH07	OG07	6/3 = 2	18 + 6/6 + 19 = 38

## 5. Risico's en aandachtspunten

De aannemer dient met de volgende specifieke risico's en aandachtspunten rekening te houden:

- Werken in de nabijheid van hoogspanningsmasten, met name bij het uittredepunt. Ten oosten van het uittredepunt liggen verschillende mastenroutes die aansluiten op hoogspanningsstation Geertruidenberg-Zuid;
- Werken in de beschermingszones van de waterkeringen van waterschap Brabantse Delta;
- Voor de werkzaamheden zal een door ProRail gekwalificeerde aannemer nodig zijn;
- Uitlegstrook: de mantelbuizen worden uitgelegd aan de westzijde van de HDD in bouwland. De uitlegstrook kruist een categorie A waterloop, dit dient te worden afgestemd met het waterschap Brabantse Delta;
- Kruisingen met kabels en leidingen dienen te worden afgestemd met de betreffende beheerders;
- Om de werkterreinen te betreden zullen bouwinritten nodig zijn en de aannemer dient de benodigde verkeersplannen met de gemeente te bespreken;
- Spiegellassen aanbrengen conform NEN7200;
- Bij het spiegellassen van de leidingdelen dienen alle inwendige lasrillen verwijderd te worden; in overleg met de toezichthouder moeten de verwijderde lasrillen aangetoond kunnen worden;
- TenneT schrijft het gebruik van een gyroscoop als plaatsbepalingssysteem tijdens de pilotboring voor;
- Afwijking van de boorlijn heeft consequenties voor de daarna volgende HDD. De aannemer dient daarom na de pilotboring te controleren of de volgende HDD nog aangepast moeten worden. Ook dient de aannemer rekening te houden met de volgorde van uitvoeren in verband met afstanden tot obstakels, zoals toekomstige hoogspanningsmasten.

## 6. Conclusie

### 6.1 Algemeen

TenneT is voornemens om delen van de bovengrondse 150 kV-verbindingen binnen het projectgebied van Zuidwest-Oost ondergronds te verkabelen.

Dit rapport betreft de kruising met een spoor, twee primaire waterkeringen en de Amertak. De kruising (met codering GTB HDD1) is vergunningsplichtig bij ProRail, waterschap Brabantse Delta en Rijkswaterstaat. Het ontwerp en de berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020, Richtlijn Boortechnieken en de eisen van ProRail.

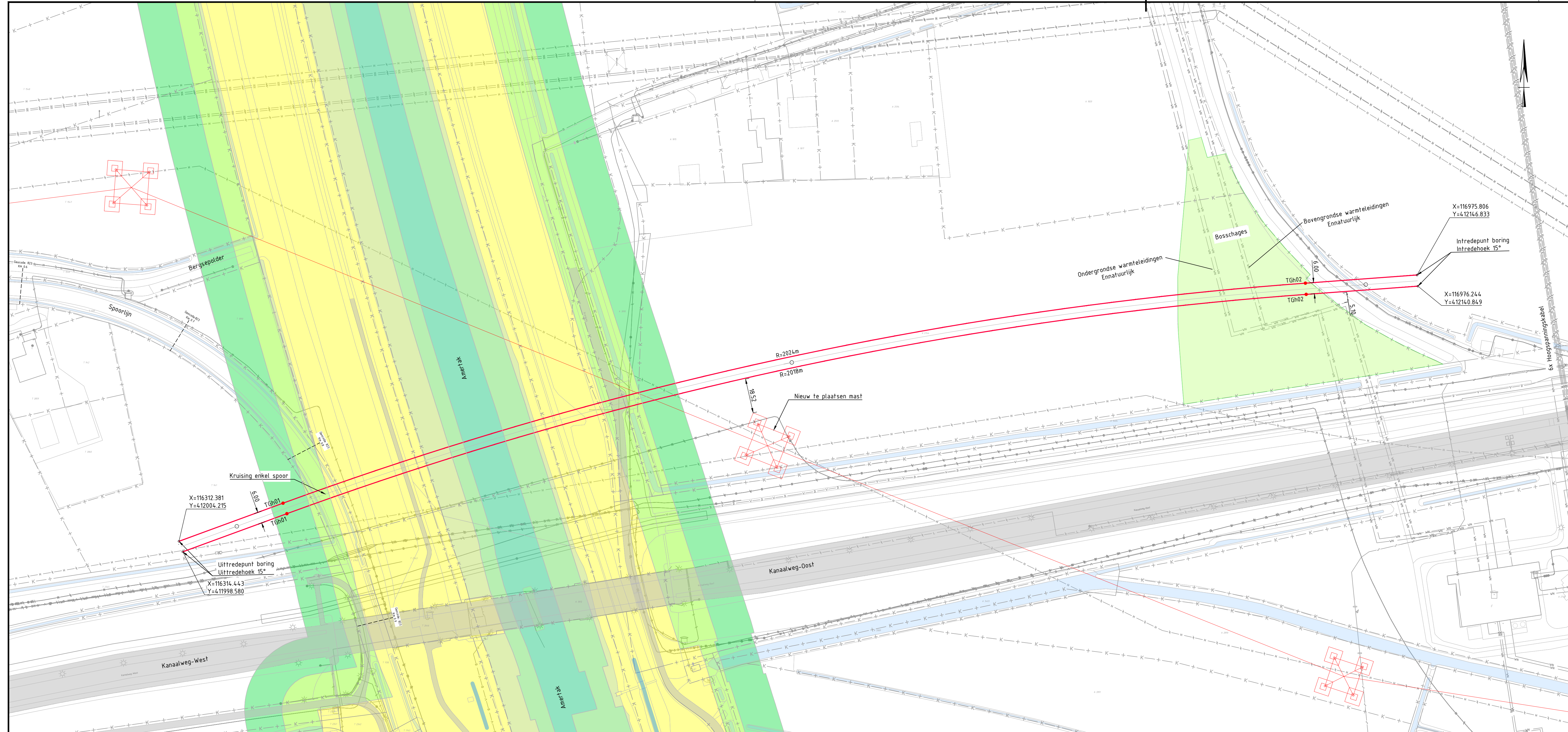
### 6.2 Uitkomsten ontwerp en berekening

De HDD's, weergegeven op de tekeningen die zijn bijgevoegd als bijlage 1, zijn ontworpen en berekend volgens de vigerende eisen.

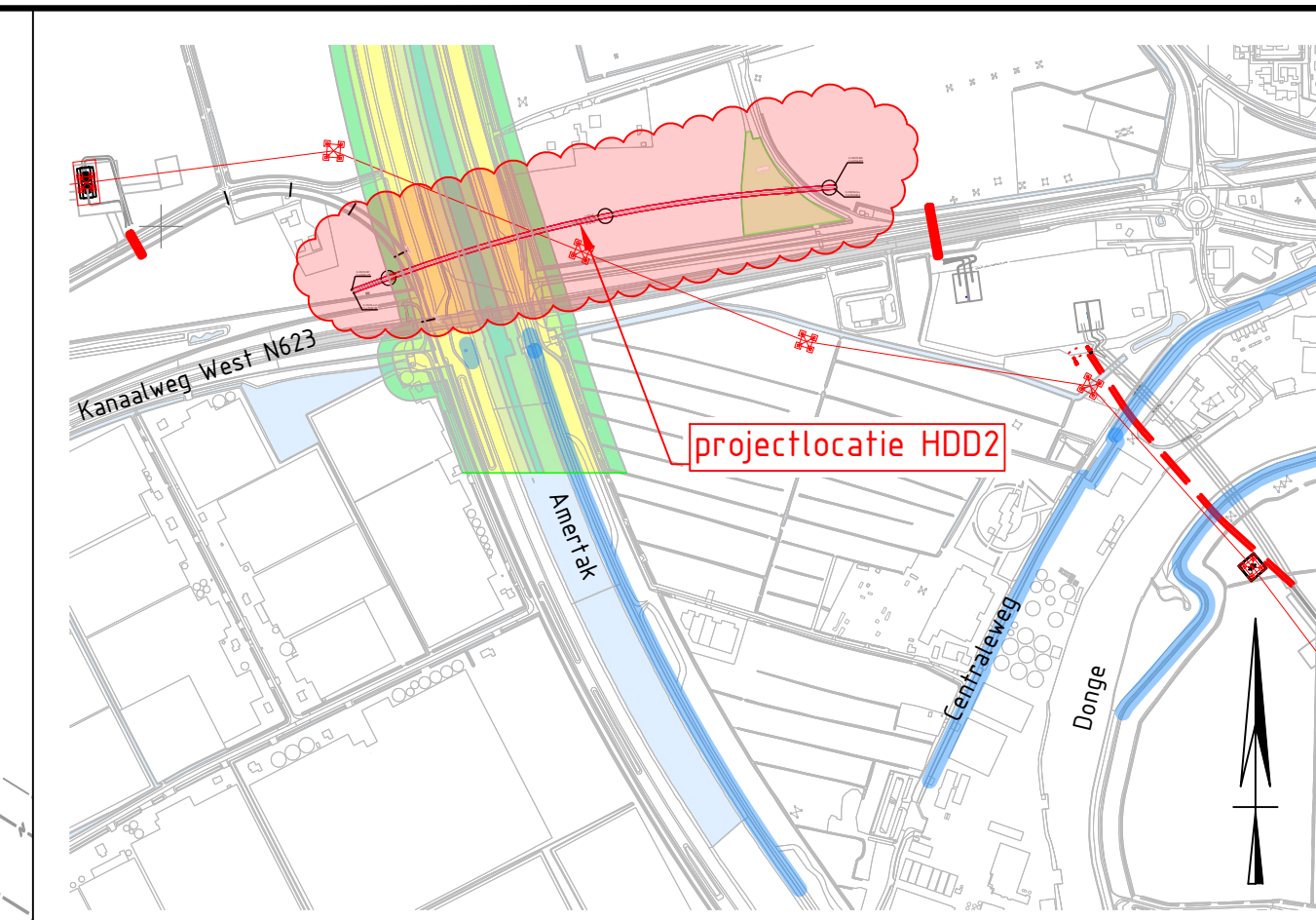
Uit de berekeningen, bijgevoegd als bijlage 3, blijkt dat de tracés van de twee parallelle HDD's met 4x PE100 Ø315 mm SDR 11 voldoen aan de eisen.

# Bijlage 1 – Ontwerptekening

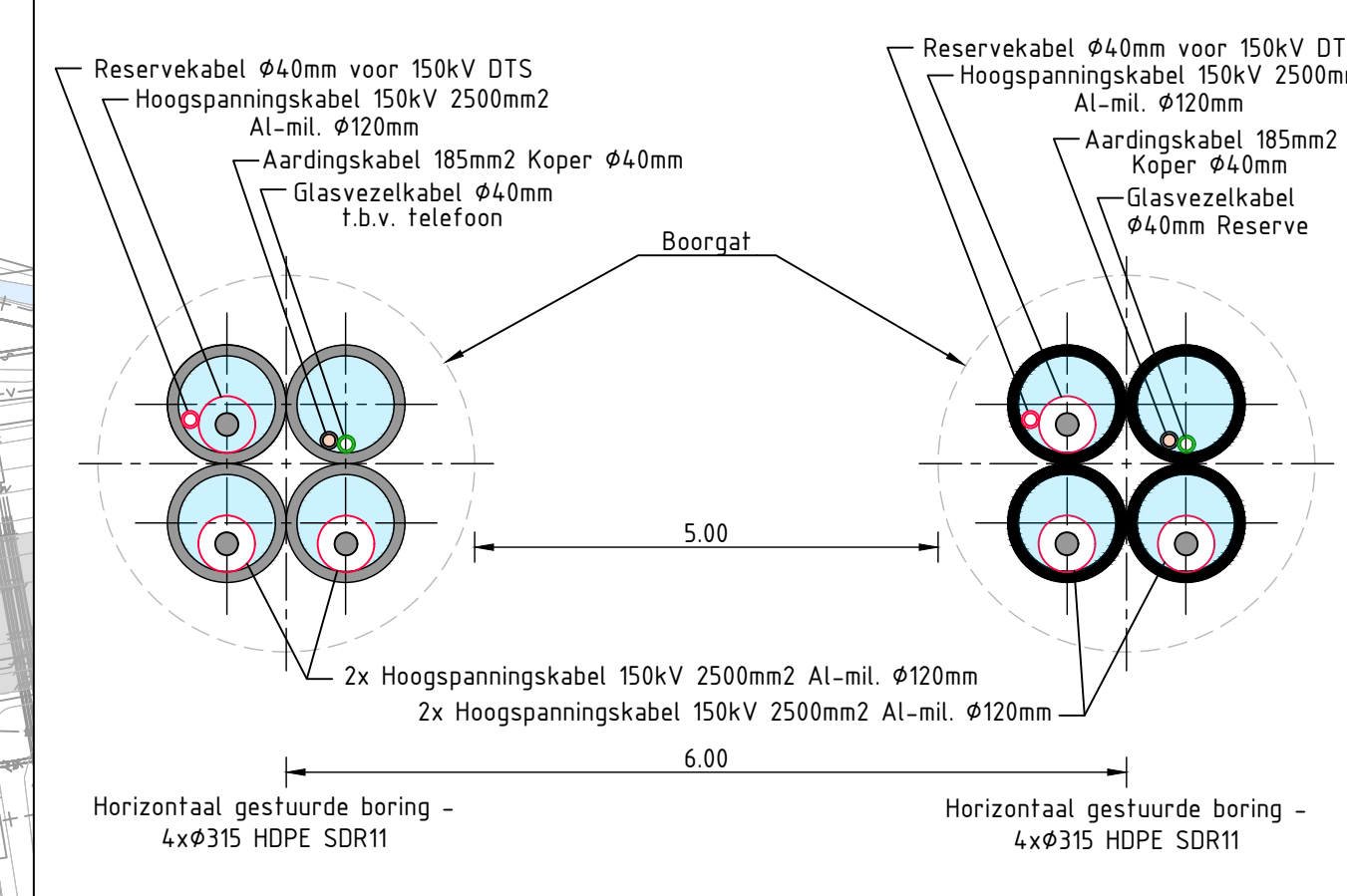




Bovenaanzicht Schaal 1:1000



Overzicht Schaal 1:10.000



Principe doorsnede Schaal 1:20

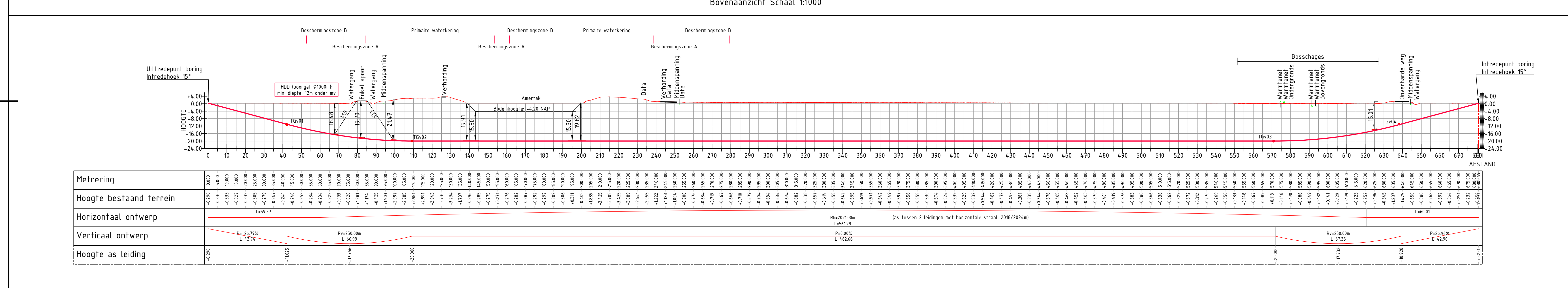
- Kadastrale grens
- Leiding gevaarlijke inhoud
- Datatransport
- Landelijk hoogspanningsnet
- Laagspanning
- Middenspanning
- Gasleiding hoge druk
- Gasleiding lage druk
- Waterteiding
- Drukriolering
- Riolering vrijverval
- Horizontaal gestuurde boring (HDD)
- Verharding (asfalt)
- Bestaande topo
- Bebouwing
- Bosschage
- Locatie sondering met nummer
- Primaire waterkering Waterschap Brabantse Delta
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

Vergunningstekening

E	Aanvulling Principe doorsnede uit tekening: 002-678SDN-380kV-8 (Stuifdoorsnede 150/380kV ZW380)	10-04-2024	BB	MJ	JD
D	T.b.v. vergunningaanvraag II	20-04-2022	BB	MJ	JD
C	T.b.v. vergunningaanvraag	14-04-2022	JPR	MJ	JD
B	Nieuwe locatie HDD's	25-02-2022	BB	MJ	JD
A	Eerste uitgave	17-01-2020	NJ	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Gel.	Gec.	Goedg.

**TenneT TSO B.V.**  
 Project: **HDD's 150 kV ZWO**  
 Ondoel: **GTB-HDD1**  
 Kruising Amertak

Projectnummer	Tekeningnummer	Verse	Datum van uitgave	Ontwerpfase	Contractnummer
368722	GTB-HDD1	E	10-04-2024	DO	
Bld	Van	Schaal	Karoor	Gel.	Gec.
1	2	Zie tekening	A1	De Bilt	BB MJ JD

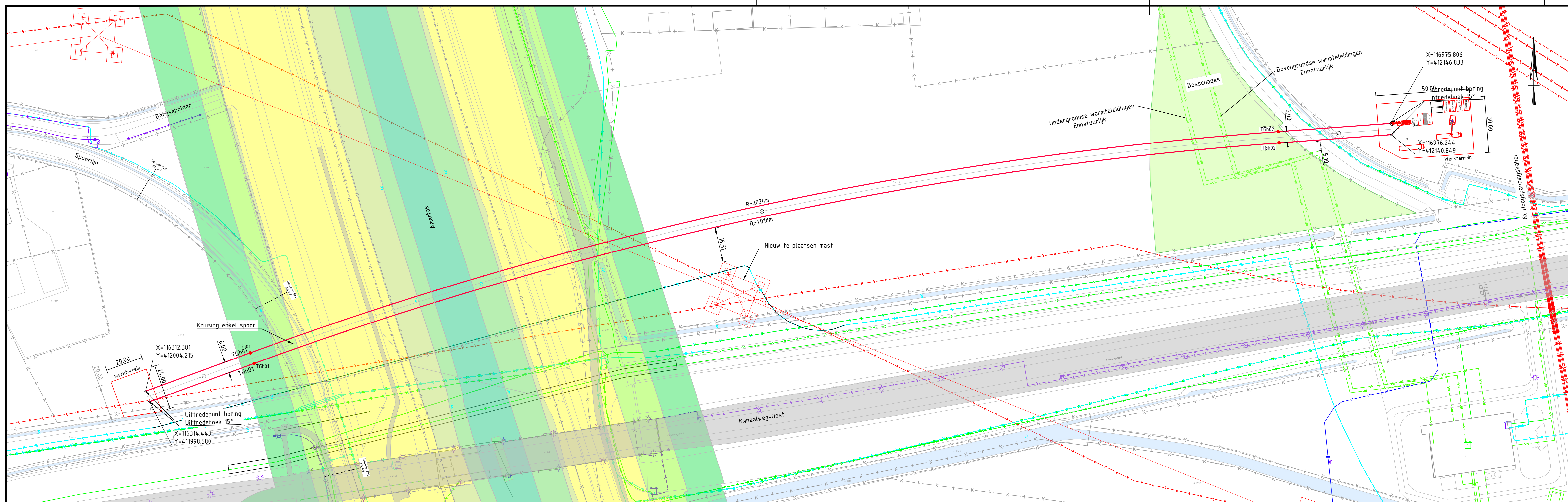


Lengteprofiel schaal 1:1000

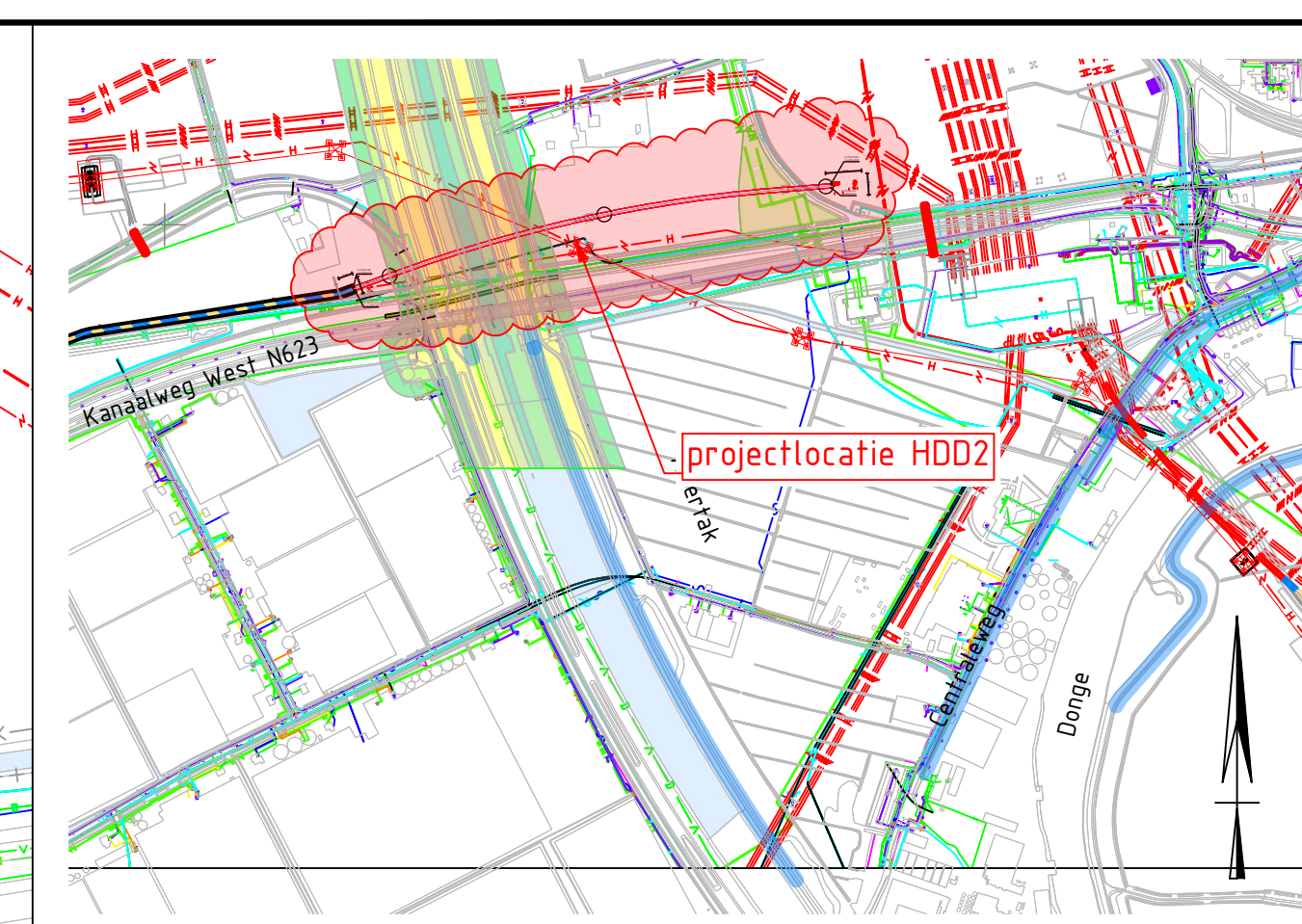
<b>Metreering</b>	0.000 -0.276 -0.239 -0.200 -0.161 -0.122 -0.083 -0.044 -0.005 0.034 0.073 0.112 0.151 0.190 0.229 0.268 0.307 0.346 0.385 0.424 0.463 0.502 0.541 0.580 0.619 0.658 0.697 0.736 0.775 0.814 0.853 0.892 0.931 0.970 1.009 1.048 1.087 1.126 1.165 1.204 1.243 1.282 1.321 1.360 1.399 1.438 1.477 1.516 1.555 1.594 1.633 1.672 1.711 1.750 1.789 1.828 1.867 1.906 1.945 1.984 2.023 2.062 2.101 2.140 2.179 2.218 2.257 2.296 2.335 2.374 2.413 2.452 2.491 2.530 2.569 2.608 2.647 2.686 2.725 2.764 2.803 2.842 2.881 2.920 2.959 2.998 3.037 3.076 3.115 3.154 3.193 3.232 3.271 3.310 3.349 3.388 3.427 3.466 3.505 3.544 3.583 3.622 3.661 3.700 3.739 3.778 3.817 3.856 3.895 3.934 3.973 4.012 4.051 4.090 4.129 4.168 4.207 4.246 4.285 4.324 4.363 4.402 4.441 4.480 4.519 4.558 4.597 4.636 4.675 4.714 4.753 4.792 4.831 4.870 4.909 4.948 4.987 5.026 5.065 5.104 5.143 5.182 5.221 5.260 5.299 5.338 5.377 5.416 5.455 5.494 5.533 5.572 5.611 5.650 5.689 5.728 5.767 5.806 5.845 5.884 5.923 5.962 6.001 6.040 6.079 6.118 6.157 6.196 6.235 6.274 6.313 6.352 6.391 6.430 6.469 6.508 6.547 6.586 6.625 6.664 6.703 6.742 6.781 6.820 6.859 6.898 6.937 6.976 7.015 7.054 7.093 7.132 7.171 7.210 7.249 7.288 7.327 7.366 7.405 7.444 7.483 7.522 7.561 7.600 7.639 7.678 7.717 7.756 7.795 7.834 7.873 7.912 7.951 7.990 8.029 8.068 8.107 8.146 8.185 8.224 8.263 8.302 8.341 8.380 8.419 8.458 8.497 8.536 8.575 8.614 8.653 8.692 8.731 8.770 8.809 8.848 8.887 8.926 8.965 9.004 9.043 9.082 9.121 9.160 9.199 9.238 9.277 9.316 9.355 9.394 9.433 9.472 9.511 9.550 9.589 9.628 9.667 9.706 9.745 9.784 9.823 9.862 9.901 9.940 9.979 10.018 10.057 10.096 10.135 10.174 10.213 10.252 10.291 10.330 10.369 10.408 10.447 10.486 10.525 10.564 10.603 10.642 10.681 10.720 10.759 10.798 10.837 10.876 10.915 10.954 10.993 11.032 11.071 11.110 11.149 11.188 11.227 11.266 11.305 11.344 11.383 11.422 11.461 11.500 11.539 11.578 11.617 11.656 11.695 11.734 11.773 11.812 11.851 11.890 11.929 11.968 12.007 12.046 12.085 12.124 12.163 12.202 12.241 12.280 12.319 12.358 12.397 12.436 12.475 12.514 12.553 12.592 12.631 12.670 12.709 12.748 12.787 12.826 12.865 12.904 12.943 12.982 13.021 13.060 13.099 13.138 13.177 13.216 13.255 13.294 13.333 13.372 13.411 13.450 13.489 13.528 13.567 13.606 13.645 13.684 13.723 13.762 13.801 13.840 13.879 13.918 13.957 13.996 14.035 14.074 14.113 14.152 14.191 14.230 14.269 14.308 14.347 14.386 14.425 14.464 14.503 14.542 14.581 14.620 14.659 14.698 14.737 14.776 14.815 14.854 14.893 14.932 14.971 15.010 15.049 15.088 15.127 15.166 15.205 15.244 15.283 15.322 15.361 15.400 15.439 15.478 15.517 15.556 15.595 15.634 15.673 15.712 15.751 15.790 15.829 15.868 15.907 15.946 15.985 16.024 16.063 16.102 16.141 16.180 16.219 16.258 16.297 16.336 16.375 16.414 16.453 16.492 16.531 16.570 16.609 16.648 16.687 16.726 16.765 16.804 16.843 16.882 16.921 16.960 16.999 17.038 17.077 17.116 17.155 17.194 17.233 17.272 17.311 17.350 17.389 17.428 17.467 17.506 17.545 17.584 17.623 17.662 17.701 17.740 17.779 17.818 17.857 17.896 17.935 17.974 18.013 18.052 18.091 18.130 18.169 18.208 18.247 18.286 18.325 18.364 18.403 18.442 18.481 18.520 18.559 18.598 18.637 18.676 18.715 18.754 18.793 18.832 18.871 18.910 18.949 18.988 19.027 19.066 19.105 19.144 19.183 19.222 19.261 19.300 19.339 19.378 19.417 19.456 19.495 19.534 19.573 19.612 19.651 19.690 19.729 19.768 19.807 19.846 19.885 19.924 19.963 19.999 20.038 20.077 20.116 20.155 20.194 20.233 20.272 20.311 20.350 20.389 20.428 20.467 20.506 20.545 20.584 20.623 20.662 20.701 20.740 20.779 20.818 20.857 20.896 20.935 20.974 21.013 21.052 21.091 21.130 21.169 21.208 21.247 21.286 21.325 21.364 21.403 21.442 21.481 21.520 21.559 21.598 21.637 21.676 21.715 21.754 21.793 21.832 21.871 21.910 21.949 21.988 22.027 22.066 22.105 22.144 22.183 22.222 22.261 22.300 22.339 22.378 22.417 22.456 22.495 22.534 22.573 22.612 22.651 22.690 22.729 22.768 22.807 22.846 22.885 22.924 22.963 23.002 23.041 23.080 23.119 23.158 23.197 23.236 23.275 23.314 23.353 23.392 23.431 23.470 23.509 23.548 23.587 23.626 23.665 23.704 23.743 23.782 23.821 23.860 23.899 23.938 23.977 24.016 24.055 24.094 24.133 24.172 24.211 24.250 24.289 24.328 24.367 24.406 24.445 24.484 24.523 24.562 24.601 24.640 24.679 24.718 24.757 24.796 24.835 24.874 24.913 24.952 24.991 25.030 25.069 25.108 25.147 25.186 25.225 25.264 25.303 25.342 25.381 25.420 25.459 25.498 25.537 25.576 25.615 25.654 25.693 25.732 25.771 25.810 25.849 25.888 25.927 25.966 26.005 26.044 26.083 26.122 26.161 26.200 26.239 26.278 26.317 26.356 26.395 26.434 26.473 26.512 26.551 26.590 26.629 26.668 26.707 26.746 26.785 26.824 26.863 26.902 26.941 26.980 27.019 27.058 27.097 27.136 27.175 27.214 27.253 27.292 27.331 27.370 27.409 27.448 27.487 27.526 27.565 27.604 27.643 27.682 27.721 27.760 27.799 27.838 27.877 27.916 27.955 27.994 28.033 28.072 28.111 28.150 28.189 28.228 28.267 28.306 28.345 28.384 28.423 28.462 28.501 28.540 28.579 28.618 28.657 28.696 28.735 28.774 28.813 28.852 28.891 28.930 28.969 29.008 29.047 29.086 29.125 29.164 29.203 29.242 29.281 29.320 29.359 29.398 29.437 29.476 29.515 29.554 29.593 29.632 29.671 29.710 29.749 29.788 29.827 29.866 29.905 29.944 29.983 30.022 30.061 30.100 30.139 30.178 30.217 30.256 30.295 30.334 30.373 30.412 30.451 30.490 30.529 30.568 30.607 30.646 30.685 30.724 30.763 30.802 30.841 30.880 30.919 30.958 31.000
-------------------	---

<b>Hoogte bestaand terrein</b>	-0.276 -0.239 -0.200 -0.161 -0.122 -0.083 -0.044 -0.005 0.034 0.073 0.112 0.151 0.190 0.229 0.268 0.307 0.346 0.385 0.424 0.463 0.502 0.541 0.580 0.619 0.658 0.697 0.736 0.775 0.814 0.853 0.892 0.931 0.970 1.009 1.048 1.087 1.126 1.165 1.204 1.243 1.282 1.321 1.360 1.399 1.438 1.477 1.516 1.555 1.594 1.633 1.672 1.711 1.750 1.789 1.828 1.867 1.906 1.945 1.984 2.023 2.062 2.101 2.140 2.179 2.218 2.257 2.296 2.335 2.374 2.413 2.452 2.491 2.530 2.569 2.608 2.647 2.686 2.725 2.764 2.803 2.842 2.881 2.920 2.959 2.998 3.037 3.076 3.115 3.154 3.193 3.232 3.271 3.310 3.349 3.388 3.427 3.466 3.505 3.544 3.583 3.622 3.661 3.700 3.739 3.778 3.817 3.856 3.895 3.934 3.973 4.012 4.051 4.090 4.129 4.168 4.207 4.246 4.285 4.324 4.363 4.402 4.441 4.480 4.519 4.558 4.597 4.636 4.675 4.714 4.753 4.792 4.831 4.870 4.909 4.948 4.987 5.026 5.065 5.104 5.143 5.182 5.221 5.260 5.299 5.338 5.377 5.416 5.455 5.494 5.533 5.572 5.611 5.650 5.689 5.728 5.767 5.806 5.845 5.884 5.923 5.962 5.999 6.038 6.077 6.116 6.155 6.194 6.233 6.272 6.311 6.350 6.389 6.428 6.467 6.506 6.545 6.584 6.623 6.662 6.701 6.740 6.779 6.818 6.857 6.896 6.935 6.974 7.013 7.052 7.091 7.130 7.169 7.208 7.247 7.286 7.325 7.364 7.403 7.442 7.481 7.520 7.559 7.598 7.637 7.676 7.715 7.754 7.793 7.832 7.871 7.910 7.949 7.988 8.027 8.066 8.105 8.144 8.183 8.222 8.261 8.300 8.339 8.378 8.417 8.456 8.495 8.534 8.573 8.612 8.651 8.690 8.729 8.768 8.807 8.846 8.885 8.924 8.963 8.999 9.038 9.077 9.116 9.155 9.194 9.233 9.272 9.311 9.350 9.389 9.428 9.467 9.506 9.545 9.584 9.623 9.662 9.701 9.740 9.779 9.818 9.857 9.896 9.935 9.974 10.013 10.052 10.091 10.130 10.169 10.208 10.247 10.286 10.325 10.364 10.403 10.442 10.481 10.520 10.559 10.598 10.637 10.676 10.715 10.754 10.793 10.832 10.871 10.910 10.949 10.988 11.027 11.066 11.105 11.144 11.183 11.222 11.261 11.300 11.339 11.378 11.417 11.456 11.495 11.534 11.573 11.612 11.651 11.690 11.729 11.768 11.807 11.846 11.885 11.924 11.963 12.002 12.041 12.080 12.119 12.158 12.197 12.236 12.275 12.314 12.353 12.392 12.431 12.470 12.509 12.548 12.587 12.626 12.665 12.704 12.743 12.782 12.821 12.860 12.899 12.938 12.977 13.016 13.055 13.094 13.133 13.172 13.211 13.250 13.289 13.328 13.367 13.406 13.445 13.484 13.523 13.562 13.601 13.640 13.679 13.718 13.757 13.796 13.835 13.874 13.913 13.952 13.991 14.030 14.069 14.108 14.147 14.186 14.225 14.264 14.303 14.342 14.381 14.420 14.459 14.498 14.537 14.576 14.615 14.654 14.693 14.732 14.771 14.810 14.849 14.888 14.927 14.966 15.005 15.044 15.083 15.122 15.161 15.200 15.239 15.278 15.317 15.356 15.395 15.434 15.473 15.512 15.551 15.590 15.629 15.668 15.707 15.746 15.785 15.824 15.863 15.902 15.941 15.980 16.019 16.058 16.097 16.136 16.175 16.214 16.253 16.292 16.331 16.370 16.409 16.448 16.487 16.526 16.565 16.604 16.643 16.682 16.721 16.760 16.799 16.838 16.877 16.916 16.955 16.994 17.033 17.072 17.111 17.150 17.189 17.228 17.267 17.306 17.345 17.384 17.423 17.462 17.501 17.540 17.579 17.618 17.657 17.696 17.735 17.774 17.813 17.852 17.891 17.930 17.969 18.008 18.047 18.086 18.125 18.164 18.203 18.242 18.281 18.320 18.359 18.398 18.437 18.476 18.515 18.554 18.593 18.632 18.671 18.710 18.749 18.788 18.827 18.866 18.905 18.944 18.983 19.022 19.061 19.
--------------------------------	---

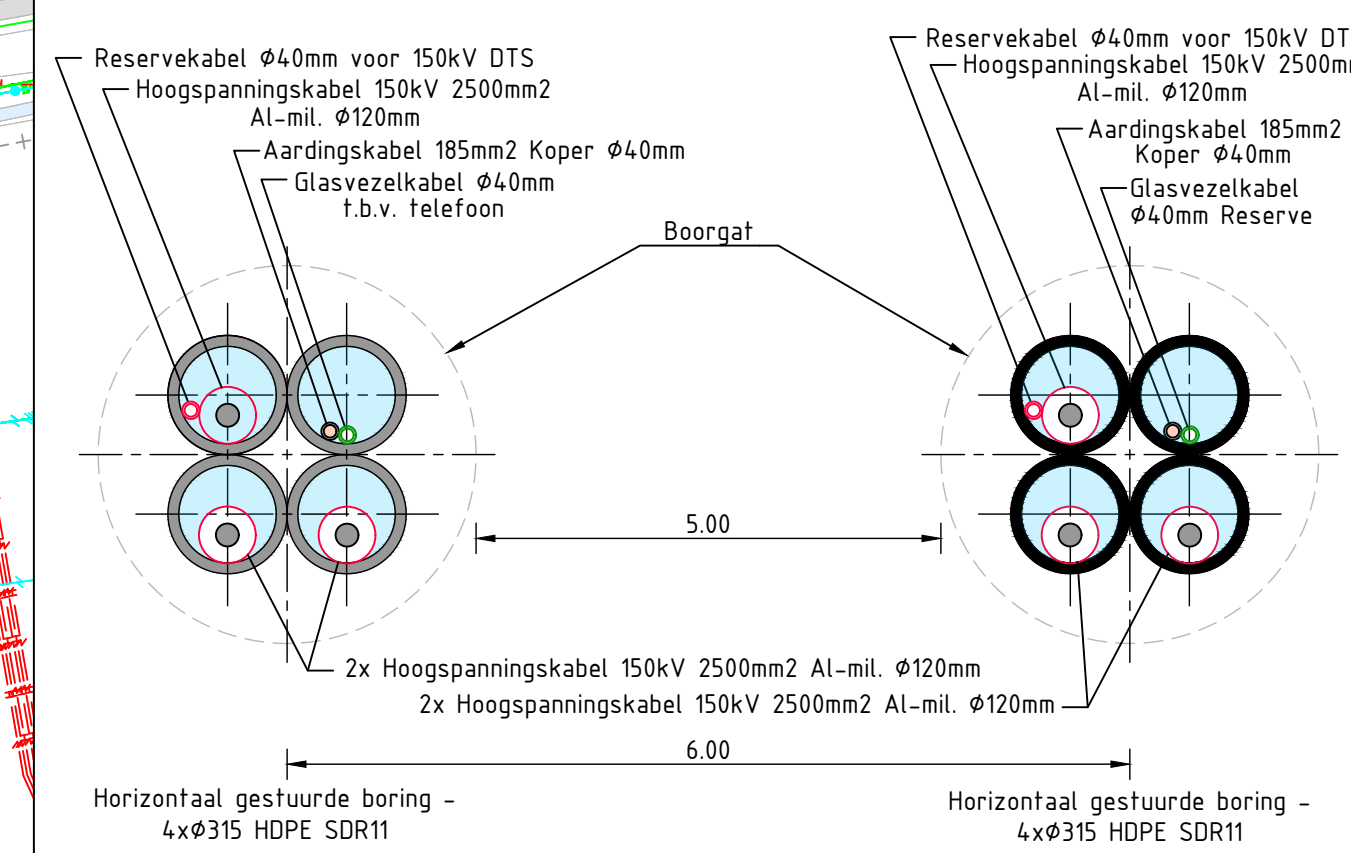




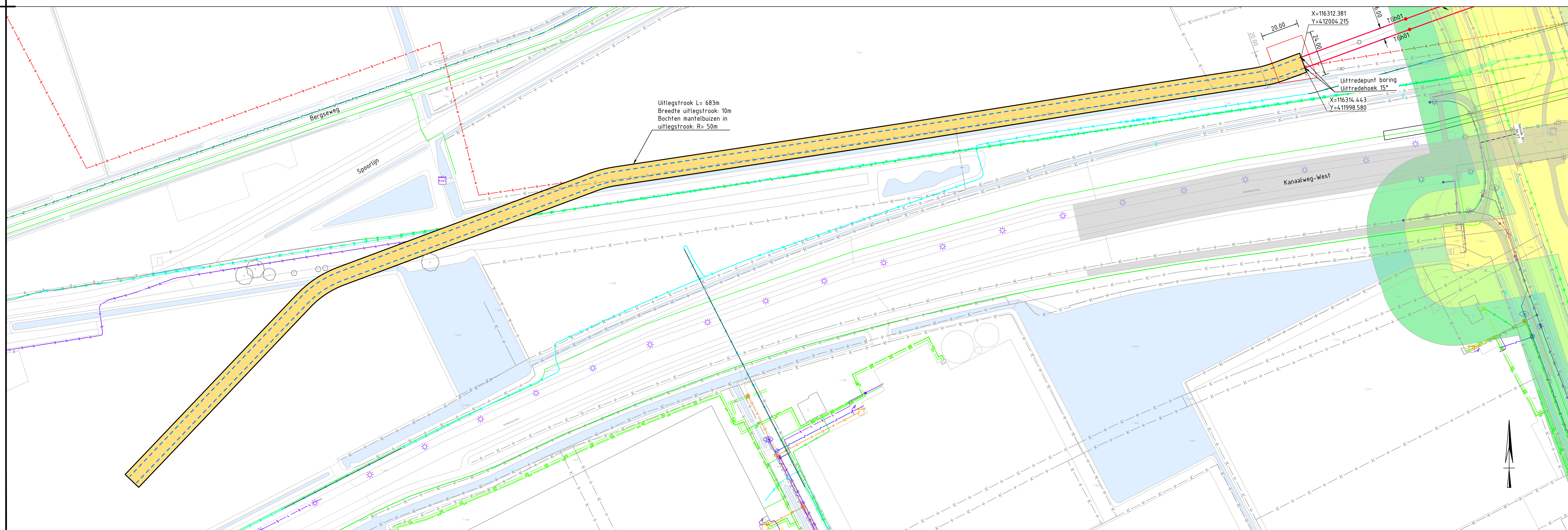
Bovenaanzicht schaal 1:1000



Overzicht Schaal 1:10.000



Principe doorsnede Schaal 1:20



Bovenaanzicht uitlegstrook schaal 1:1000

-----	Kadastrale grens	-----	Primaire waterkering
-----	Leiding gevaarlijke inhoud	-----	Waterschap Brabantse Delta
-----	Datatransport	-----	Beschermingszone A
-----	Landelijk hoogspanningsnet	-----	Beschermingszone B
-----	Laagspanning	-----	
-----	Middenspanning	-----	
-----	Gasleiding hoge druk	-----	
-----	Gasleiding lage druk	-----	
-----	Waterleiding	-----	
-----	Drukriolering	-----	
-----	Riolering vrijverval	-----	
-----	Horizontaal gestuurde boring (HDD)	-----	
-----	Verharding (asfalt)	-----	
-----	Bestaande topo	-----	
-----	Bebouwing	-----	
-----	Leidingsstrook	-----	
-----	Verharding/wegen	-----	
●	Locatie sondering met nummer		

Vergunningstekening

E	Aanvulling Principe doorsnede uit teken: 002.678SDN-380x1-8 (Stuifdoorsnede 150/380x1 ZW380)	10-04-2024	BB	MJ	JD
D	T.b.v. vergunningaanvraag	20-04-2022	BB	MJ	JD
C	T.b.v. vergunningaanvraag	14-04-2022	JPR	MJ	JD
B	Aanpassingen op werktekenen	07-03-2022	BB	MJ	JD
A	Eerste uitgave	17-01-2020	NJ	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Get.	Get.	Goedg.

TenneT TSO B.V.  
 Project  
 HDD's 150 kV ZWO  
 Onderdeel  
 GTB-HDD1  
 Krusing Amertak

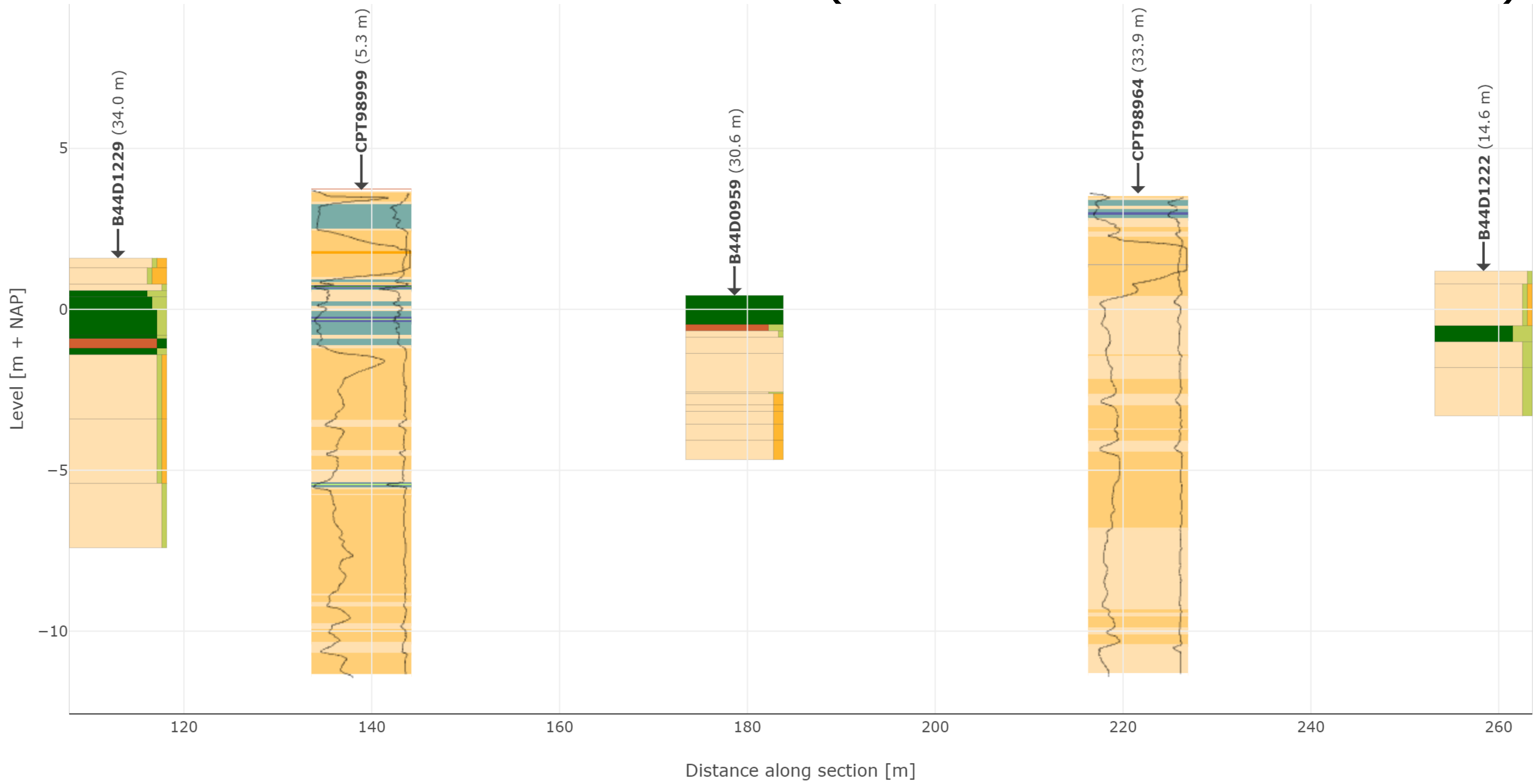
Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum van uitgifte	Ontwerpfase	Contractnummer
368722	GTB-HDD1	E	10-04-2024	Definitief ontwerp	
Bld	Van	Schaal	Formaat	Kantoor	Get. Gec. Goedg.
2	2	Zie tekening	A1	De Bilt	BB MJ JD



# Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek



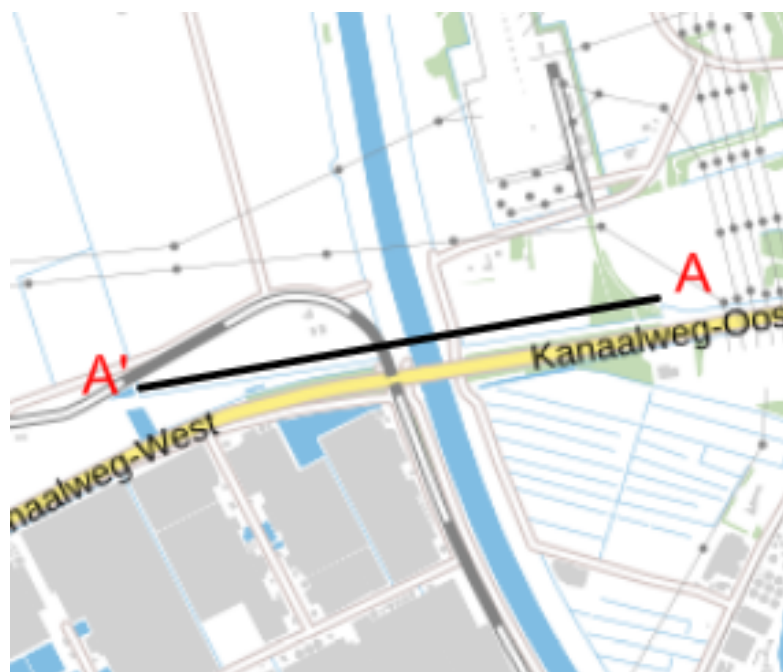
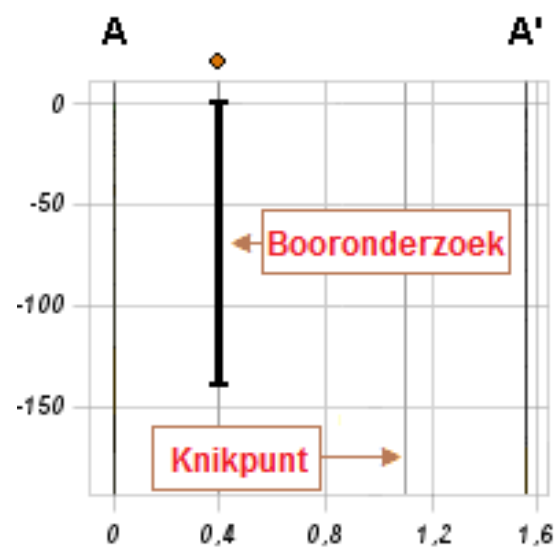
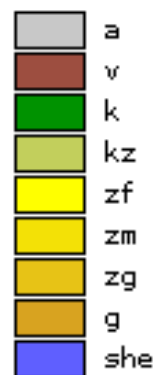
# Grondonderzoek BRO (tot 60 m afstand van trace)







Lithoklasse



# Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline

## **Report for D-Geo Pipeline 20.1**

Model : Horizontal Directional Drilling  
Developed by Deltares

Date of report: 19-4-2022  
Time of report: 16:53:40  
Report with version: 20.1.2.31161  
Calculated with version: 20.1.2.31161

File name: HDD berekening

## 1 Table of Contents

1	Table of Contents	2
2	Input Data	4
2.1	Model Used	4
2.2	Layer Boundaries	4
2.3	PI-lines	5
2.4	Phreatic Line	5
2.5	Soil Profiles	5
2.6	Selected Boundaries	6
2.7	Soil Material Data	6
2.8	Geometry	7
2.8.1	Geometry Section, Detailed	7
2.8.2	Geometry Top View	7
2.9	Calculation Verticals	8
2.10	Traffic Load	9
2.11	Configuration of the Pipeline	9
2.12	Product Pipe Material Data	10
2.13	Pipe Engineering Data	11
2.14	Drilling Fluid Data	11
2.15	Factors	11
2.16	Calculation Options	12
3	Drilling Fluid Pressures	13
3.1	Drilling Fluid Data	13
3.2	Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure	17
3.3	Drilling Fluid Pressure Plots	19
3.3.1	Drilling Fluid Pressures during Pilot	19
3.3.2	Drilling Fluid Pressures during Prereaming	19
3.3.3	Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation	20
4	Soil Mechanical Data	21
4.1	Soil Mechanical Parameters Pipe 1: pipe nr. 1	21
4.2	Soil Mechanical Parameters Pipe 2: pipe nr. 2	24
4.3	Soil Mechanical Parameters Pipe 3: pipe nr. 3	27
4.4	Soil Mechanical Parameters Pipe 4: pipe nr. 4	30
4.5	Young's Modulus per Layer per Vertical	33
5	Data for Stress Analysis	37
5.1	General Data	37
5.2	Buoyancy Control	37
5.3	Calculation Pulling Force	37
6	Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1	39
6.1	Material Data of Pipe 1: pipe nr. 1	39
6.2	Results Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1	39
6.2.1	Load Combination 1A: Start Pullback Operation	39
6.2.2	Load Combination 1B: End Pullback Operation	40
6.2.3	Load Combination 2: Application Internal Pressure	40
6.2.4	Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	40
6.2.5	Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	40
6.3	Check on Calculated Stresses of Pipe 1: pipe nr. 1	41
6.4	Check for Implosion of Pipe 1: pipe nr. 1	41
7	Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2	42
7.1	Material Data of Pipe 2: pipe nr. 2	42
7.2	Results Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2	42
7.2.1	Load Combination 1A: Start Pullback Operation	42
7.2.2	Load Combination 1B: End Pullback Operation	43
7.2.3	Load Combination 2: Application Internal Pressure	43
7.2.4	Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	43
7.2.5	Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	43
7.3	Check on Calculated Stresses of Pipe 2: pipe nr. 2	44
7.4	Check for Implosion of Pipe 2: pipe nr. 2	44
8	Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3	46
8.1	Material Data of Pipe 3: pipe nr. 3	46
8.2	Results Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3	46
8.2.1	Load Combination 1A: Start Pullback Operation	46
8.2.2	Load Combination 1B: End Pullback Operation	47
8.2.3	Load Combination 2: Application Internal Pressure	47
8.2.4	Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	47

---

8.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	47
8.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 3: pipe nr. 3	48
8.4 Check for Implosion of Pipe 3: pipe nr. 3	48
9 Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4	49
9.1 Material Data of Pipe 4: pipe nr. 4	49
9.2 Results Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4	49
9.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation	49
9.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation	50
9.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure	50
9.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	50
9.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	50
9.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 4: pipe nr. 4	51
9.4 Check for Implosion of Pipe 4: pipe nr. 4	51



## 2 Input Data

### 2.1 Model Used

Model Used : Horizontal Directional Drilling

### 2.2 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
3 - L -	0,000	5,000	10,000	15,000	20,000
3 - Z -	0,296	0,330	0,333	0,327	0,332
3 - L -	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000
3 - Z -	0,305	0,279	0,247	0,241	0,248
3 - L -	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
3 - Z -	0,252	0,234	0,234	0,222	0,193
3 - L -	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000
3 - Z -	0,020	1,281	1,174	0,435	1,503
3 - L -	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000
3 - Z -	2,097	2,785	2,981	2,991	2,944
3 - L -	125,000	130,000	135,000	142,223	144,178
3 - Z -	3,730	3,294	1,737	-0,500	-1,200
3 - L -	152,000	187,000	196,853	199,316	201,007
3 - Z -	-4,000	-4,000	-1,200	-0,500	-0,019
3 - L -	205,000	210,000	215,000	220,000	225,000
3 - Z -	1,885	3,425	3,705	3,434	3,088
3 - L -	230,000	235,000	240,000	245,000	250,000
3 - Z -	2,641	2,055	1,221	1,128	1,004
3 - L -	255,000	260,000	265,000	270,000	275,000
3 - Z -	0,700	0,777	0,683	0,718	0,667
3 - L -	280,000	285,000	290,000	295,000	300,000
3 - Z -	0,666	0,710	0,679	0,704	0,684
3 - L -	305,000	310,000	315,000	320,000	325,000
3 - Z -	0,684	0,674	0,682	0,637	0,656
3 - L -	330,000	335,000	340,000	345,000	350,000
3 - Z -	0,613	0,655	0,642	0,595	0,618
3 - L -	355,000	360,000	365,000	370,000	375,000
3 - Z -	0,571	0,548	0,548	0,597	0,555
3 - L -	380,000	385,000	390,000	395,000	400,000
3 - Z -	0,555	0,531	0,573	0,524	0,540
3 - L -	405,000	410,000	415,000	420,000	425,000
3 - Z -	0,530	0,532	0,544	0,486	0,472
3 - L -	430,000	435,000	440,000	445,000	450,000
3 - Z -	0,493	0,380	0,335	0,342	0,376
3 - L -	455,000	460,000	465,000	470,000	475,000
3 - Z -	0,405	0,468	0,453	0,403	0,370
3 - L -	480,000	485,000	490,000	495,000	500,000
3 - Z -	0,400	0,418	0,377	0,383	0,381
3 - L -	505,000	510,000	515,000	520,000	525,000
3 - Z -	0,366	0,338	0,362	0,329	0,372
3 - L -	530,000	535,000	540,000	545,000	550,000
3 - Z -	0,312	0,270	0,268	0,350	0,183
3 - L -	555,000	560,000	565,000	570,000	575,000
3 - Z -	0,147	0,067	0,089	0,113	0,148
3 - L -	580,000	585,000	590,000	595,000	600,000
3 - Z -	0,170	0,086	0,049	0,132	0,141
3 - L -	605,000	610,000	615,000	620,000	625,000
3 - Z -	0,129	0,179	0,223	0,252	0,196
3 - L -	630,000	635,000	640,000	645,000	650,000
3 - Z -	0,345	1,236	1,425	0,651	0,380
3 - L -	655,000	660,000	665,000	670,000	675,000
3 - Z -	0,268	0,397	0,364	0,250	0,231
3 - L -	750,000				
3 - Z -	0,250				
2 - L -	0,000	144,178	152,000	187,000	196,853

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - Z -	-1,200	-1,200	-4,000	-4,000	-1,200
2 - L -	199,316	201,007	205,000	210,000	215,000
2 - Z -	-0,500	-0,019	1,885	3,425	3,705
2 - L -	220,000	225,000	230,000	235,000	240,000
2 - Z -	3,434	3,088	2,641	2,055	1,221
2 - L -	245,000	250,000	255,000	260,000	265,000
2 - Z -	1,128	1,004	0,700	0,777	0,683
2 - L -	270,000	275,000	280,000	285,000	290,000
2 - Z -	0,718	0,667	0,666	0,710	0,679
2 - L -	295,000	300,000	305,000	310,000	315,000
2 - Z -	0,704	0,684	0,684	0,674	0,682
2 - L -	320,000	325,000	330,000	335,000	340,000
2 - Z -	0,637	0,656	0,613	0,655	0,642
2 - L -	345,000	350,000	355,000	360,000	365,000
2 - Z -	0,595	0,618	0,571	0,548	0,548
2 - L -	370,000	375,000	380,000	385,000	390,000
2 - Z -	0,597	0,555	0,555	0,531	0,573
2 - L -	395,000	400,000	405,000	410,000	415,000
2 - Z -	0,524	0,540	0,530	0,532	0,544
2 - L -	420,000	425,000	430,000	435,000	440,000
2 - Z -	0,486	0,472	0,493	0,380	0,335
2 - L -	445,000	450,000	455,000	460,000	465,000
2 - Z -	0,342	0,376	0,405	0,468	0,453
2 - L -	470,000	475,000	480,000	485,000	490,000
2 - Z -	0,403	0,370	0,400	0,418	0,377
2 - L -	495,000	500,000	505,000	510,000	515,000
2 - Z -	0,383	0,381	0,366	0,338	0,362
2 - L -	520,000	525,000	530,000	535,000	540,000
2 - Z -	0,329	0,372	0,312	0,270	0,268
2 - L -	545,000	550,000	555,000	560,000	565,000
2 - Z -	0,350	0,183	0,147	0,067	0,089
2 - L -	570,000	575,000	580,000	585,000	590,000
2 - Z -	0,113	0,148	0,170	0,086	0,049
2 - L -	595,000	600,000	605,000	610,000	615,000
2 - Z -	0,132	0,141	0,129	0,179	0,223
2 - L -	620,000	625,000	630,000	635,000	640,000
2 - Z -	0,252	0,196	0,345	1,236	1,425
2 - L -	645,000	650,000	655,000	660,000	665,000
2 - Z -	0,651	0,380	0,268	0,397	0,364
2 - L -	670,000	675,000	750,000		
2 - Z -	0,250	0,231	0,250		
1 - L -	0,000	144,178	152,000	187,000	196,853
1 - Z -	-1,200	-1,200	-4,000	-4,000	-1,200
1 - L -	750,000				
1 - Z -	-1,200				
0 - L -	0,000	750,000			
0 - Z -	-30,000	-30,000			

### 2.3 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - L -	0,000	135,000	135,000	205,000	205,000
1 - Z -	-0,800	-0,800	0,300	0,300	-0,800
1 - L -	750,000				
1 - Z -	-0,800				

### 2.4 Phreatic Line

Piezo-line 1 is used as phreatic line (groundwater).

### 2.5 Soil Profiles

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
3	Klei, sterk zandig	1	1
2	Klei, sterk zandig	1	1

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
1	Zand, schoon, matig	1	1

## 2.6 Selected Boundaries

The boundary between (cohesive) undrained top layers and underlying (non-cohesive) drained layers, is situated at the top of layer number 1: Zand, schoon, matig

The boundary between compressible top layers and underlying non-compressible layers, is situated at the top of layer number 1: Zand, schoon, matig

## 2.7 Soil Material Data

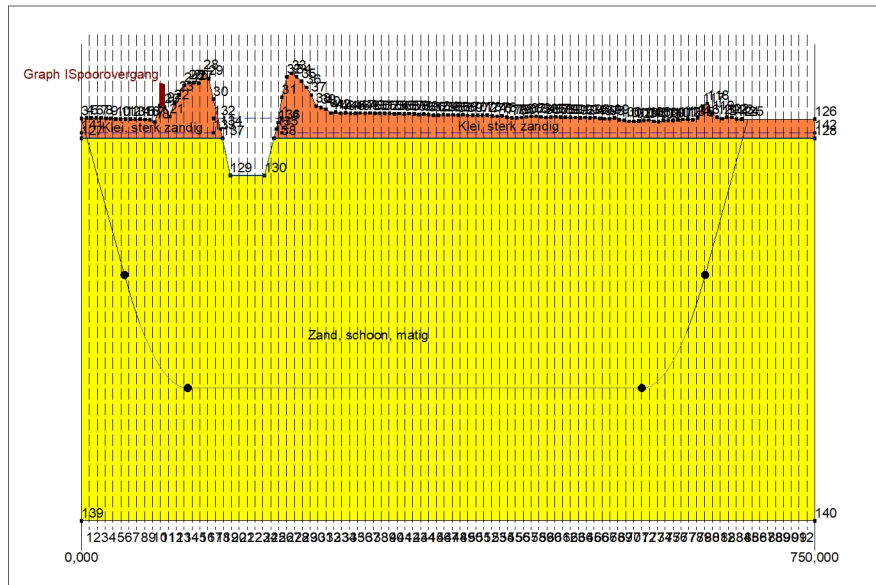
Name	Gamma unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Gamma sat [kN/m <sup>3</sup> ]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Phi [deg]	Su top [kN/m <sup>2</sup> ]	Su bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
Zand, sterk siltig, kleig	18,00	20,00	0,00	30,00	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	18,00	18,00	0,50	27,50	30,00	30,00
Veen, slap	11,00	11,00	1,50	15,00	25,00	25,00
Zand, schoon, matig	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
Klei, zwak zandig, matig	18,00	18,00	5,00	22,50	80,00	80,00
Zand, schoon, vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00

Name	Soil type	Emod 100 [kN/m <sup>2</sup> ]	Emod top [kN/m <sup>2</sup> ]	Emod bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
Zand, sterk siltig, kleig	Sand	10000,00	-	-
Klei, sterk zandig	Clay	2000,00	-	-
Veen, slap	Peat	200,00	-	-
Zand, schoon, matig	Sand	30000,00	-	-
Klei, zwak zandig, matig	Clay	3000,00	-	-
Zand, schoon, vast	Sand	90000,00	-	-

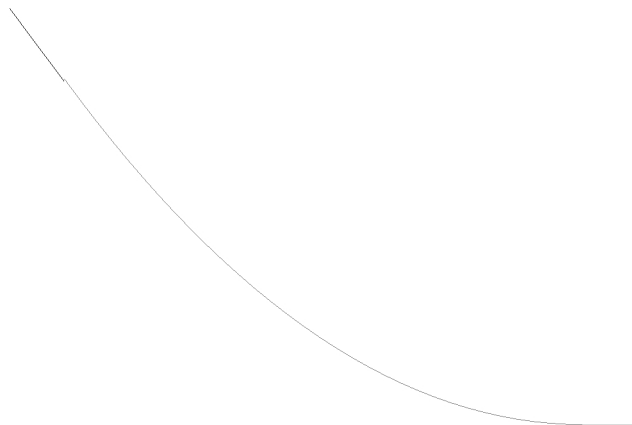
Name	Adhesion A [kN/m <sup>2</sup> ]	Delta D [deg]	Nu [-]
Zand, sterk siltig, kleig	-	-	0,20
Klei, sterk zandig	-	-	0,20
Veen, slap	-	-	0,20
Zand, schoon, matig	-	-	0,20
Klei, zwak zandig, matig	-	-	0,20
Zand, schoon, vast	-	-	0,30

## 2.8 Geometry

### 2.8.1 Geometry Section, Detailed



### 2.8.2 Geometry Top View



## 2.9 Calculation Verticals

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
1	8,065	-1,865
2	16,130	-4,026
3	24,195	-6,187
4	32,260	-8,348
5	40,325	-10,509
6	48,390	-12,627
7	56,455	-14,489
8	64,520	-16,073
9	72,585	-17,384
10	80,650	-18,426
11	88,715	-19,203
12	96,780	-19,718
13	104,845	-19,971
14	112,910	-20,000
15	120,975	-20,000
16	129,040	-20,000
17	137,105	-20,000
18	145,170	-20,000
19	153,235	-20,000
20	161,300	-20,000
21	169,365	-20,000
22	177,430	-20,000
23	185,495	-20,000
24	193,560	-20,000
25	201,625	-20,000
26	209,690	-20,000
27	217,755	-20,000
28	225,820	-20,000
29	233,885	-20,000
30	241,950	-20,000
31	250,015	-20,000
32	258,080	-20,000
33	266,145	-20,000
34	274,210	-20,000
35	282,275	-20,000
36	290,340	-20,000
37	298,405	-20,000
38	306,470	-20,000
39	314,535	-20,000
40	322,600	-20,000
41	330,665	-20,000
42	338,730	-20,000
43	346,795	-20,000
44	354,860	-20,000
45	362,925	-20,000
46	370,990	-20,000
47	379,055	-20,000
48	387,120	-20,000
49	395,185	-20,000
50	403,250	-20,000
51	411,315	-20,000
52	419,380	-20,000
53	427,445	-20,000
54	435,510	-20,000
55	443,575	-20,000
56	451,640	-20,000
57	459,705	-20,000
58	467,770	-20,000
59	475,835	-20,000
60	483,900	-20,000
61	491,965	-20,000
62	500,030	-20,000

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
63	508,095	-20,000
64	516,160	-20,000
65	524,225	-20,000
66	532,290	-20,000
67	540,355	-20,000
68	548,420	-20,000
69	556,485	-20,000
70	564,550	-20,000
71	572,615	-20,000
72	580,680	-19,884
73	588,745	-19,507
74	596,810	-18,869
75	604,875	-17,967
76	612,940	-16,798
77	621,005	-15,359
78	629,070	-13,644
79	637,135	-11,648
80	645,200	-9,488
81	653,265	-7,327
82	661,330	-5,166
83	669,395	-3,005
84	677,460	-0,844
85	685,525	n.a.
86	693,590	n.a.
87	701,655	n.a.
88	709,720	n.a.
89	717,785	n.a.
90	725,850	n.a.
91	733,915	n.a.
92	741,980	n.a.

Locations of the calculation verticals; L represents distance along the pipeline projection in the horizontal plane, incremented with the entry co-ordinate.

## 2.10 Traffic Load

Spoorovergang		
L start	80,00	[m]
L end	85,00	[m]
Load model (graph type)	Graph I	

## 2.11 Configuration of the Pipeline

X co-ordinate left point	0,000	[m]
Y co-ordinate left point	94,000	[m]
Z co-ordinate left point	0,296	[m]
X co-ordinate right point	672,000	[m]
Y co-ordinate right point	0,000	[m]
Z co-ordinate right point	0,233	[m]
Angle left	15,0000	[deg]
Angle right	15,0000	[deg]
Bending radius left, vertical in/out	250,000	[m]
Bending radius right, vertical in/out	250,000	[m]
Bending radius pipe on rollers	500,000	[m]
Lowest level of pipe (center bore hole)	-20,000	[m]
Angle of pipe (between radii)	0,0000	[deg]
Number of horizontal bends	1	

The pulling direction of the product pipe is from right to left.

Bending nr.	X1-coord. [m]	Y1-coord. [m]	X2-coord. [m]	Y2-coord. [m]	Bending radius [m]	Direction
1	58,000	77,600	612,000	0,000	2024,000	right

## 2.12 Product Pipe Material Data

### Input data pipe nr. 1

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	28,70	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m <sup>3</sup> ]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]

### Input data pipe nr. 2

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	28,70	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m <sup>3</sup> ]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]

### Input data pipe nr. 3

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	28,70	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m <sup>3</sup> ]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]

### Input data pipe nr. 4

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	28,70	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m <sup>3</sup> ]

Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]

### 2.13 Pipe Engineering Data

Pipe filled with water on rollers	No	
Part of cross section filled with fluid	0	[%]
Unit weight fluid	10,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Bedding angle	30	[deg]
Load angle	30	[deg]
Relative displacement	10,00	[mm]
Compression index	6,00	[-]
Modulus of subgrade reaction drilling fluid (Kv)	500,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Phi drilling fluid	15,00	[deg]
Cohesion drilling fluid	5,00	[kN/m <sup>2</sup> ]
Factor of friction pipe-roller (f1)	0,10	[-]
Friction pipe-drilling fluid (f2)	0,000050	[N/mm <sup>2</sup> ]
Factor of friction pipe-soil (f3)	0,20	[-]

### 2.14 Drilling Fluid Data

Outer diameter pilot hole	0,300	[m]
Outer diameter pilot pipe	0,170	[m]
Outer diameter preream hole	0,500	[m]
Outer diameter drillpipe	0,170	[m]
Outer diameter bore hole	1,000	[m]
Outer diameter product pipe	0,630	[m]
Pump flow rate pilot	500,0000	[liter/minute]
Pump flow rate pre-reaming	1000,0000	[liter/minute]
Pump flow rate ream and pull-back	1000,0000	[liter/minute]
Circulation loss factor pilot	0,30	[-]
Circulation loss factor pre-reaming	0,20	[-]
Circulation loss factor ream and pull-back	0,20	[-]
Unit weight drilling fluid (gamma)	11,1	[kN/m <sup>3</sup> ]
Yieldpoint drilling fluid (Tau)	0,014	[kN/m <sup>2</sup> ]
Plastic viscosity drilling fluid (Mu)	0,000040	[kN.s/m <sup>2</sup> ]

### 2.15 Factors

(Polyethene)Safety factor on implosion (Long)	3,0	[-]
(Polyethene)Safety factor on implosion (Short)	1,5	[-]
Contingency factor on unit weight of material types below and above phreatic level	1,10	[-]
Contingency factor on (drained) cohesion C	1,40	[-]
Contingency factor on undrained shear strength Su	1,40	[-]
Contingency factor on Phi	1,10	[-]
Contingency factor on E-modulus	1,25	[-]
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	2,00	[-]
Load factor on design pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on design pressure (combination) (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on test pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on installation (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on reduced neutral soil stress q <sub>n,r</sub> (Polyethene)	1,50	[-]
Load factor on temperature (Polyethene)	1,10	[-]
Load factor on traffic load (Polyethene)	1,35	[-]
Factor of importance (S)	1,00	[-]
Allowable deflection of steel pipe	15,00	[%]
Allowable piggability of steel pipe	5,00	[%]
Allowable deflection of polyethene pipe	8,00	[%]
Allowable piggability of polyethene pipe	5,00	[%]
Unit weight water	10,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Safety factor on cover (drained layer)	0,50	[-]
Safety factor on cover (undrained layer)	0,50	[-]
Ratio H/Do for boundary between shallow and deep situation	7,50	[-]



## 2.16 Calculation Options

Stress analysis option : Standard

### 3 Drilling Fluid Pressures

#### 3.1 Drilling Fluid Data

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	63	63	28	362
2	199	252	56	382
3	271	439	84	402
4	338	599	113	421
5	405	714	141	441
6	470	824	168	460
7	525	916	193	477
8	572	992	215	491
9	604	1044	234	501
10	690	1206	249	508
11	683	1183	262	513
12	747	1308	272	515
13	800	1411	278	514
14	810	1431	283	510
15	815	1441	287	506
16	827	1464	291	502
17	709	1217	295	498
18	607	1013	299	494
19	562	923	303	490
20	562	923	307	486
21	562	923	311	482
22	562	923	315	478
23	562	923	319	474
24	597	992	323	470
25	668	1135	327	465
26	825	1460	331	461
27	834	1479	335	457
28	812	1434	339	453
29	776	1363	343	449
30	732	1273	347	445
31	723	1257	351	441
32	711	1233	355	437
33	709	1227	359	433
34	708	1226	363	429
35	708	1227	367	425
36	708	1226	371	421
37	709	1227	376	417
38	708	1226	380	413
39	708	1226	384	409
40	706	1223	388	405
41	705	1220	392	401
42	706	1223	396	397
43	704	1219	400	393
44	703	1216	404	389
45	702	1213	408	385
46	704	1217	412	381
47	702	1214	416	377
48	702	1214	420	373
49	701	1211	424	369
50	701	1212	428	365
51	701	1212	432	361
52	699	1208	436	357
53	699	1207	440	353
54	693	1197	444	349
55	692	1193	448	345
56	694	1198	452	341
57	698	1205	456	337

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
58	696	1202	460	333
59	693	1197	464	328
60	695	1200	468	324
61	693	1197	472	320
62	694	1197	476	316
63	692	1194	480	312
64	692	1195	484	308
65	693	1196	488	304
66	689	1188	492	300
67	688	1187	496	296
68	686	1183	500	292
69	681	1171	504	288
70	679	1168	509	284
71	681	1172	513	280
72	679	1169	515	275
73	663	1141	515	267
74	649	1119	512	255
75	622	1075	506	241
76	592	1026	497	224
77	552	959	485	204
78	504	882	470	181
79	492	877	452	155
80	393	701	433	127
81	308	529	413	99
82	241	359	393	70
83	155	155	373	42
84	57	57	353	14

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	55	55	26	28
2	196	196	51	56
3	271	366	77	84
4	338	533	102	113
5	405	688	128	141
6	470	824	153	168
7	525	916	175	193
8	572	992	194	215
9	604	1044	210	234
10	690	1206	223	249
11	683	1183	233	262
12	747	1308	240	272
13	800	1411	244	278
14	810	1431	246	283
15	815	1441	248	287
16	827	1464	249	291
17	709	1217	251	295
18	607	1013	252	299
19	562	923	254	303
20	562	923	255	307
21	562	923	257	311
22	562	923	258	315
23	562	923	260	315
24	597	992	261	314
25	668	1135	262	312
26	825	1460	264	311
27	834	1479	265	310
28	812	1434	267	308
29	776	1363	268	307
30	732	1273	270	305
31	723	1257	271	304
32	711	1233	273	302
33	709	1227	274	301

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
34	708	1226	276	299
35	708	1227	277	298
36	708	1226	279	296
37	709	1227	280	295
38	708	1226	282	293
39	708	1226	283	292
40	706	1223	285	290
41	705	1220	286	289
42	706	1223	287	287
43	704	1219	289	286
44	703	1216	290	285
45	702	1213	292	283
46	704	1217	293	282
47	702	1214	295	280
48	702	1214	296	279
49	701	1211	298	277
50	701	1212	299	276
51	701	1212	301	274
52	699	1208	302	273
53	699	1207	304	271
54	693	1197	305	270
55	692	1193	307	268
56	694	1198	308	267
57	698	1205	309	265
58	696	1202	311	264
59	693	1197	312	262
60	695	1200	314	261
61	693	1197	315	260
62	694	1197	316	258
63	692	1194	312	257
64	692	1195	308	255
65	693	1196	304	254
66	689	1188	300	252
67	688	1187	296	251
68	686	1183	292	249
69	681	1171	288	248
70	679	1168	284	246
71	681	1172	280	245
72	679	1169	275	242
73	663	1141	267	236
74	649	1119	255	228
75	622	1075	241	216
76	592	1026	224	202
77	552	959	204	184
78	504	882	181	164
79	492	867	155	140
80	393	652	127	115
81	308	457	99	89
82	241	289	70	64
83	118	118	42	38
84	45	45	14	13

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	61	61	25	26
2	137	137	51	51
3	266	266	76	77
4	338	409	101	102
5	405	559	127	128
6	470	708	151	153
7	525	833	173	175
8	572	936	192	194
9	604	1009	208	210

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
10	690	1179	221	223
11	683	1169	231	233
12	747	1298	238	240
13	800	1404	242	244
14	810	1425	243	246
15	815	1434	245	248
16	827	1458	246	249
17	709	1215	247	251
18	607	1013	249	252
19	562	909	250	254
20	562	909	251	255
21	562	909	252	257
22	562	909	254	258
23	562	909	255	260
24	597	992	256	261
25	668	1135	257	262
26	825	1454	259	264
27	834	1473	260	265
28	812	1427	261	267
29	776	1357	263	268
30	732	1269	264	270
31	723	1252	265	271
32	711	1229	266	273
33	709	1224	268	274
34	708	1222	269	276
35	708	1223	270	277
36	708	1223	271	279
37	709	1224	273	280
38	708	1223	274	282
39	708	1223	275	283
40	706	1220	277	282
41	705	1217	278	280
42	706	1220	279	279
43	704	1216	280	278
44	703	1213	282	276
45	702	1211	283	275
46	704	1214	282	274
47	702	1211	280	273
48	702	1211	279	271
49	701	1208	277	270
50	701	1209	276	269
51	701	1209	274	268
52	699	1205	273	266
53	699	1204	271	265
54	693	1194	270	264
55	692	1191	268	262
56	694	1195	267	261
57	698	1203	265	260
58	696	1199	264	259
59	693	1194	262	257
60	695	1198	261	256
61	693	1195	260	255
62	694	1195	258	254
63	692	1192	257	252
64	692	1192	255	251
65	693	1193	254	250
66	689	1187	252	248
67	688	1185	251	247
68	686	1181	249	246
69	681	1170	248	245
70	679	1167	246	243
71	681	1171	245	242
72	679	1167	242	240
73	663	1134	236	234

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
74	649	1103	228	226
75	622	1047	216	214
76	592	981	202	200
77	552	891	184	183
78	504	783	164	163
79	492	721	140	139
80	393	515	115	114
81	308	341	89	89
82	206	206	64	63
83	83	83	38	38
84	9	9	13	13

### 3.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure

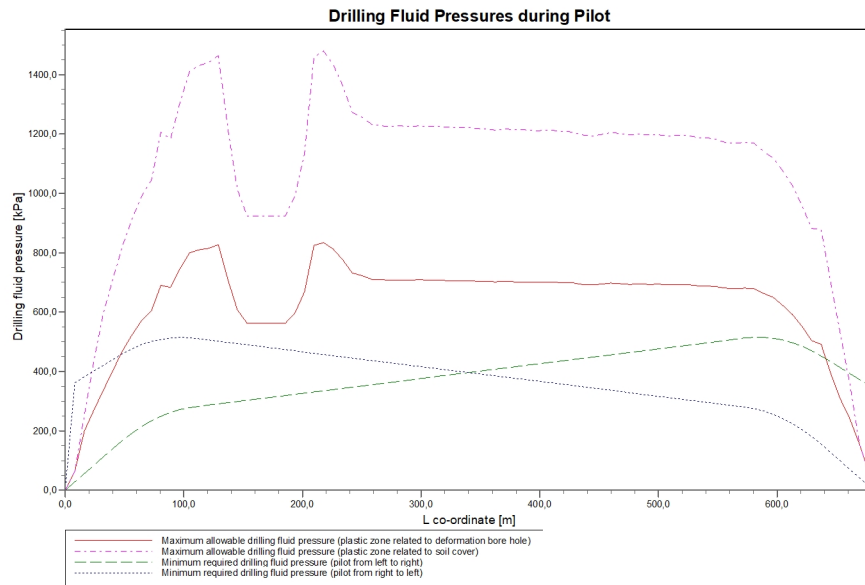
Vertical no.	Static column pressure			
	Drilling fluid [kN/m <sup>2</sup> ]	Water [kN/m <sup>2</sup> ]	Safety [-]	Result
1	24	11	2,25	sufficient
2	48	32	1,49	sufficient
3	72	54	1,34	sufficient
4	96	75	1,27	sufficient
5	120	97	1,24	sufficient
6	143	118	1,21	sufficient
7	164	137	1,20	sufficient
8	182	153	1,19	sufficient
9	196	166	1,18	sufficient
10	208	176	1,18	sufficient
11	216	184	1,18	sufficient
12	222	189	1,17	sufficient
13	225	192	1,17	sufficient
14	225	192	1,17	sufficient
15	225	192	1,17	sufficient
16	225	192	1,17	sufficient
17	225	203	1,11	sufficient
18	225	203	1,11	sufficient
19	225	203	1,11	sufficient
20	225	203	1,11	sufficient
21	225	203	1,11	sufficient
22	225	203	1,11	sufficient
23	225	203	1,11	sufficient
24	225	203	1,11	sufficient
25	225	203	1,11	sufficient
26	225	192	1,17	sufficient
27	225	192	1,17	sufficient
28	225	192	1,17	sufficient
29	225	192	1,17	sufficient
30	225	192	1,17	sufficient
31	225	192	1,17	sufficient
32	225	192	1,17	sufficient
33	225	192	1,17	sufficient
34	225	192	1,17	sufficient
35	225	192	1,17	sufficient
36	225	192	1,17	sufficient
37	225	192	1,17	sufficient
38	225	192	1,17	sufficient
39	225	192	1,17	sufficient
40	225	192	1,17	sufficient
41	225	192	1,17	sufficient
42	225	192	1,17	sufficient
43	225	192	1,17	sufficient
44	225	192	1,17	sufficient
45	225	192	1,17	sufficient
46	225	192	1,17	sufficient
47	225	192	1,17	sufficient

Vertical no.	Static column pressure			Result
	Drilling fluid [kN/m <sup>2</sup> ]	Water [kN/m <sup>2</sup> ]	Safety [-]	
48	225	192	1,17	sufficient
49	225	192	1,17	sufficient
50	225	192	1,17	sufficient
51	225	192	1,17	sufficient
52	225	192	1,17	sufficient
53	225	192	1,17	sufficient
54	225	192	1,17	sufficient
55	225	192	1,17	sufficient
56	225	192	1,17	sufficient
57	225	192	1,17	sufficient
58	225	192	1,17	sufficient
59	225	192	1,17	sufficient
60	225	192	1,17	sufficient
61	225	192	1,17	sufficient
62	225	192	1,17	sufficient
63	225	192	1,17	sufficient
64	225	192	1,17	sufficient
65	225	192	1,17	sufficient
66	225	192	1,17	sufficient
67	225	192	1,17	sufficient
68	225	192	1,17	sufficient
69	225	192	1,17	sufficient
70	225	192	1,17	sufficient
71	225	192	1,17	sufficient
72	223	191	1,17	sufficient
73	219	187	1,17	sufficient
74	212	181	1,17	sufficient
75	202	172	1,18	sufficient
76	189	160	1,18	sufficient
77	173	146	1,19	sufficient
78	154	128	1,20	sufficient
79	132	108	1,22	sufficient
80	108	87	1,24	sufficient
81	84	65	1,29	sufficient
82	60	44	1,37	sufficient
83	36	22	1,63	sufficient
84	12	0	27,10	sufficient

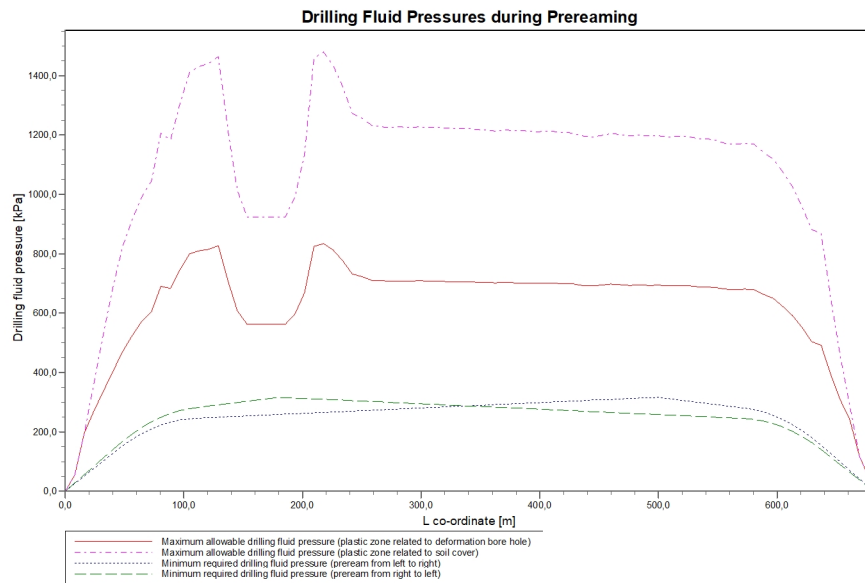
The static drilling fluid pressure is calculated and can be compared with the calculated groundwater pressure. The quotient of the drilling fluid pressure and the groundwater pressure yields the safety factor, which should be higher than the requested factor of safety of 1,10.

### 3.3 Drilling Fluid Pressure Plots

#### 3.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot

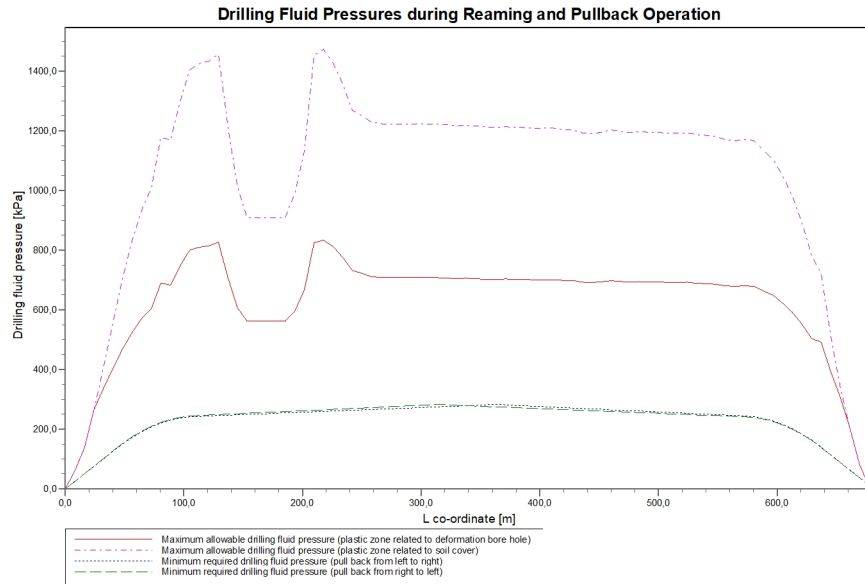


#### 3.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming





### 3.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation



## 4 Soil Mechanical Data

### 4.1 Soil Mechanical Parameters Pipe 1: pipe nr. 1

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

q_v;p	Passive soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q_v;n	Neutral soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q_h;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q_v,r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q_traffic	Traffic load	kN/m <sup>2</sup>
q_v;e	Vertical bearing capacity	kN/m <sup>2</sup>
q_h;e	Horizontal bearing capacity	kN/m <sup>2</sup>
k_v;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m <sup>3</sup>
k_v;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m <sup>3</sup>
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m <sup>3</sup>
t_max	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m <sup>2</sup>
d_max	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_h;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v,r;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_traffic [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;e [kN/m <sup>2</sup> ]
1	85	29	21	29	0	1022
2	252	50	37	50	0	1783
3	505	72	13	17	0	2532
4	771	93	13	17	0	3264
5	926	114	13	17	0	4009
6	1073	135	13	17	0	4760
7	1195	153	13	17	0	5404
8	1297	169	13	17	0	5955
9	1367	180	13	17	0	6340
10	1563	211	13	17	2	7442
11	1540	208	13	17	0	7310
12	1690	232	13	17	0	8179
13	1818	254	13	17	0	8932
14	1844	258	13	17	0	9083
15	1856	260	13	17	0	9153
16	1885	265	13	17	0	9330
17	1573	213	13	17	0	7495
18	1388	183	13	17	0	6452
19	1231	159	13	17	0	5593
20	1231	159	13	17	0	5593
21	1231	159	13	17	0	5593
22	1231	159	13	17	0	5593
23	1231	159	13	17	0	5593
24	1351	177	13	17	0	6248
25	1485	199	13	17	0	6992
26	1880	264	13	17	0	9300
27	1904	268	13	17	0	9443
28	1847	259	13	17	0	9101
29	1758	244	13	17	0	8577
30	1650	226	13	17	0	7944
31	1630	222	13	17	0	7829
32	1602	218	13	17	0	7668
33	1596	217	13	17	0	7632
34	1594	217	13	17	0	7622
35	1595	217	13	17	0	7629
36	1595	217	13	17	0	7625
37	1596	217	13	17	0	7632
38	1595	217	13	17	0	7626
39	1595	217	13	17	0	7626
40	1591	216	13	17	0	7604
41	1588	216	13	17	0	7586
42	1591	216	13	17	0	7603
43	1586	215	13	17	0	7576

Vertical no.	q_v;p [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_h;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;r;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_traffic [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;e [kN/m <sup>2</sup> ]
44	1583	215	13	17	0	7557
45	1580	214	13	17	0	7542
46	1585	215	13	17	0	7567
47	1581	214	13	17	0	7546
48	1580	214	13	17	0	7542
49	1578	214	13	17	0	7527
50	1579	214	13	17	0	7532
51	1579	214	13	17	0	7533
52	1574	213	13	17	0	7507
53	1573	213	13	17	0	7500
54	1561	211	13	17	0	7432
55	1557	210	13	17	0	7410
56	1562	211	13	17	0	7439
57	1571	213	13	17	0	7489
58	1567	212	13	17	0	7464
59	1561	211	13	17	0	7432
60	1566	212	13	17	0	7457
61	1562	211	13	17	0	7435
62	1562	211	13	17	0	7436
63	1558	211	13	17	0	7416
64	1559	211	13	17	0	7419
65	1560	211	13	17	0	7426
66	1552	210	13	17	0	7380
67	1550	209	13	17	0	7368
68	1546	209	13	17	0	7344
69	1534	207	13	17	0	7273
70	1529	206	13	17	0	7250
71	1534	207	13	17	0	7278
72	1530	206	13	17	0	7255
73	1496	200	13	17	0	7059
74	1465	195	13	17	0	6883
75	1407	186	13	17	0	6562
76	1342	176	13	17	0	6198
77	1253	162	13	17	0	5715
78	1149	146	13	17	0	5160
79	1135	145	13	17	0	5089
80	903	111	13	17	0	3902
81	674	83	13	17	0	2931
82	386	63	13	18	0	2222
83	155	39	29	39	0	1382
84	32	17	13	17	0	510

Vertical no.	q_h;e [kN/m <sup>2</sup> ]	k_v;bot [kN/m <sup>3</sup> ]	k_v;top [kN/m <sup>3</sup> ]	k_h [kN/m <sup>3</sup> ]	t_max [kN/m <sup>2</sup> ]	d_max [mm]
1	365	30506	5183	21354	0,05	7,5
2	417	45561	37119	31892	0,05	7,5
3	607	53719	46529	37603	0,05	7,5
4	771	60811	54399	42568	0,05	7,5
5	926	67400	61552	47180	0,05	7,5
6	1073	73542	68126	51479	0,05	7,5
7	1196	78499	73381	54949	0,05	7,5
8	1297	82539	77637	57777	0,05	7,5
9	1367	85276	80508	59693	0,05	7,5
10	1563	92744	88305	64921	0,05	7,5
11	1540	91869	87394	64308	0,05	7,5
12	1690	97476	93220	68233	0,05	7,5
13	1818	102125	98032	71488	0,05	7,5
14	1844	103039	98977	72128	0,05	7,5
15	1856	103459	99410	72422	0,05	7,5
16	1885	104519	100505	73163	0,05	7,5
17	1573	93081	88655	65156	0,05	7,5
18	1388	86049	81318	60234	0,05	7,5
19	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
20	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
21	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5

Vertical no.	q <sub>h;e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	k <sub>v;bot</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>v;top</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>h</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	t <sub>max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	d <sub>max</sub> [mm]
22	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
23	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
24	1351	84618	79819	59233	0,05	7,5
25	1485	89743	85178	62820	0,05	7,5
26	1880	104338	100317	73036	0,05	7,5
27	1904	105187	101194	73631	0,05	7,5
28	1847	103146	99086	72202	0,05	7,5
29	1758	99952	95784	69966	0,05	7,5
30	1650	95982	91670	67187	0,05	7,5
31	1630	95247	90907	66673	0,05	7,5
32	1602	94206	89825	65944	0,05	7,5
33	1596	93974	89585	65782	0,05	7,5
34	1594	93909	89517	65736	0,05	7,5
35	1595	93954	89563	65768	0,05	7,5
36	1595	93932	89541	65752	0,05	7,5
37	1596	93972	89582	65780	0,05	7,5
38	1595	93934	89542	65753	0,05	7,5
39	1595	93934	89543	65754	0,05	7,5
40	1591	93793	89396	65655	0,05	7,5
41	1588	93677	89275	65574	0,05	7,5
42	1591	93787	89390	65651	0,05	7,5
43	1586	93614	89210	65530	0,05	7,5
44	1583	93486	89077	65441	0,05	7,5
45	1580	93386	88973	65370	0,05	7,5
46	1585	93554	89147	65488	0,05	7,5
47	1581	93415	89003	65391	0,05	7,5
48	1580	93390	88977	65373	0,05	7,5
49	1578	93290	88873	65303	0,05	7,5
50	1579	93327	88911	65329	0,05	7,5
51	1579	93333	88918	65333	0,05	7,5
52	1574	93160	88738	65212	0,05	7,5
53	1573	93115	88691	65181	0,05	7,5
54	1561	92673	88231	64871	0,05	7,5
55	1557	92526	88078	64768	0,05	7,5
56	1562	92714	88274	64900	0,05	7,5
57	1571	93041	88614	65128	0,05	7,5
58	1567	92879	88446	65016	0,05	7,5
59	1561	92671	88229	64870	0,05	7,5
60	1566	92833	88397	64983	0,05	7,5
61	1562	92689	88248	64882	0,05	7,5
62	1562	92695	88255	64887	0,05	7,5
63	1558	92562	88115	64793	0,05	7,5
64	1559	92585	88140	64810	0,05	7,5
65	1560	92631	88187	64842	0,05	7,5
66	1552	92329	87873	64630	0,05	7,5
67	1550	92250	87791	64575	0,05	7,5
68	1546	92092	87626	64464	0,05	7,5
69	1534	91622	87137	64135	0,05	7,5
70	1529	91470	86979	64029	0,05	7,5
71	1534	91656	87172	64159	0,05	7,5
72	1530	91499	87009	64049	0,05	7,5
73	1496	90195	85650	63136	0,05	7,5
74	1465	89011	84415	62308	0,05	7,5
75	1407	86816	82121	60771	0,05	7,5
76	1342	84277	79462	58994	0,05	7,5
77	1253	80797	75805	56558	0,05	7,5
78	1149	76650	71425	53655	0,05	7,5
79	1135	76120	70863	53284	0,05	7,5
80	903	66490	60572	46543	0,05	7,5
81	698	57679	50950	40376	0,05	7,5
82	531	50480	42852	35336	0,05	7,5
83	305	40660	31144	28462	0,05	7,5
84	135	11338	196	7937	0,05	7,5

Maximum soil stress	:	q <sub>v;n</sub> ;max = 268 kN/m <sup>2</sup>
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	:	q <sub>traffic</sub> ;max = 50 kN/m <sup>2</sup>
Maximum reduced soil stress	:	q <sub>v;r;n</sub> ;max = 50 kN/m <sup>2</sup>
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor) only for verticals in deep situation	:	k <sub>v</sub> ;max = 105187 kN/m <sup>3</sup>
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor) only for verticals in deep situation	:	k <sub>v</sub> ;max = 210375 kN/m <sup>3</sup>

#### 4.2 Soil Mechanical Parameters Pipe 2: pipe nr. 2

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

q <sub>v;p</sub>	Passive soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v;n</sub>	Neutral soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>h;n</sub>	Neutral horizontal soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v;r;n</sub>	Reduced neutral soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>traffic</sub>	Traffic load	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v;e</sub>	Vertical bearing capacity	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>h;e</sub>	Horizontal bearing capacity	kN/m <sup>2</sup>
k <sub>v;bot</sub>	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m <sup>3</sup>
k <sub>v;top</sub>	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m <sup>3</sup>
k <sub>h</sub>	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m <sup>3</sup>
t <sub>max</sub>	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m <sup>2</sup>
d <sub>max</sub>	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q <sub>v;p</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v;n</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>h;n</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v;r;n</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>traffic</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v;e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	85	29	21	29	0	1022
2	252	50	37	50	0	1783
3	505	72	13	17	0	2532
4	771	93	13	17	0	3264
5	926	114	13	17	0	4009
6	1073	135	13	17	0	4760
7	1195	153	13	17	0	5404
8	1297	169	13	17	0	5955
9	1367	180	13	17	0	6340
10	1563	211	13	17	2	7442
11	1540	208	13	17	0	7310
12	1690	232	13	17	0	8179
13	1818	254	13	17	0	8932
14	1844	258	13	17	0	9083
15	1856	260	13	17	0	9153
16	1885	265	13	17	0	9330
17	1573	213	13	17	0	7495
18	1388	183	13	17	0	6452
19	1231	159	13	17	0	5593
20	1231	159	13	17	0	5593
21	1231	159	13	17	0	5593
22	1231	159	13	17	0	5593
23	1231	159	13	17	0	5593
24	1351	177	13	17	0	6248
25	1485	199	13	17	0	6992
26	1880	264	13	17	0	9300
27	1904	268	13	17	0	9443
28	1847	259	13	17	0	9101
29	1758	244	13	17	0	8577
30	1650	226	13	17	0	7944
31	1630	222	13	17	0	7829
32	1602	218	13	17	0	7668
33	1596	217	13	17	0	7632
34	1594	217	13	17	0	7622
35	1595	217	13	17	0	7629
36	1595	217	13	17	0	7625
37	1596	217	13	17	0	7632

Vertical no.	q_v;p [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_h;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;r;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_traffic [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;e [kN/m <sup>2</sup> ]
38	1595	217	13	17	0	7626
39	1595	217	13	17	0	7626
40	1591	216	13	17	0	7604
41	1588	216	13	17	0	7586
42	1591	216	13	17	0	7603
43	1586	215	13	17	0	7576
44	1583	215	13	17	0	7557
45	1580	214	13	17	0	7542
46	1585	215	13	17	0	7567
47	1581	214	13	17	0	7546
48	1580	214	13	17	0	7542
49	1578	214	13	17	0	7527
50	1579	214	13	17	0	7532
51	1579	214	13	17	0	7533
52	1574	213	13	17	0	7507
53	1573	213	13	17	0	7500
54	1561	211	13	17	0	7432
55	1557	210	13	17	0	7410
56	1562	211	13	17	0	7439
57	1571	213	13	17	0	7489
58	1567	212	13	17	0	7464
59	1561	211	13	17	0	7432
60	1566	212	13	17	0	7457
61	1562	211	13	17	0	7435
62	1562	211	13	17	0	7436
63	1558	211	13	17	0	7416
64	1559	211	13	17	0	7419
65	1560	211	13	17	0	7426
66	1552	210	13	17	0	7380
67	1550	209	13	17	0	7368
68	1546	209	13	17	0	7344
69	1534	207	13	17	0	7273
70	1529	206	13	17	0	7250
71	1534	207	13	17	0	7278
72	1530	206	13	17	0	7255
73	1496	200	13	17	0	7059
74	1465	195	13	17	0	6883
75	1407	186	13	17	0	6562
76	1342	176	13	17	0	6198
77	1253	162	13	17	0	5715
78	1149	146	13	17	0	5160
79	1135	145	13	17	0	5089
80	903	111	13	17	0	3902
81	674	83	13	17	0	2931
82	386	63	13	18	0	2222
83	155	39	29	39	0	1382
84	32	17	13	17	0	510

Vertical no.	q_h;e [kN/m <sup>2</sup> ]	k_v;bot [kN/m <sup>3</sup> ]	k_v;top [kN/m <sup>3</sup> ]	k_h [kN/m <sup>3</sup> ]	t_max [kN/m <sup>2</sup> ]	d_max [mm]
1	365	30506	5183	21354	0,05	7,5
2	417	45561	37119	31892	0,05	7,5
3	607	53719	46529	37603	0,05	7,5
4	771	60811	54399	42568	0,05	7,5
5	926	67400	61552	47180	0,05	7,5
6	1073	73542	68126	51479	0,05	7,5
7	1196	78499	73381	54949	0,05	7,5
8	1297	82539	77637	57777	0,05	7,5
9	1367	85276	80508	59693	0,05	7,5
10	1563	92744	88305	64921	0,05	7,5
11	1540	91869	87394	64308	0,05	7,5
12	1690	97476	93220	68233	0,05	7,5
13	1818	102125	98032	71488	0,05	7,5
14	1844	103039	98977	72128	0,05	7,5
15	1856	103459	99410	72422	0,05	7,5

Vertical no.	q <sub>h;e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	k <sub>v;bot</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>v;top</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>h</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	t <sub>max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	d <sub>max</sub> [mm]
16	1885	104519	100505	73163	0,05	7,5
17	1573	93081	88655	65156	0,05	7,5
18	1388	86049	81318	60234	0,05	7,5
19	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
20	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
21	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
22	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
23	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
24	1351	84618	79819	59233	0,05	7,5
25	1485	89743	85178	62820	0,05	7,5
26	1880	104338	100317	73036	0,05	7,5
27	1904	105187	101194	73631	0,05	7,5
28	1847	103146	99086	72202	0,05	7,5
29	1758	99952	95784	69966	0,05	7,5
30	1650	95982	91670	67187	0,05	7,5
31	1630	95247	90907	66673	0,05	7,5
32	1602	94206	89825	65944	0,05	7,5
33	1596	93974	89585	65782	0,05	7,5
34	1594	93909	89517	65736	0,05	7,5
35	1595	93954	89563	65768	0,05	7,5
36	1595	93932	89541	65752	0,05	7,5
37	1596	93972	89582	65780	0,05	7,5
38	1595	93934	89542	65753	0,05	7,5
39	1595	93934	89543	65754	0,05	7,5
40	1591	93793	89396	65655	0,05	7,5
41	1588	93677	89275	65574	0,05	7,5
42	1591	93787	89390	65651	0,05	7,5
43	1586	93614	89210	65530	0,05	7,5
44	1583	93486	89077	65441	0,05	7,5
45	1580	93386	88973	65370	0,05	7,5
46	1585	93554	89147	65488	0,05	7,5
47	1581	93415	89003	65391	0,05	7,5
48	1580	93390	88977	65373	0,05	7,5
49	1578	93290	88873	65303	0,05	7,5
50	1579	93327	88911	65329	0,05	7,5
51	1579	93333	88918	65333	0,05	7,5
52	1574	93160	88738	65212	0,05	7,5
53	1573	93115	88691	65181	0,05	7,5
54	1561	92673	88231	64871	0,05	7,5
55	1557	92526	88078	64768	0,05	7,5
56	1562	92714	88274	64900	0,05	7,5
57	1571	93041	88614	65128	0,05	7,5
58	1567	92879	88446	65016	0,05	7,5
59	1561	92671	88229	64870	0,05	7,5
60	1566	92833	88397	64983	0,05	7,5
61	1562	92689	88248	64882	0,05	7,5
62	1562	92695	88255	64887	0,05	7,5
63	1558	92562	88115	64793	0,05	7,5
64	1559	92585	88140	64810	0,05	7,5
65	1560	92631	88187	64842	0,05	7,5
66	1552	92329	87873	64630	0,05	7,5
67	1550	92250	87791	64575	0,05	7,5
68	1546	92092	87626	64464	0,05	7,5
69	1534	91622	87137	64135	0,05	7,5
70	1529	91470	86979	64029	0,05	7,5
71	1534	91656	87172	64159	0,05	7,5
72	1530	91499	87009	64049	0,05	7,5
73	1496	90195	85650	63136	0,05	7,5
74	1465	89011	84415	62308	0,05	7,5
75	1407	86816	82121	60771	0,05	7,5
76	1342	84277	79462	58994	0,05	7,5
77	1253	80797	75805	56558	0,05	7,5
78	1149	76650	71425	53655	0,05	7,5
79	1135	76120	70863	53284	0,05	7,5
80	903	66490	60572	46543	0,05	7,5

Vertical no.	q <sub>h</sub> ;e [kN/m <sup>2</sup> ]	k <sub>v</sub> ;bot [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>v</sub> ;top [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>h</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	t <sub>max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	d <sub>max</sub> [mm]
81	698	57679	50950	40376	0,05	7,5
82	531	50480	42852	35336	0,05	7,5
83	305	40660	31144	28462	0,05	7,5
84	135	11338	196	7937	0,05	7,5

Maximum soil stress	: q <sub>v;n</sub> ;max = 268 kN/m <sup>2</sup>
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	: q <sub>traffic</sub> ;max = 50 kN/m <sup>2</sup>
Maximum reduced soil stress	: q <sub>v;r;n</sub> ;max = 50 kN/m <sup>2</sup>
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor) only for verticals in deep situation	: k <sub>v</sub> ;max = 105187 kN/m <sup>3</sup>
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor) only for verticals in deep situation	: k <sub>v</sub> ;max = 210375 kN/m <sup>3</sup>

### 4.3 Soil Mechanical Parameters Pipe 3: pipe nr. 3

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

q <sub>v</sub> ;p	Passive soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v</sub> ;n	Neutral soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>h</sub> ;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v</sub> ;r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>traffic</sub>	Traffic load	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v</sub> ;e	Vertical bearing capacity	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>h</sub> ;e	Horizontal bearing capacity	kN/m <sup>2</sup>
k <sub>v</sub> ;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m <sup>3</sup>
k <sub>v</sub> ;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m <sup>3</sup>
k <sub>h</sub>	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m <sup>3</sup>
t <sub>max</sub>	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m <sup>2</sup>
d <sub>max</sub>	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q <sub>v</sub> ;p [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v</sub> ;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>h</sub> ;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v</sub> ;r;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>traffic</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v</sub> ;e [kN/m <sup>2</sup> ]
1	85	29	21	29	0	1022
2	252	50	37	50	0	1783
3	505	72	13	17	0	2532
4	771	93	13	17	0	3264
5	926	114	13	17	0	4009
6	1073	135	13	17	0	4760
7	1195	153	13	17	0	5404
8	1297	169	13	17	0	5955
9	1367	180	13	17	0	6340
10	1563	211	13	17	2	7442
11	1540	208	13	17	0	7310
12	1690	232	13	17	0	8179
13	1818	254	13	17	0	8932
14	1844	258	13	17	0	9083
15	1856	260	13	17	0	9153
16	1885	265	13	17	0	9330
17	1573	213	13	17	0	7495
18	1388	183	13	17	0	6452
19	1231	159	13	17	0	5593
20	1231	159	13	17	0	5593
21	1231	159	13	17	0	5593
22	1231	159	13	17	0	5593
23	1231	159	13	17	0	5593
24	1351	177	13	17	0	6248
25	1485	199	13	17	0	6992
26	1880	264	13	17	0	9300
27	1904	268	13	17	0	9443
28	1847	259	13	17	0	9101
29	1758	244	13	17	0	8577
30	1650	226	13	17	0	7944
31	1630	222	13	17	0	7829



Vertical no.	q_v;p [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_h;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;r;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_traffic [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;e [kN/m <sup>2</sup> ]
32	1602	218	13	17	0	7668
33	1596	217	13	17	0	7632
34	1594	217	13	17	0	7622
35	1595	217	13	17	0	7629
36	1595	217	13	17	0	7625
37	1596	217	13	17	0	7632
38	1595	217	13	17	0	7626
39	1595	217	13	17	0	7626
40	1591	216	13	17	0	7604
41	1588	216	13	17	0	7586
42	1591	216	13	17	0	7603
43	1586	215	13	17	0	7576
44	1583	215	13	17	0	7557
45	1580	214	13	17	0	7542
46	1585	215	13	17	0	7567
47	1581	214	13	17	0	7546
48	1580	214	13	17	0	7542
49	1578	214	13	17	0	7527
50	1579	214	13	17	0	7532
51	1579	214	13	17	0	7533
52	1574	213	13	17	0	7507
53	1573	213	13	17	0	7500
54	1561	211	13	17	0	7432
55	1557	210	13	17	0	7410
56	1562	211	13	17	0	7439
57	1571	213	13	17	0	7489
58	1567	212	13	17	0	7464
59	1561	211	13	17	0	7432
60	1566	212	13	17	0	7457
61	1562	211	13	17	0	7435
62	1562	211	13	17	0	7436
63	1558	211	13	17	0	7416
64	1559	211	13	17	0	7419
65	1560	211	13	17	0	7426
66	1552	210	13	17	0	7380
67	1550	209	13	17	0	7368
68	1546	209	13	17	0	7344
69	1534	207	13	17	0	7273
70	1529	206	13	17	0	7250
71	1534	207	13	17	0	7278
72	1530	206	13	17	0	7255
73	1496	200	13	17	0	7059
74	1465	195	13	17	0	6883
75	1407	186	13	17	0	6562
76	1342	176	13	17	0	6198
77	1253	162	13	17	0	5715
78	1149	146	13	17	0	5160
79	1135	145	13	17	0	5089
80	903	111	13	17	0	3902
81	674	83	13	17	0	2931
82	386	63	13	18	0	2222
83	155	39	29	39	0	1382
84	32	17	13	17	0	510

Vertical no.	q_h;e [kN/m <sup>2</sup> ]	k_v;bot [kN/m <sup>3</sup> ]	k_v;top [kN/m <sup>3</sup> ]	k_h [kN/m <sup>3</sup> ]	t_max [kN/m <sup>2</sup> ]	d_max [mm]
1	365	30506	5183	21354	0,05	7,5
2	417	45561	37119	31892	0,05	7,5
3	607	53719	46529	37603	0,05	7,5
4	771	60811	54399	42568	0,05	7,5
5	926	67400	61552	47180	0,05	7,5
6	1073	73542	68126	51479	0,05	7,5
7	1196	78499	73381	54949	0,05	7,5
8	1297	82539	77637	57777	0,05	7,5
9	1367	85276	80508	59693	0,05	7,5

Vertical no.	q <sub>h;e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	k <sub>v;bot</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>v;top</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>h</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	t <sub>max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	d <sub>max</sub> [mm]
10	1563	92744	88305	64921	0,05	7,5
11	1540	91869	87394	64308	0,05	7,5
12	1690	97476	93220	68233	0,05	7,5
13	1818	102125	98032	71488	0,05	7,5
14	1844	103039	98977	72128	0,05	7,5
15	1856	103459	99410	72422	0,05	7,5
16	1885	104519	100505	73163	0,05	7,5
17	1573	93081	88655	65156	0,05	7,5
18	1388	86049	81318	60234	0,05	7,5
19	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
20	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
21	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
22	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
23	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
24	1351	84618	79819	59233	0,05	7,5
25	1485	89743	85178	62820	0,05	7,5
26	1880	104338	100317	73036	0,05	7,5
27	1904	105187	101194	73631	0,05	7,5
28	1847	103146	99086	72202	0,05	7,5
29	1758	99952	95784	69966	0,05	7,5
30	1650	95982	91670	67187	0,05	7,5
31	1630	95247	90907	66673	0,05	7,5
32	1602	94206	89825	65944	0,05	7,5
33	1596	93974	89585	65782	0,05	7,5
34	1594	93909	89517	65736	0,05	7,5
35	1595	93954	89563	65768	0,05	7,5
36	1595	93932	89541	65752	0,05	7,5
37	1596	93972	89582	65780	0,05	7,5
38	1595	93934	89542	65753	0,05	7,5
39	1595	93934	89543	65754	0,05	7,5
40	1591	93793	89396	65655	0,05	7,5
41	1588	93677	89275	65574	0,05	7,5
42	1591	93787	89390	65651	0,05	7,5
43	1586	93614	89210	65530	0,05	7,5
44	1583	93486	89077	65441	0,05	7,5
45	1580	93386	88973	65370	0,05	7,5
46	1585	93554	89147	65488	0,05	7,5
47	1581	93415	89003	65391	0,05	7,5
48	1580	93390	88977	65373	0,05	7,5
49	1578	93290	88873	65303	0,05	7,5
50	1579	93327	88911	65329	0,05	7,5
51	1579	93333	88918	65333	0,05	7,5
52	1574	93160	88738	65212	0,05	7,5
53	1573	93115	88691	65181	0,05	7,5
54	1561	92673	88231	64871	0,05	7,5
55	1557	92526	88078	64768	0,05	7,5
56	1562	92714	88274	64900	0,05	7,5
57	1571	93041	88614	65128	0,05	7,5
58	1567	92879	88446	65016	0,05	7,5
59	1561	92671	88229	64870	0,05	7,5
60	1566	92833	88397	64983	0,05	7,5
61	1562	92689	88248	64882	0,05	7,5
62	1562	92695	88255	64887	0,05	7,5
63	1558	92562	88115	64793	0,05	7,5
64	1559	92585	88140	64810	0,05	7,5
65	1560	92631	88187	64842	0,05	7,5
66	1552	92329	87873	64630	0,05	7,5
67	1550	92250	87791	64575	0,05	7,5
68	1546	92092	87626	64464	0,05	7,5
69	1534	91622	87137	64135	0,05	7,5
70	1529	91470	86979	64029	0,05	7,5
71	1534	91656	87172	64159	0,05	7,5
72	1530	91499	87009	64049	0,05	7,5
73	1496	90195	85650	63136	0,05	7,5
74	1465	89011	84415	62308	0,05	7,5

Vertical no.	q <sub>h;e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	k <sub>v;bot</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>v;top</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>h</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	t <sub>max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	d <sub>max</sub> [mm]
75	1407	86816	82121	60771	0,05	7,5
76	1342	84277	79462	58994	0,05	7,5
77	1253	80797	75805	56558	0,05	7,5
78	1149	76650	71425	53655	0,05	7,5
79	1135	76120	70863	53284	0,05	7,5
80	903	66490	60572	46543	0,05	7,5
81	698	57679	50950	40376	0,05	7,5
82	531	50480	42852	35336	0,05	7,5
83	305	40660	31144	28462	0,05	7,5
84	135	11338	196	7937	0,05	7,5

Maximum soil stress	: q <sub>v;n;max</sub> = 268 kN/m <sup>2</sup>
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	: q <sub>traffic;max</sub> = 50 kN/m <sup>2</sup>
Maximum reduced soil stress	: q <sub>v;r;n;max</sub> = 50 kN/m <sup>2</sup>
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor) only for verticals in deep situation	: k <sub>v;max</sub> = 105187 kN/m <sup>3</sup>
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor) only for verticals in deep situation	: k <sub>v;max</sub> = 210375 kN/m <sup>3</sup>

#### 4.4 Soil Mechanical Parameters Pipe 4: pipe nr. 4

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

q <sub>v;p</sub>	Passive soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v;n</sub>	Neutral soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>h;n</sub>	Neutral horizontal soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v;r;n</sub>	Reduced neutral soil stress	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>traffic</sub>	Traffic load	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v;e</sub>	Vertical bearing capacity	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>h;e</sub>	Horizontal bearing capacity	kN/m <sup>2</sup>
k <sub>v;bot</sub>	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m <sup>3</sup>
k <sub>v;top</sub>	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m <sup>3</sup>
k <sub>h</sub>	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m <sup>3</sup>
t <sub>max</sub>	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m <sup>2</sup>
d <sub>max</sub>	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q <sub>v;p</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v;n</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>h;n</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v;r;n</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>traffic</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v;e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	85	29	21	29	0	1022
2	252	50	37	50	0	1783
3	505	72	13	17	0	2532
4	771	93	13	17	0	3264
5	926	114	13	17	0	4009
6	1073	135	13	17	0	4760
7	1195	153	13	17	0	5404
8	1297	169	13	17	0	5955
9	1367	180	13	17	0	6340
10	1563	211	13	17	2	7442
11	1540	208	13	17	0	7310
12	1690	232	13	17	0	8179
13	1818	254	13	17	0	8932
14	1844	258	13	17	0	9083
15	1856	260	13	17	0	9153
16	1885	265	13	17	0	9330
17	1573	213	13	17	0	7495
18	1388	183	13	17	0	6452
19	1231	159	13	17	0	5593
20	1231	159	13	17	0	5593
21	1231	159	13	17	0	5593
22	1231	159	13	17	0	5593
23	1231	159	13	17	0	5593
24	1351	177	13	17	0	6248
25	1485	199	13	17	0	6992

Vertical no.	q_v;p [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_h;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;r;n [kN/m <sup>2</sup> ]	q_traffic [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;e [kN/m <sup>2</sup> ]
26	1880	264	13	17	0	9300
27	1904	268	13	17	0	9443
28	1847	259	13	17	0	9101
29	1758	244	13	17	0	8577
30	1650	226	13	17	0	7944
31	1630	222	13	17	0	7829
32	1602	218	13	17	0	7668
33	1596	217	13	17	0	7632
34	1594	217	13	17	0	7622
35	1595	217	13	17	0	7629
36	1595	217	13	17	0	7625
37	1596	217	13	17	0	7632
38	1595	217	13	17	0	7626
39	1595	217	13	17	0	7626
40	1591	216	13	17	0	7604
41	1588	216	13	17	0	7586
42	1591	216	13	17	0	7603
43	1586	215	13	17	0	7576
44	1583	215	13	17	0	7557
45	1580	214	13	17	0	7542
46	1585	215	13	17	0	7567
47	1581	214	13	17	0	7546
48	1580	214	13	17	0	7542
49	1578	214	13	17	0	7527
50	1579	214	13	17	0	7532
51	1579	214	13	17	0	7533
52	1574	213	13	17	0	7507
53	1573	213	13	17	0	7500
54	1561	211	13	17	0	7432
55	1557	210	13	17	0	7410
56	1562	211	13	17	0	7439
57	1571	213	13	17	0	7489
58	1567	212	13	17	0	7464
59	1561	211	13	17	0	7432
60	1566	212	13	17	0	7457
61	1562	211	13	17	0	7435
62	1562	211	13	17	0	7436
63	1558	211	13	17	0	7416
64	1559	211	13	17	0	7419
65	1560	211	13	17	0	7426
66	1552	210	13	17	0	7380
67	1550	209	13	17	0	7368
68	1546	209	13	17	0	7344
69	1534	207	13	17	0	7273
70	1529	206	13	17	0	7250
71	1534	207	13	17	0	7278
72	1530	206	13	17	0	7255
73	1496	200	13	17	0	7059
74	1465	195	13	17	0	6883
75	1407	186	13	17	0	6562
76	1342	176	13	17	0	6198
77	1253	162	13	17	0	5715
78	1149	146	13	17	0	5160
79	1135	145	13	17	0	5089
80	903	111	13	17	0	3902
81	674	83	13	17	0	2931
82	386	63	13	18	0	2222
83	155	39	29	39	0	1382
84	32	17	13	17	0	510

Vertical no.	q_h;e [kN/m <sup>2</sup> ]	k_v;bot [kN/m <sup>3</sup> ]	k_v;top [kN/m <sup>3</sup> ]	k_h [kN/m <sup>3</sup> ]	t_max [kN/m <sup>2</sup> ]	d_max [mm]
1	365	30506	5183	21354	0,05	7,5
2	417	45561	37119	31892	0,05	7,5
3	607	53719	46529	37603	0,05	7,5

Vertical no.	q <sub>h;e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	k <sub>v;bot</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>v;top</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>h</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	t <sub>max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	d <sub>max</sub> [mm]
4	771	60811	54399	42568	0,05	7,5
5	926	67400	61552	47180	0,05	7,5
6	1073	73542	68126	51479	0,05	7,5
7	1196	78499	73381	54949	0,05	7,5
8	1297	82539	77637	57777	0,05	7,5
9	1367	85276	80508	59693	0,05	7,5
10	1563	92744	88305	64921	0,05	7,5
11	1540	91869	87394	64308	0,05	7,5
12	1690	97476	93220	68233	0,05	7,5
13	1818	102125	98032	71488	0,05	7,5
14	1844	103039	98977	72128	0,05	7,5
15	1856	103459	99410	72422	0,05	7,5
16	1885	104519	100505	73163	0,05	7,5
17	1573	93081	88655	65156	0,05	7,5
18	1388	86049	81318	60234	0,05	7,5
19	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
20	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
21	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
22	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
23	1231	79887	74845	55921	0,05	7,5
24	1351	84618	79819	59233	0,05	7,5
25	1485	89743	85178	62820	0,05	7,5
26	1880	104338	100317	73036	0,05	7,5
27	1904	105187	101194	73631	0,05	7,5
28	1847	103146	99086	72202	0,05	7,5
29	1758	99952	95784	69966	0,05	7,5
30	1650	95982	91670	67187	0,05	7,5
31	1630	95247	90907	66673	0,05	7,5
32	1602	94206	89825	65944	0,05	7,5
33	1596	93974	89585	65782	0,05	7,5
34	1594	93909	89517	65736	0,05	7,5
35	1595	93954	89563	65768	0,05	7,5
36	1595	93932	89541	65752	0,05	7,5
37	1596	93972	89582	65780	0,05	7,5
38	1595	93934	89542	65753	0,05	7,5
39	1595	93934	89543	65754	0,05	7,5
40	1591	93793	89396	65655	0,05	7,5
41	1588	93677	89275	65574	0,05	7,5
42	1591	93787	89390	65651	0,05	7,5
43	1586	93614	89210	65530	0,05	7,5
44	1583	93486	89077	65441	0,05	7,5
45	1580	93386	88973	65370	0,05	7,5
46	1585	93554	89147	65488	0,05	7,5
47	1581	93415	89003	65391	0,05	7,5
48	1580	93390	88977	65373	0,05	7,5
49	1578	93290	88873	65303	0,05	7,5
50	1579	93327	88911	65329	0,05	7,5
51	1579	93333	88918	65333	0,05	7,5
52	1574	93160	88738	65212	0,05	7,5
53	1573	93115	88691	65181	0,05	7,5
54	1561	92673	88231	64871	0,05	7,5
55	1557	92526	88078	64768	0,05	7,5
56	1562	92714	88274	64900	0,05	7,5
57	1571	93041	88614	65128	0,05	7,5
58	1567	92879	88446	65016	0,05	7,5
59	1561	92671	88229	64870	0,05	7,5
60	1566	92833	88397	64983	0,05	7,5
61	1562	92689	88248	64882	0,05	7,5
62	1562	92695	88255	64887	0,05	7,5
63	1558	92562	88115	64793	0,05	7,5
64	1559	92585	88140	64810	0,05	7,5
65	1560	92631	88187	64842	0,05	7,5
66	1552	92329	87873	64630	0,05	7,5
67	1550	92250	87791	64575	0,05	7,5
68	1546	92092	87626	64464	0,05	7,5

Vertical no.	q <sub>h;e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	k <sub>v;bot</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>v;top</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>h</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	t <sub>max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	d <sub>max</sub> [mm]
69	1534	91622	87137	64135	0,05	7,5
70	1529	91470	86979	64029	0,05	7,5
71	1534	91656	87172	64159	0,05	7,5
72	1530	91499	87009	64049	0,05	7,5
73	1496	90195	85650	63136	0,05	7,5
74	1465	89011	84415	62308	0,05	7,5
75	1407	86816	82121	60771	0,05	7,5
76	1342	84277	79462	58994	0,05	7,5
77	1253	80797	75805	56558	0,05	7,5
78	1149	76650	71425	53655	0,05	7,5
79	1135	76120	70863	53284	0,05	7,5
80	903	66490	60572	46543	0,05	7,5
81	698	57679	50950	40376	0,05	7,5
82	531	50480	42852	35336	0,05	7,5
83	305	40660	31144	28462	0,05	7,5
84	135	11338	196	7937	0,05	7,5

Maximum soil stress	:	q <sub>v;n;max</sub> = 268 kN/m <sup>2</sup>
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	:	q <sub>traffic;max</sub> = 50 kN/m <sup>2</sup>
Maximum reduced soil stress	:	q <sub>v;r;n;max</sub> = 50 kN/m <sup>2</sup>
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor) only for verticals in deep situation	:	k <sub>v;max</sub> = 105187 kN/m <sup>3</sup>
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor) only for verticals in deep situation	:	k <sub>v;max</sub> = 210375 kN/m <sup>3</sup>

#### 4.5 Young's Modulus per Layer per Vertical

Layer number	Material name	Type of determination
3	Klei, sterk zandig	Calculated with E100
2	Klei, sterk zandig	Calculated with E100
1	Zand, schoon, matig	Calculated with E100

Layer number	Vertical 1 (L=8,065 m)		Vertical 2 (L=16,13 m)		Vertical 3 (L=24,195 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	0,000	0,629	0,000	0,628	0,000	0,621
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	14,566	52,954	14,545	52,949	14,440	52,920

Layer number	Vertical 4 (L=32,26 m)		Vertical 5 (L=40,325 m)		Vertical 6 (L=48,39 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	0,000	0,603	0,000	0,594	0,000	0,598
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	14,186	52,851	14,054	52,816	14,107	52,830

Layer number	Vertical 7 (L=56,455 m)		Vertical 8 (L=64,52 m)		Vertical 9 (L=72,585 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	0,000	0,592	0,000	0,587	0,000	0,540
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	14,011	52,804	13,948	52,788	13,235	52,604

Layer number	Vertical 10 (L=80,65 m)		Vertical 11 (L=88,715 m)		Vertical 12 (L=96,78 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	0,000	0,969	0,000	0,740	0,000	1,120
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	19,070	54,366	16,113	53,401	20,884	55,029

Layer number	Vertical 13 (L=104,845 m)		Vertical 14 (L=112,91 m)		Vertical 15 (L=120,975 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	0,000	1,458	0,000	1,527	0,000	1,561
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	24,619	56,552	25,343	56,871	25,694	57,028

Layer number	Vertical 16 (L=129,04 m)		Vertical 17 (L=137,105 m)		Vertical 18 (L=145,17 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	0,000	1,646	0,000	0,684	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	26,563	57,425	15,336	53,171	0,000	50,597

Layer number	Vertical 19 (L=153,235 m)		Vertical 20 (L=161,3 m)		Vertical 21 (L=169,365 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	0,000	48,374	0,000	48,374	0,000	48,374

Layer number	Vertical 22 (L=177,43 m)		Vertical 23 (L=185,495 m)		Vertical 24 (L=193,56 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	0,000	48,374	0,000	48,374	0,000	50,078

Layer number	Vertical 25 (L=201,625 m)		Vertical 26 (L=209,69 m)		Vertical 27 (L=217,755 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,362	0,000	1,632	0,000	1,700
1	10,308	51,945	26,416	57,357	27,100	57,675

Layer number	Vertical 28 (L=225,82 m)		Vertical 29 (L=233,885 m)		Vertical 30 (L=241,95 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	1,535	0,000	1,275	0,000	0,940
1	25,432	56,910	22,638	55,718	18,717	54,243

Layer number	Vertical 31 (L=250,015 m)		Vertical 32 (L=258,08 m)		Vertical 33 (L=266,145 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,876	0,000	0,785	0,000	0,764
1	17,914	53,971	16,718	53,586	16,442	53,501

Layer number	Vertical 34 (L=274,21 m)		Vertical 35 (L=282,275 m)		Vertical 36 (L=290,34 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,758	0,000	0,762	0,000	0,760
1	16,363	53,477	16,418	53,493	16,391	53,485

Layer number	Vertical 37 (L=298,405 m)		Vertical 38 (L=306,47 m)		Vertical 39 (L=314,535 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,764	0,000	0,760	0,000	0,761
1	16,439	53,500	16,393	53,486	16,394	53,486

Layer number	Vertical 40 (L=322,6 m)		Vertical 41 (L=330,665 m)		Vertical 42 (L=338,73 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,748	0,000	0,737	0,000	0,747
1	16,223	53,434	16,081	53,391	16,215	53,432

Layer number	Vertical 43 (L=346,795 m)		Vertical 44 (L=354,86 m)		Vertical 45 (L=362,925 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,732	0,000	0,720	0,000	0,711
1	16,004	53,368	15,847	53,321	15,722	53,284

Layer number	Vertical 46 (L=370,99 m)		Vertical 47 (L=379,055 m)		Vertical 48 (L=387,12 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,726	0,000	0,714	0,000	0,712
1	15,930	53,346	15,758	53,295	15,726	53,285

Layer number	Vertical 49 (L=395,185 m)		Vertical 50 (L=403,25 m)		Vertical 51 (L=411,315 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,703	0,000	0,706	0,000	0,706
1	15,601	53,248	15,647	53,262	15,656	53,264

Layer number	Vertical 52 (L=419,38 m)		Vertical 53 (L=427,445 m)		Vertical 54 (L=435,51 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,691	0,000	0,687	0,000	0,646
1	15,437	53,201	15,379	53,184	14,806	53,021

Layer number	Vertical 55 (L=443,575 m)		Vertical 56 (L=451,64 m)		Vertical 57 (L=459,705 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,633	0,000	0,650	0,000	0,680
1	14,611	52,967	14,861	53,036	15,284	53,157

Layer number	Vertical 58 (L=467,77 m)		Vertical 59 (L=475,835 m)		Vertical 60 (L=483,9 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,665	0,000	0,646	0,000	0,661
1	15,076	53,097	14,804	53,020	15,016	53,080

Layer number	Vertical 61 (L=491,965 m)		Vertical 62 (L=500,03 m)		Vertical 63 (L=508,095 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,648	0,000	0,648	0,000	0,636
1	14,828	53,027	14,836	53,029	14,659	52,980

Layer number	Vertical 64 (L=516,16 m)		Vertical 65 (L=524,225 m)		Vertical 66 (L=532,29 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,638	0,000	0,642	0,000	0,614
1	14,690	52,989	14,751	53,006	14,347	52,894



Layer number	Vertical 67 (L=540,355 m)		Vertical 68 (L=548,42 m)		Vertical 69 (L=556,485 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,607	0,000	0,592	0,000	0,548
1	14,239	52,865	14,021	52,807	13,355	52,634

Layer number	Vertical 70 (L=564,55 m)		Vertical 71 (L=572,615 m)		Vertical 72 (L=580,68 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,533	0,000	0,551	0,000	0,562
1	13,134	52,578	13,404	52,647	13,568	52,689

Layer number	Vertical 73 (L=588,745 m)		Vertical 74 (L=596,81 m)		Vertical 75 (L=604,875 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,522	0,000	0,553	0,000	0,550
1	12,955	52,534	13,428	52,653	13,392	52,644

Layer number	Vertical 76 (L=612,94 m)		Vertical 77 (L=621,005 m)		Vertical 78 (L=629,07 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,580	0,000	0,594	0,000	0,624
1	13,842	52,760	14,050	52,815	14,484	52,932

Layer number	Vertical 79 (L=637,135 m)		Vertical 80 (L=645,2 m)		Vertical 81 (L=653,265 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,986	0,000	0,745	0,000	0,620
1	19,280	54,440	16,190	53,424	14,426	52,916

Layer number	Vertical 82 (L=661,33 m)		Vertical 83 (L=669,395 m)		Vertical 84 (L=677,46 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	0,651	0,000	0,603	0,000	0,591
1	14,876	53,040	14,182	52,850	13,997	52,801

## 5 Data for Stress Analysis

### 5.1 General Data

Number of pipes in bundle	:	Npipes = 4 [-]
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Equivalent pipeline diameter	:	Do = 831,29 mm
Equivalent wall thickness	:	t = 41,62 mm
Equivalent unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 54335 kN/m <sup>3</sup>
Unit weight drilling fluid pullback operation	:	gamma_b = 11,10 kN/m <sup>3</sup>
Bending radius on rollers	:	Rrol = 500,000 m
Friction coefficient pipe/rollers	:	f1 = 0,10
Friction between pipe and drilling fluid	:	f2 = 0,000050 N/mm <sup>2</sup>
Friction coefficient pipe / soil	:	f3 = 0,20

### 5.2 Buoyancy Control

The friction between soil and pipe is partially caused by buoyancy of the pipeline in the drilling fluid. Uplift forces resulting from buoyancy can be neutralized by filling the pipeline. The optimal volume of fluid placed in the pipe provides the most advantageous distribution of buoyant forces.

Buoyancy of the pipeline when filled with fluid for 0%

Uplift forces	:	353	[kg/m]
Weight of pipeline (including filling)	:	100	[kg/m]
		-----	
Result	:	252	[kg/m] (Pipeline moves upwards)

### 5.3 Calculation Pulling Force

During the pullback operation the pipe experiences friction which is based on:

- friction between pipe and pipe-roller (f1 = 0,10 )
- friction between pipe and drilling fluid (f2 = 0,000050 [N/mm<sup>2</sup>] )
- friction between pipe and soil (f3 = 0,20 )

Due to the friction a pulling force is induced in the pipeline.  
The pulling direction of the product pipe is from right to left.

This calculation takes into account that the length of the pipe on the rollers decreases while pulling back the pipeline. During the pull back operation the bore hole is supposed to be stable.

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T1	0	68
T2	45	91
T3	111	139

---

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T4	575	403
T5	641	467
T6	686	491

The calculated values for the pulling force are characteristic values (without safety factor). According to article E.1.2.1 of NEN 3650-1:2012 it is recommended to use a total factor for stochastic variation and model uncertainty ( $\gamma$ ) of at least 1.4 for the stress analysis. In the pipe stress analysis (next chapter), a factor of 1,80 is used and a load factor of 1,00.

## 6 Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1

### 6.1 Material Data of Pipe 1: pipe nr. 1

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 686 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm <sup>2</sup>
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm <sup>2</sup>
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm <sup>2</sup>
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm <sup>2</sup>
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 50 kN/m <sup>2</sup>
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m <sup>2</sup>
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 105187 kN/m <sup>3</sup>
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 248,114 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

### 6.2 Results Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 28,7 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

#### 6.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 1,18 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	1,46	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

In this load combination the tangential stress is negligible.

### 6.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,87 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A = 8,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 9,12 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

Load  $q_r$  on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \Lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$$\Lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 2,8E-3 \text{ 1/mm}$$

$$q_r = 0,0094 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

### 6.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

### 6.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 0,20 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 6,39 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 4,37 \text{ N/mm}^2$$

### 6.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Maximum axial stress $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,20	N/mm <sup>2</sup>
Tangential stress:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	6,39	N/mm <sup>2</sup>
Rerounding factor $F_{rr}$	=	1,000	
Rerounding factor $F'_{rr}$	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximum tangential stress $\text{Sigma}_{t,max}$	=	4,37	N/mm <sup>2</sup>

### 6.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 1: pipe nr. 1

Load combination 1

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

Load combination 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 3

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

Load combination 4

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

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm <sup>2</sup> ]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
$\text{Sigma}_{ptest}$	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
$\text{Sigma}_{py}$	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
$\text{Sigma}_{axial}$	10,00 (short)	1,46	9,12	-	-	-
$\text{Sigma}_{axial}$	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (short)	-	0,36	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (long)	-	-	-	4,37	4,37

Stresses in pipeline [N/mm<sup>2</sup>]

The deflection of the pipeline is 8,8 mm (2,80% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

### 6.4 Check for Implosion of Pipe 1: pipe nr. 1

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 283 kN/m<sup>2</sup>, this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m<sup>2</sup>.

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 203 kN/m<sup>2</sup>, this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m<sup>2</sup>.

## 7 Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2

### 7.1 Material Data of Pipe 2: pipe nr. 2

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 686 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm <sup>2</sup>
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm <sup>2</sup>
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm <sup>2</sup>
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm <sup>2</sup>
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 50 kN/m <sup>2</sup>
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m <sup>2</sup>
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 105187 kN/m <sup>3</sup>
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 248,114 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

### 7.2 Results Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 28,7 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

#### 7.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 1,18 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximum axial stress $\sigma_{a,max}$	=	1,46	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

In this load combination the tangential stress is negligible.

### 7.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,87	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	8,56	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Maximum axial stress $\sigma_{a,max}$	=	9,12	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

Tangential stress:

Load  $q_r$  on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	2,8E-3	1/mm
---	---	--------	------

$q_r$	=	0,0094	N/mm <sup>2</sup>
-------	---	--------	-------------------

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,55	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Maximum tangential stress $\sigma_{t,max}$	=	0,36	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

### 7.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

### 7.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,31	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Maximum axial stress $\sigma_{a,max}$	=	0,20	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

Tangential stress:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	6,39	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

Maximum tangential stress $\sigma_{t,max}$	=	4,37	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

### 7.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,31	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Due to internal pressure :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------



$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Maximum axial stress $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,20	N/mm <sup>2</sup>
Tangential stress:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	6,39	N/mm <sup>2</sup>
Rerounding factor $F_{rr}$	=	1,000	
Rerounding factor $F'_{rr}$	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximum tangential stress $\text{Sigma}_{t,max}$	=	4,37	N/mm <sup>2</sup>

### 7.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 2: pipe nr. 2

Load combination 1

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

Load combination 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 3

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

Load combination 4

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

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm <sup>2</sup> ]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
$\text{Sigma}_{ptest}$	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
$\text{Sigma}_{py}$	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
$\text{Sigma}_{axial}$	10,00 (short)	1,46	9,12	-	-	-
$\text{Sigma}_{axial}$	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (short)	-	0,36	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (long)	-	-	-	4,37	4,37

Stresses in pipeline [N/mm<sup>2</sup>]

The deflection of the pipeline is 8,8 mm (2,80% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

### 7.4 Check for Implosion of Pipe 2: pipe nr. 2

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 283 kN/m<sup>2</sup>, this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m<sup>2</sup>.

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 203 kN/m<sup>2</sup>, this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m<sup>2</sup>.

## 8 Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3

### 8.1 Material Data of Pipe 3: pipe nr. 3

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 686 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm <sup>2</sup>
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm <sup>2</sup>
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm <sup>2</sup>
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm <sup>2</sup>
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 50 kN/m <sup>2</sup>
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m <sup>2</sup>
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 105187 kN/m <sup>3</sup>
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 248,114 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

### 8.2 Results Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 28,7 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

#### 8.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 1,18 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	1,46	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

In this load combination the tangential stress is negligible.

### 8.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,87 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A = 8,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 9,12 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

Load  $q_r$  on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \Lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$$\Lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 2,8E-3 \text{ 1/mm}$$

$$q_r = 0,0094 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

### 8.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

### 8.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 0,20 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 6,39 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 4,37 \text{ N/mm}^2$$

### 8.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Maximum axial stress $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,20	N/mm <sup>2</sup>
Tangential stress:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	6,39	N/mm <sup>2</sup>
Rerounding factor $F_{rr}$	=	1,000	
Rerounding factor $F'_{rr}$	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximum tangential stress $\text{Sigma}_{t,max}$	=	4,37	N/mm <sup>2</sup>

### 8.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 3: pipe nr. 3

Load combination 1

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

Load combination 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 3

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

Load combination 4

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

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm <sup>2</sup> ]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
$\text{Sigma}_{ptest}$	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
$\text{Sigma}_{py}$	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
$\text{Sigma}_{axial}$	10,00 (short)	1,46	9,12	-	-	-
$\text{Sigma}_{axial}$	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (short)	-	0,36	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (long)	-	-	-	4,37	4,37

Stresses in pipeline [N/mm<sup>2</sup>]

The deflection of the pipeline is 8,8 mm (2,80% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

### 8.4 Check for Implosion of Pipe 3: pipe nr. 3

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 283 kN/m<sup>2</sup>, this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m<sup>2</sup>.

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 203 kN/m<sup>2</sup>, this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m<sup>2</sup>.

## 9 Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4

### 9.1 Material Data of Pipe 4: pipe nr. 4

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 686 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm <sup>2</sup>
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm <sup>2</sup>
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm <sup>2</sup>
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm <sup>2</sup>
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 50 kN/m <sup>2</sup>
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m <sup>2</sup>
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 105187 kN/m <sup>3</sup>
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 248,114 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

### 9.2 Results Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 28,7 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

#### 9.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 1,18 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	1,46	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

In this load combination the tangential stress is negligible.

### 9.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$\Sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,87	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	8,56	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	9,12	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

Tangential stress:

Load  $q_r$  on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	2,8E-3	1/mm
---	---	--------	------

$q_r$	=	0,0094	N/mm <sup>2</sup>
-------	---	--------	-------------------

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,55	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Maximum tangential stress $\Sigma_{t,max}$	=	0,36	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

### 9.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

### 9.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$\Sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,31	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	0,20	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

Tangential stress:

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	6,39	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

Maximum tangential stress $\Sigma_{t,max}$	=	4,37	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

### 9.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$\Sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,31	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Due to internal pressure :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Maximum axial stress $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,20	N/mm <sup>2</sup>
Tangential stress:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	6,39	N/mm <sup>2</sup>
Rerounding factor $F_{rr}$	=	1,000	
Rerounding factor $F'_{rr}$	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximum tangential stress $\text{Sigma}_{t,max}$	=	4,37	N/mm <sup>2</sup>

### 9.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 4: pipe nr. 4

Load combination 1

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

Load combination 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 3

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

Load combination 4

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

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm <sup>2</sup> ]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
$\text{Sigma}_{ptest}$	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
$\text{Sigma}_{py}$	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
$\text{Sigma}_{axial}$	10,00 (short)	1,46	9,12	-	-	-
$\text{Sigma}_{axial}$	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (short)	-	0,36	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (long)	-	-	-	4,37	4,37

Stresses in pipeline [N/mm<sup>2</sup>]

The deflection of the pipeline is 8,8 mm (2,80% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

### 9.4 Check for Implosion of Pipe 4: pipe nr. 4

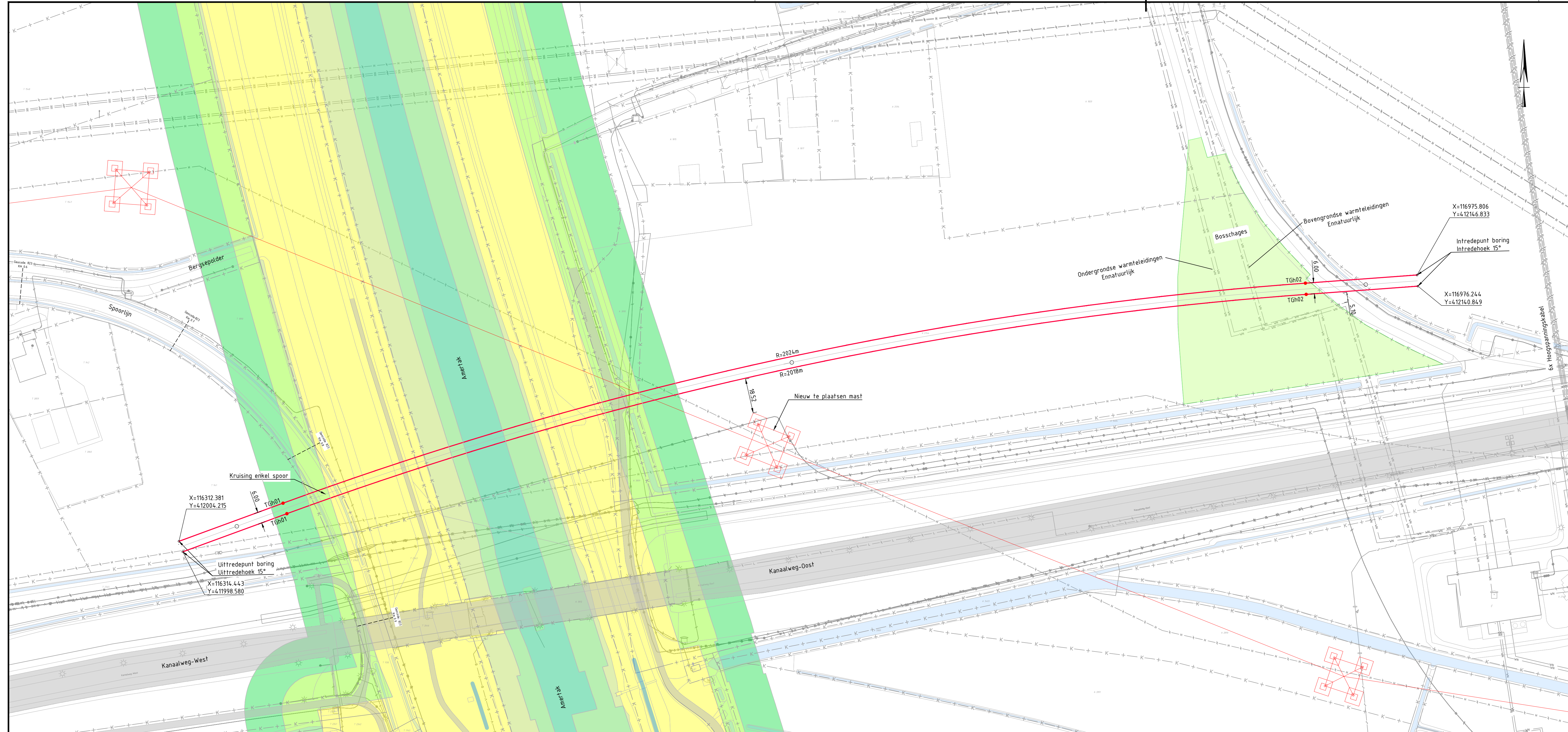
During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 283 kN/m<sup>2</sup>, this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m<sup>2</sup>.



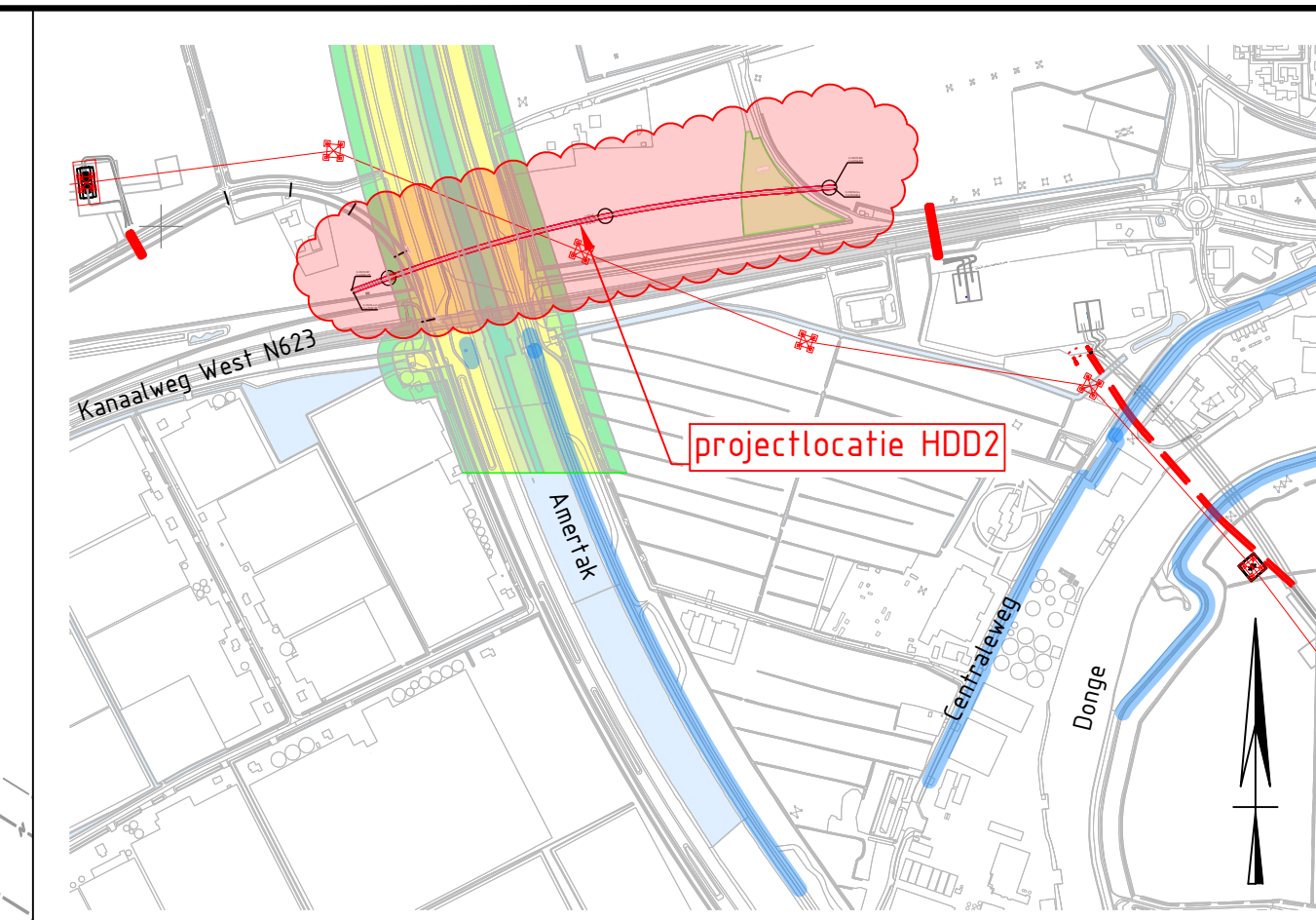
In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 203 kN/m<sup>2</sup>, this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m<sup>2</sup>.

**End of Report**

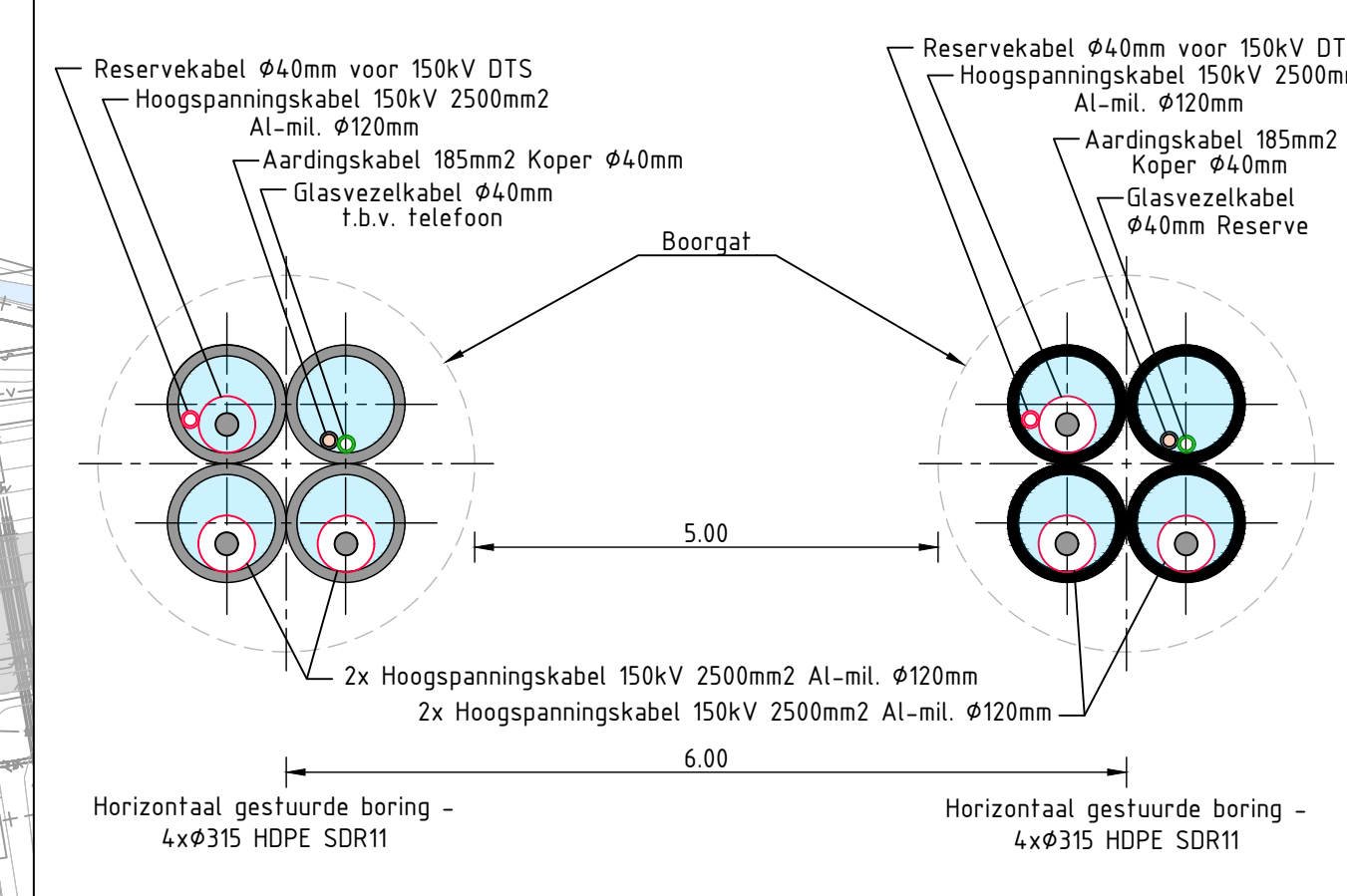




Bovenaanzicht Schaal 1:1000



Overzicht Schaal 1:10.000



Principe doorsnede Schaal 1:20

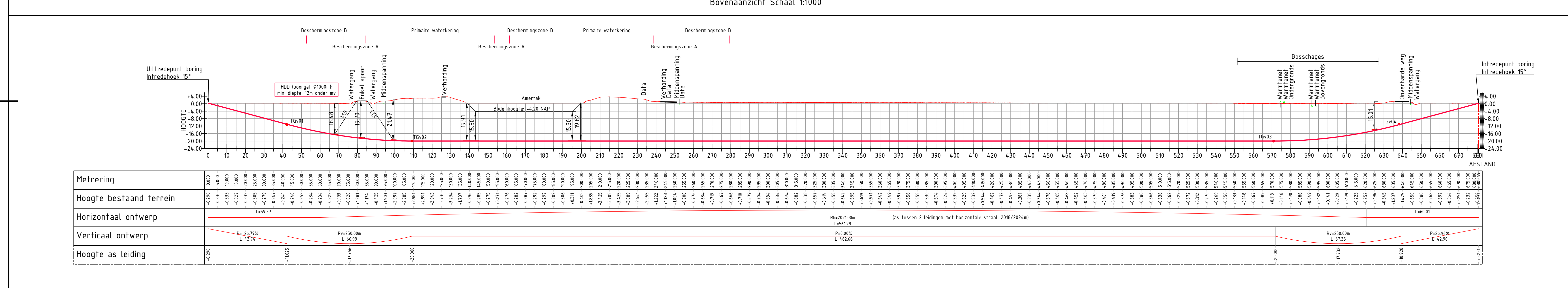
- Kadastrale grens
  - Leiding gevaarlijke inhoud
  - Datatransport
  - Landelijk hoogspanningsnet
  - Laagspanning
  - Middenspanning
  - Gasleiding hoge druk
  - Gasleiding lage druk
  - Waterteiding
  - Drukriolering
  - Riolering vrijverval
  - Horizontaal gestuurde boring (HDD)
  - Verharding (asfalt)
  - Bestaande topo
  - Bebouwing
  - Bosschage
- 16 Locatie sondering met nummer
  - Primaire waterkering Waterschap Brabantse Delta
  - Beschermingszone A
  - Beschermingszone B

Vergunningstekening

E	Aanvulling Principe doorsnede uit tekening: 002-678SDN-380kV-8 (Stuifdoorsnede 150/380kV ZW380)	10-04-2024	BB	MJ	JD
D	T.b.v. vergunningaanvraag II	20-04-2022	BB	MJ	JD
C	T.b.v. vergunningaanvraag	14-04-2022	JPR	MJ	JD
B	Nieuwe locatie HDD's	25-02-2022	BB	MJ	JD
A	Eerste uitgave	17-01-2020	NJ	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Gel.	Gec.	Goedg.

**TenneT TSO B.V.**  
 Project: **HDD's 150 kV ZWO**  
 Ondoel: **GTB-HDD1**  
 Kruising Amertak

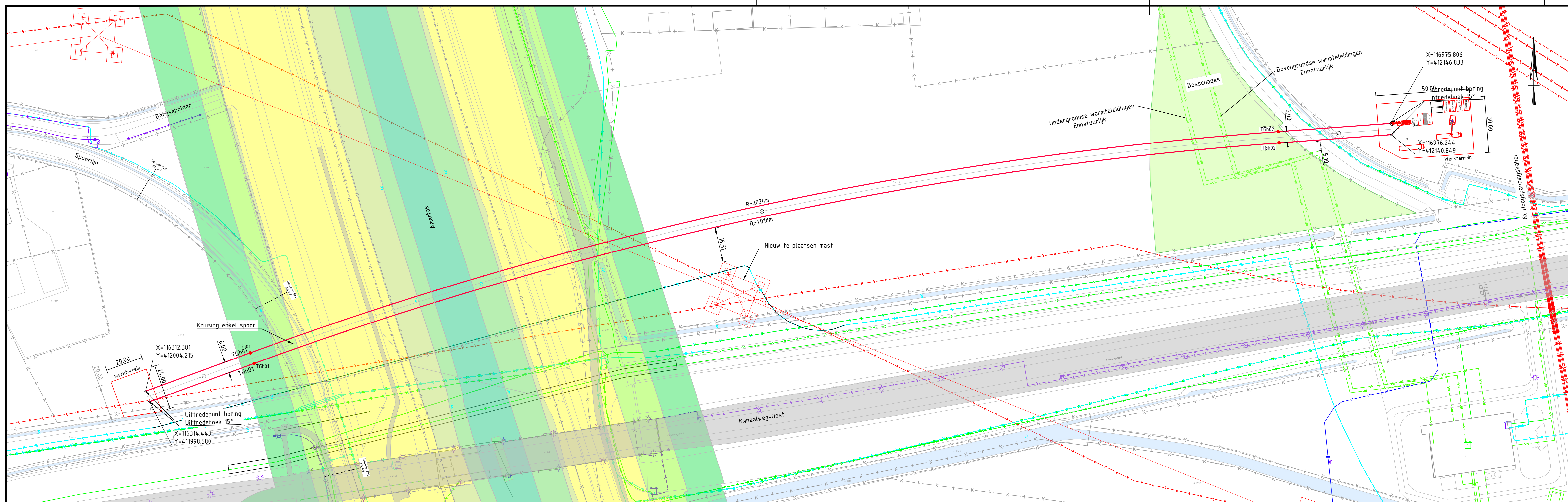
Projectnummer	Tekeningnummer	Verse	Datum van uitgifte	Ontwerpfase	Contractnummer
368722	GTB-HDD1	E	10-04-2024	DO	
Bld	Van	Schaal	Karoor	Gel.	Gec.
1	2	Zie tekening	De Bilt	BB	MJ



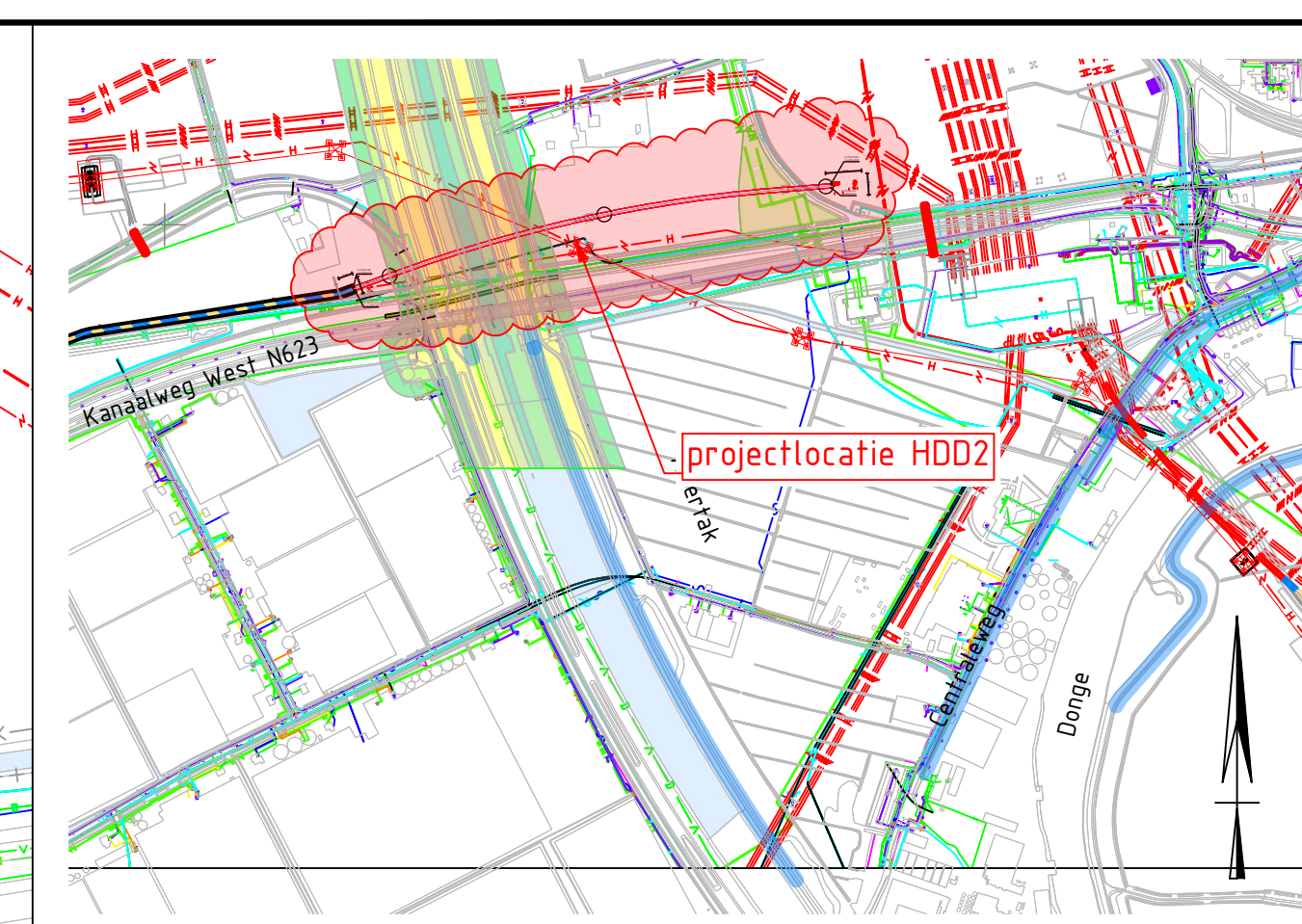
Lengteprofiel schaal 1:1000

<b>Metreering</b>	0.000 -0.276 -0.239 -0.200 -0.161 -0.122 -0.083 -0.044 -0.005 0.034 0.073 0.112 0.151 0.190 0.229 0.268 0.307 0.346 0.385 0.424 0.463 0.502 0.541 0.580 0.619 0.658 0.697 0.736 0.775 0.814 0.853 0.892 0.931 0.970 1.009 1.048 1.087 1.126 1.165 1.204 1.243 1.282 1.321 1.360 1.399 1.438 1.477 1.516 1.555 1.594 1.633 1.672 1.711 1.750 1.789 1.828 1.867 1.906 1.945 1.984 2.023 2.062 2.101 2.140 2.179 2.218 2.257 2.296 2.335 2.374 2.413 2.452 2.491 2.530 2.569 2.608 2.647 2.686 2.725 2.764 2.803 2.842 2.881 2.920 2.959 2.998 3.037 3.076 3.115 3.154 3.193 3.232 3.271 3.310 3.349 3.388 3.427 3.466 3.505 3.544 3.583 3.622 3.661 3.700 3.739 3.778 3.817 3.856 3.895 3.934 3.973 4.012 4.051 4.090 4.129 4.168 4.207 4.246 4.285 4.324 4.363 4.402 4.441 4.480 4.519 4.558 4.597 4.636 4.675 4.714 4.753 4.792 4.831 4.870 4.909 4.948 4.987 5.026 5.065 5.104 5.143 5.182 5.221 5.260 5.299 5.338 5.377 5.416 5.455 5.494 5.533 5.572 5.611 5.650 5.689 5.728 5.767 5.806 5.845 5.884 5.923 5.962 6.001 6.040 6.079 6.118 6.157 6.196 6.235 6.274 6.313 6.352 6.391 6.430 6.469 6.508 6.547 6.586 6.625 6.664 6.703 6.742 6.781 6.820 6.859 6.898 6.937 6.976 7.015 7.054 7.093 7.132 7.171 7.210 7.249 7.288 7.327 7.366 7.405 7.444 7.483 7.522 7.561 7.600 7.639 7.678 7.717 7.756 7.795 7.834 7.873 7.912 7.951 7.990 8.029 8.068 8.107 8.146 8.185 8.224 8.263 8.302 8.341 8.380 8.419 8.458 8.497 8.536 8.575 8.614 8.653 8.692 8.731 8.770 8.809 8.848 8.887 8.926 8.965 9.004 9.043 9.082 9.121 9.160 9.199 9.238 9.277 9.316 9.355 9.394 9.433 9.472 9.511 9.550 9.589 9.628 9.667 9.706 9.745 9.784 9.823 9.862 9.901 9.940 9.979 10.018 10.057 10.096 10.135 10.174 10.213 10.252 10.291 10.330 10.369 10.408 10.447 10.486 10.525 10.564 10.603 10.642 10.681 10.720 10.759 10.798 10.837 10.876 10.915 10.954 10.993 11.032 11.071 11.110 11.149 11.188 11.227 11.266 11.305 11.344 11.383 11.422 11.461 11.500 11.539 11.578 11.617 11.656 11.695 11.734 11.773 11.812 11.851 11.890 11.929 11.968 12.007 12.046 12.085 12.124 12.163 12.202 12.241 12.280 12.319 12.358 12.397 12.436 12.475 12.514 12.553 12.592 12.631 12.670 12.709 12.748 12.787 12.826 12.865 12.904 12.943 12.982 13.021 13.060 13.099 13.138 13.177 13.216 13.255 13.294 13.333 13.372 13.411 13.450 13.489 13.528 13.567 13.606 13.645 13.684 13.723 13.762 13.801 13.840 13.879 13.918 13.957 13.996 14.035 14.074 14.113 14.152 14.191 14.230 14.269 14.308 14.347 14.386 14.425 14.464 14.503 14.542 14.581 14.620 14.659 14.698 14.737 14.776 14.815 14.854 14.893 14.932 14.971 15.010 15.049 15.088 15.127 15.166 15.205 15.244 15.283 15.322 15.361 15.400 15.439 15.478 15.517 15.556 15.595 15.634 15.673 15.712 15.751 15.790 15.829 15.868 15.907 15.946 15.985 16.024 16.063 16.102 16.141 16.180 16.219 16.258 16.297 16.336 16.375 16.414 16.453 16.492 16.531 16.570 16.609 16.648 16.687 16.726 16.765 16.804 16.843 16.882 16.921 16.960 16.999 17.038 17.077 17.116 17.155 17.194 17.233 17.272 17.311 17.350 17.389 17.428 17.467 17.506 17.545 17.584 17.623 17.662 17.701 17.740 17.779 17.818 17.857 17.896 17.935 17.974 18.013 18.052 18.091 18.130 18.169 18.208 18.247 18.286 18.325 18.364 18.403 18.442 18.481 18.520 18.559 18.598 18.637 18.676 18.715 18.754 18.793 18.832 18.871 18.910 18.949 18.988 19.027 19.066 19.105 19.144 19.183 19.222 19.261 19.300 19.339 19.378 19.417 19.456 19.495 19.534 19.573 19.612 19.651 19.690 19.729 19.768 19.807 19.846 19.885 19.924 19.963 19.999 20.038 20.077 20.116 20.155 20.194 20.233 20.272 20.311 20.350 20.389 20.428 20.467 20.506 20.545 20.584 20.623 20.662 20.701 20.740 20.779 20.818 20.857 20.896 20.935 20.974 21.013 21.052 21.091 21.130 21.169 21.208 21.247 21.286 21.325 21.364 21.403 21.442 21.481 21.520 21.559 21.598 21.637 21.676 21.715 21.754 21.793 21.832 21.871 21.910 21.949 21.988 22.027 22.066 22.105 22.144 22.183 22.222 22.261 22.300 22.339 22.378 22.417 22.456 22.495 22.534 22.573 22.612 22.651 22.690 22.729 22.768 22.807 22.846 22.885 22.924 22.963 22.999 23.038 23.077 23.116 23.155 23.194 23.233 23.272 23.311 23.350 23.389 23.428 23.467 23.506 23.545 23.584 23.623 23.662 23.701 23.740 23.779 23.818 23.857 23.896 23.935 23.974 24.013 24.052 24.091 24.130 24.169 24.208 24.247 24.286 24.325 24.364 24.403 24.442 24.481 24.520 24.559 24.598 24.637 24.676 24.715 24.754 24.793 24.832 24.871 24.910 24.949 24.988 25.027 25.066 25.105 25.144 25.183 25.222 25.261 25.300 25.339 25.378 25.417 25.456 25.495 25.534 25.573 25.612 25.651 25.690 25.729 25.768 25.807 25.846 25.885 25.924 25.963 26.002 26.041 26.080 26.119 26.158 26.197 26.236 26.275 26.314 26.353 26.392 26.431 26.470 26.509 26.548 26.587 26.626 26.665 26.704 26.743 26.782 26.821 26.860 26.899 26.938 26.977 27.016 27.055 27.094 27.133 27.172 27.211 27.250 27.289 27.328 27.367 27.406 27.445 27.484 27.523 27.562 27.601 27.640 27.679 27.718 27.757 27.796 27.835 27.874 27.913 27.952 27.991 28.030 28.069 28.108 28.147 28.186 28.225 28.264 28.303 28.342 28.381 28.420 28.459 28.498 28.537 28.576 28.615 28.654 28.693 28.732 28.771 28.810 28.849 28.888 28.927 28.966 29.005 29.044 29.083 29.122 29.161 29.200 29.239 29.278 29.317 29.356 29.395 29.434 29.473 29.512 29.551 29.590 29.629 29.668 29.707 29.746 29.785 29.824 29.863 29.902 29.941 29.980 30.019 30.058 30.097 30.136 30.175 30.214 30.253 30.292 30.331 30.370 30.409 30.448 30.487 30.526 30.565 30.604 30.643 30.682 30.721 30.760 30.799 30.838 30.877 30.916 30.955 30.994 31.033 31.072 31.111 31.150 31.189 31.228 31.267 31.306 31.345 31.384 31.423 31.462 31.501 31.540 31.579 31.618 31.657 31.696 31.735 31.774 31.813 31.852 31.891 31.930 31.969 32.008 32.047 32.086 32.125 32.164 32.203 32.242 32.281 32.320 32.359 32.398 32.437 32.476 32.515 32.554 32.593 32.632 32.671 32.710 32.749 32.788 32.827 32.866 32.905 32.944 32.983 33.022 33.061 33.100 33.139 33.178 33.217 33.256 33.295 33.334 33.373 33.412 33.451 33.490 33.529 33.568 33.607 33.646 33.685 33.724 33.763 33.802 33.841 33.880 33.919 33.958 33.997 34.036 34.075 34.114 34.153 34.192 34.231 34.270 34.309 34.348 34.387 34.426 34.465 34.504 34.543 34.582 34.621 34.660 34.699 34.738 34.777 34.816 34.855 34.894 34.933 34.972 35.011 35.050 35.089 35.128 35.167 35.206 35.245 35.284 35.323 35.362 35.401 35.440 35.479 35.518 35.557 35.596 35.635 35.674 35.713 35.752 35.791 35.830 35.869 35.908 35.947 35.986 36.025 36.064 36.103 36.142 36.181 36.220 36.259 36.298 36.337 36.376 36.415 36.454 36.493 36.532 36.571 36.610 36.649 36.688 36.727 36.766 36.805 36.844 36.883 36.922 36.961 36.999 37.038 37.077 37.116 37.155 37.194 37.233 37.272 37.311 37.350 37.389 37.428 37.467 37.506 37.545 37.584 37.623 37.662 37.701 37.740 37.779 37.818 37.857 37.896 37.935 37.974 38.013 38.052 38.091 38.130 38.169 38.208 38.247 38.286 38.325 38.364 38.403 38.442 38.481 38.520 38.559 38.598 38.637 38.676 38.715 38.754 38.793 38.832 38.871 38.910 38.949 38.988 39.027 39.066 39.105 39.144 39.183 39.222 39.261 39.300 39.339 39.378 39.417 39.456 39.495 39.534 39.573 39.612 39.651 39.690 39.729 39.768 39.807 39.846 39.885 39.924 39.963 40.002 40.041 40.080 40.119 40.158 40.197 40.236 40.275 40.314 40.353 40.392 40.431 40.470 40.509 40.548 40.587 40.626 40.665 40.704 40.743 40.782 40.821 40.860 40.899 40.938 40.977 41.016 41.055 41.094 41.133 41.172 41.211 41.250 41.289 41.328 41.367 41.406 41.445 41.484 41.523 41.562 41.601 41.640 41.679 41.718 41.757 41.796 41.835 41.874 41.913 41.952 41.991 42.030 42.069 42.108 42.147 42.186 42.225 42.264 42.303 42.342 42.381 42.420 42.459 42.498 42.537 42.576 42.615 42.654 42.693 42.732 42.771 42.810 42.849 42.888 42.927 42.966 43.005 43.044 43.083 43.122 43.161 43.200 43.239 43.278 43.317 43.356 43.395 43.434 43.473 43.512 43.551 43.590 43.629 43.668 43.707 43.746 43.785 43.824 43.863 43.902 43.941 43.980 44.019 44.058 44.097 44.136 44.175 44.214 44.253 44.292 44.331 44.370 44.409 44.448 44.487 44.526 44.565 44.604 44.643 44.682 44.721 44.760 44.799 44.838 44.877 44.916 44.955 44.994 45.033 45.072 45.111 45.150 45.189 45.228 45.267 45.306 45.345 45.384 45.423 45.462 45.501 45.540 45.579 45.618 45.657 45.696 45.735 45.774 45.813 45.852 45.891 45.930 45.969 46.008 46.047 46.086 46.125 46.164 46.203 46.242 46.281 46.320 46.359 46.398 46.437 46.476 46.515 46.554 46.593 46.632 46.671 46.710 46.749 46.788 46.827 46.866 46.905 46.944 46.983 47.022 47.061 47.100 47.139 47.178 47.217 47.256 47.295 47.334 47.373 47.412 47.451 47.490 47.529 47.568 47.607 47.646 47.685 47.724 47.763 47.802 47.841 47.880 47.919 47.958 47.997 48.036 48.075 48.114 48.153 48.192 48.231 48.270 48.309 48.348 48.387 48.426 48.465 48.504 48.543 48.582 48.621 48.660 48.699 48.738 48.777 48.816 48.855 48.894 48.933 48.972 49.011 49.050 49.089 49.128 49.167 49.206 49.245 49.284 49.323 49.362 49.401 49.440 49.479 49.518 49.557 49.596 49.635 49.674 49.713 49.752 49.791 49.830 49.869 49.908 49.947 49.986 50.025 50.064 50.103 50.142 50.181 50.220 50.259 50.298 50.337
-------------------	---

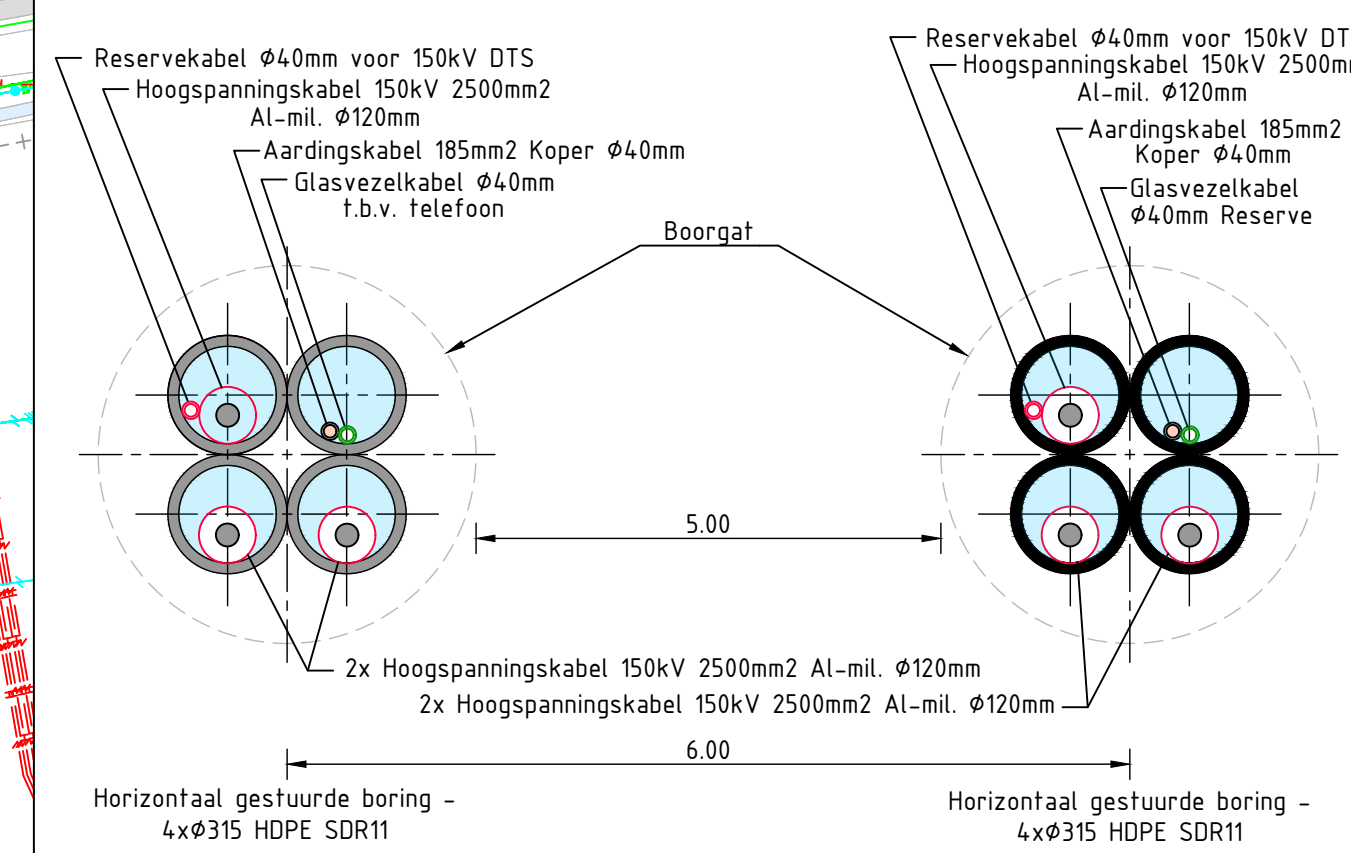




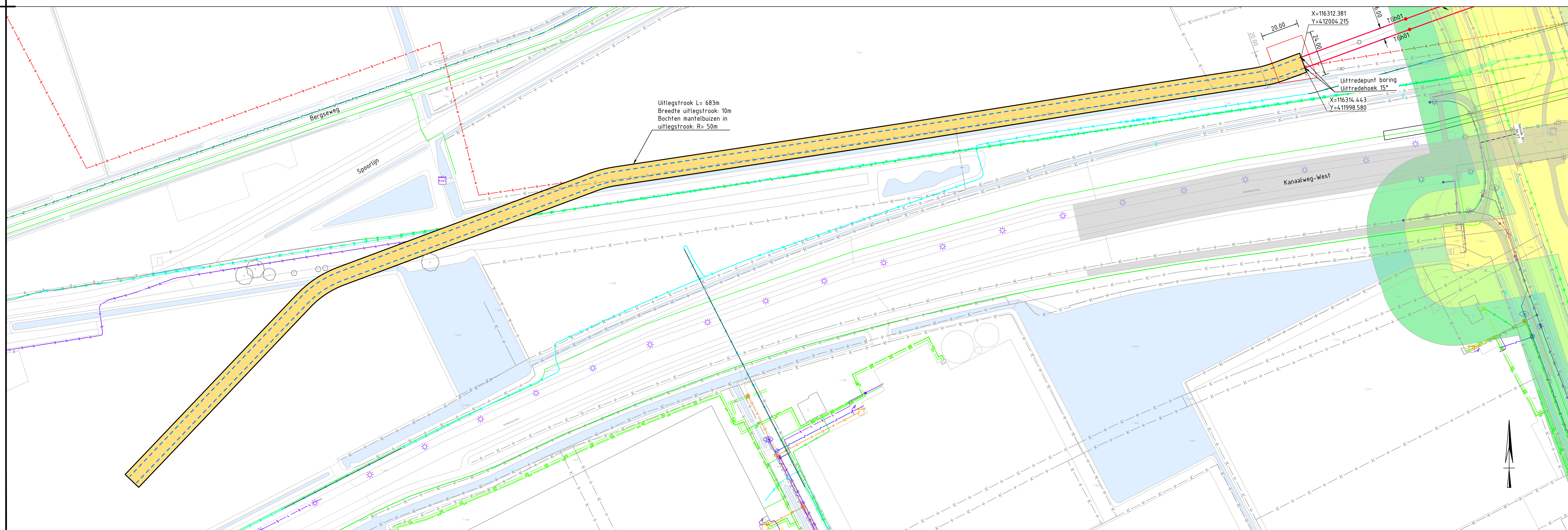
Bovenaanzicht schaal 1:1000



Overzicht Schaal 1:10.000



Principe doorsnede Schaal 1:20



Bovenaanzicht uitlegstrook schaal 1:1000

---	Kadastrale grens	■	Primaire waterkering Waterschap Brabantse Delta
---	Leiding gevaarlijke inhoud	■	Beschermingszone A
---	Datatransport	■	Beschermingszone B
---	Landelijk hoogspanningsnet		
---	Laagspanning		
---	Middenspanning		
---	Gasleiding hoge druk		
---	Gasleiding lage druk		
---	Waterleiding		
---	Drukriolering		
---	Riolering vrijverval		
---	Horizontaal gestuurde boring (HDD)		
---	Verharding (asfalt)		
---	Bestaande topo		
---	Bebouwing		
---	Leidingsstrook		
---	Verharding/wegen		
●	Locatie sondering met nummer		

Vergunningstekening

E	Aanvulling Principe doorsnede uit teken: 002.678SDN-380X1-8 (Stuifdoorsnede 150/380xV ZV380)	10-04-2024	BB	MJ	JD
D	T.b.v. vergunningaanvraag	20-04-2022	BB	MJ	JD
C	T.b.v. vergunningaanvraag	14-04-2022	JPR	MJ	JD
B	Aanpassingen op werktekenen	07-03-2022	BB	MJ	JD
A	Eerste uitgave	17-01-2020	NJ	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Get.	Get.	Goedg.

TenneT TSO B.V.  
 Project  
 HDD's 150 kV ZWO  
 Onderdeel  
 GTB-HDD1  
 Kruising Amertak

Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum van uitgifte	Ontwerpfase	Contractnummer
368722	GTB-HDD1	E	10-04-2024	Definitief ontwerp	
Bld	Van	Schaal	Formaat	Kantoor	Get. Gec. Goedg.
2	2	Zie tekening	A1	De Bilt	BB MJ JD