



## Boorplan Horizontaal Gestuurde Boring t.b.v. aanleg mantelbuis t.p.v. Aijen 21 te Bergen (L)

Opdrachtgever:

**Lomitel**  
telecommunicatie



Project : Horizontaal gestuurde boring Aijen 21 te Bergen (L)

Projectnummer : 21/20031

Locatie : Aijen 21 te Bergen (L)

Opgemaakt : 11-06-2021

Samenstelling :

Kenmerk : 21/05526 – Projectnummer : 21/20031

Opgemaakt door:	Gecontroleerd:	Status document:	Versie
		Ter Goedkeuring	01



## Inhoudsopgave

<b>GEGEVENS BETREFFENDE BORING .....</b>	<b>3</b>
<b>INLEIDING.....</b>	<b>4</b>
<b>1 PROJECTOMSCHRIJVING.....</b>	<b>5</b>
1.1 LOCATIE.....	5
1.2 OMVANG EN INDELING WERKTERREIN .....	5
1.3 OVERZICHT BORING.....	5
1.4 GRONDONDERZOEK.....	6
<b>2 WERKOMSCHRIJVING .....</b>	<b>7</b>
2.1 ALGEMENE WERKOMSCHRIJVING .....	7
2.2 TE DOORLOPEN STAPPEN VÓÓR DE UITVOERING.....	7
2.3 TE DOORLOPEN STAPPEN TIJDENS DE UITVOERING .....	7
2.4 TE DOORLOPEN STAPPEN NA DE UITVOERING .....	8
2.5 PERSONEELSBEZETTING BORING .....	8
2.6 IN TE ZETTEN BOORMATERIEEL .....	8
2.7 KWALITEIT EN KEURING VAN DE TOEGEPASTE MATERIALEN.....	9
2.8 UITVOERINGSTECHNISCHE RISICO'S.....	9
2.9 REGISTRATIE BOORGEGEVENS .....	10
2.10 TOELAATBARE AFWIJINGEN BORING .....	10
2.11 BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN .....	10
2.12 PLANNING .....	11
<b>3 STERKTE- EN BOORspoeldrukBEREKENINGEN .....</b>	<b>12</b>
3.1 DE THEORETISCHE TREKKRACHT .....	12
3.2 DE TOELAATBARE VLOEISTOFDRUK.....	12
3.3 DE TOELAATBARE TREKSTERKTE .....	12

## Bijlagen

1. Tekeningen
2. Luchtfoto's boorlocaties
3. Grondonderzoek
4. Sterkte- en boorspoeldrukberoeeningen
5. Certificaat bentoniet
6. Logboek (registratieformulier boorgegevens)
7. Afwijkingen Richtlijn Boortechnieken (Juni 2019-v1.0)
8. Drill Control Rapportage ontwerp boring



## Gegevens betreffende boring

Opdrachtgever : WML

Hoofdaannemer : Lomitel Zuid B.V.

Gemeente : 6101 XJ Echt

Besteknummer : -

Exacte locatie : Onder Aijen 21 te Bergen (L)

Aanlegmethode : Horizontaal gestuurd boren (HDD)

Projectnummer : 21/20031

Tekeningnummer : 21-20031-01-HD-P-B01

KLIC-nummer : 21O013957

Planning uitvoering : N.t.b. (na goedkeuring vergunningaanvraag)

Aantal boringen : 1 stuks

Lengte boring : ca. 104 m<sup>1</sup>.

Materiaal/diameter buis : HDPE buis met 1x Ø 110 mm PE100 SDR 11  
t.b.v. waterleiding

Ruimer(s) : Conisch/Flycutter Ø 160 mm.

Revisie beheer : .....



## Inleiding

Voor de aanleg van ondergrondse netwerken bestaande uit kabels en leidingen worden horizontaal gestuurde boringen uitgevoerd. Deze techniek wordt gebruikt wanneer bovengrondse aanleg niet haalbaar of rendabel is. Met deze techniek is het mogelijk om ondergrondse netwerken aan te leggen en daarbij watergangen, wegen en andere infrastructurele objecten te kruisen. Tevens beperkt men de hinder bovengronds tot een minimum.

Hieronder een korte algemene beschrijving van een horizontaal gestuurde boring zoals deze worden uitgevoerd door Holland Drilling B.V.

De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring is opgebouwd uit drie fasen en wordt altijd vanaf het maaiveld uitgevoerd.

Fase 1 is het maken van een pilotboring volgens het ontworpen traject. Deze boring wordt uitgevoerd vanaf het maaiveld en start in een vooraf gegraven boorgat. De pilotboring is onder te verdelen in 5 trajecten, het neergaande rechte traject, de neergaande bocht gevolgd door een rechtstand, een opgaande bocht en als laatste een rechtstand tot aan het uittredepunt. Tijdens de pilotboring wordt de boorkop gevolgd met een meetsysteem. Dit meetsysteem kan de positie bepalen van de boorkop en zijn positie doorgeven aan de boormeester. Deze kan aan de hand van deze gegevens de positie aanpassen van de boorkop. Tevens worden de boorspoeldrukken tijdens de 3 fasen geregistreerd.

Fase 2 is het ruimen van de boorgang. Bij het uittredepunt wordt aan de boorstang een ruimer bevestigd die het boorgat op de gewenste grootte brengt. Het ruimen kan enkele malen herhaald worden indien dit nodig is. De keuze van de soort ruimer is sterk afhankelijk van de plaatselijke grondslag.

Fase 3 is het intrekken van de productleiding. Achter de ruimer wordt een swivel bevestigd met daaraan de trekkop en daar weer aan de in te trekken leidingen. De swivel zorgt ervoor dat de productleiding niet meedraait met de boorstang tijdens het intrekken. Als de productleiding is ingetrokken dan is de horizontaal gestuurde boring voltooid.

Voor het betreffende project zal na eventuele gunning en voorafgaand aan de uitvoering van de horizontaal gestuurde boring een op het project toegesneden omschrijving inclusief de benodigde sterkte- en muddrukberoekeningen, boorplan worden opgesteld.

Bij het rapport wordt een tekening toegevoegd waarmee de horizontaal gestuurde boring ruimtelijk inzichtelijk worden gemaakt. Het rapport met de tekeningen verschaft de vergunning verlenende instanties, opdrachtgever en boormeesters de benodigde gegevens van de horizontaal gestuurde boring. Na goedkeuring van dit rapport wordt een begin gemaakt met het daadwerkelijk uitvoeren van een horizontaal gestuurd boring.



## **1 Projectomschrijving**

Lomitel Zuid B.V. heeft Holland Drilling B.V. opdracht gegeven voor de engineering van een gestuurde boring ten behoeve van het aanleggen van een mantelbuis onder de dijk t.p.v. Aijen 21 te Bergen (L). Deze boring zal worden uitgevoerd door middel van de Horizontal Directional Drilling (HDD) methode en zal worden uitgevoerd door Holland Drilling B.V.

Ten grondslag aan deze projectomschrijving liggen:

- Tekening/ondergrond GBKN.
- Tekening 21-20031-01-HD-P-B01.
- Geotechnisch onderzoek
- .

Het doel van dit boorplan is om inzicht te geven in de werkmethode / methode van aanbrengen en om aan te geven hoe de te bereiken kwaliteit wordt gerealiseerd.

Tijdens de uitvoering van de boringen zullen alle vergunningen op het werk aanwezig zijn. Tevens worden de betreffende instanties tijdig ingelicht over het tijdstip van uitvoering.

### **1.1 Locatie**

De boring bevindt zich t.p.v. Aijen 21 te Bergen (L), zoals weergegeven op bijgevoegde tekening(en). Tevens is de dwarsprofiel van de boring terug te vinden in bijlage 1 van dit boorplan.

### **1.2 Omvang en indeling werkterrein**

Voor het realiseren van de boringen wordt van een midi-rig opstelling gebruik gemaakt. Ervaringsgewijs kan met een opstellocatie van 80 m<sup>2</sup> worden volstaan. De benodigde ruimte voor een midi-rig bedraagt bij het intrede punt circa 20 m<sup>2</sup>. Binnen een straal van 30 meter moet er een opstellocatie van circa 50 m<sup>2</sup> zijn, voor de bijhorende werkplaats en mudset. Plaatsing van apparatuur aangepast aan de plaatselijke omstandigheden. Bij het uittredepunt kan worden volstaan met een ruimte van circa 20 m<sup>2</sup> excl. benodigde ruimte voor het uitleggen van de in te brengen leidingen. Zowel in- als uittredepunt dienen goed bereikbaar zijn (zwaar verkeer).

### **1.3 Overzicht boring**

Hieronder een samenvatting van de uit te voeren boring met daarbij aangegeven het boringnummer, locatie, in te voeren materiaal en de lengte.

Tabel 1:

Boringnr.	Locatie omschrijving	Materiaal	Lengte
01	Aijen 21 Bergen	HDPE 1*Ø110mm PE100 SDR 11	104 m <sup>1</sup>



## 1.4 Grondonderzoek

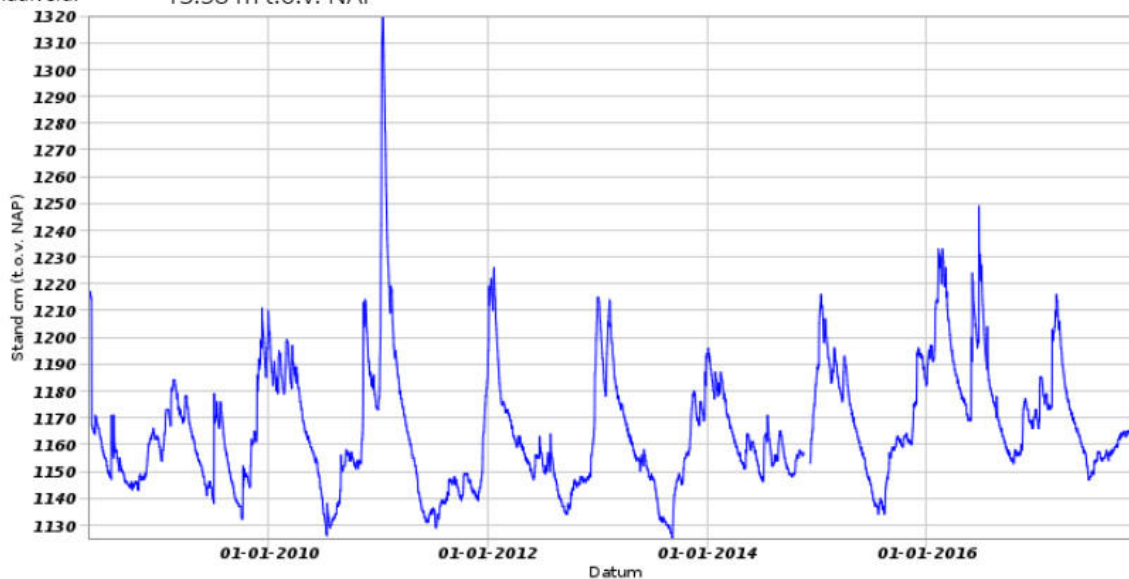
Om tot een goed eindresultaat te komen zonder al te veel complicaties dient er inzicht te bestaan in de samenstelling en het verloop van de grondlagen en de geohydrologische omstandigheden. Ook een belangrijk aspect bij het boren van leidingen is het in kaart brengen van obstakels, want een onverwachte confrontatie daarmee tijdens de uitvoering kan leiden tot langdurige vertragingen en dus tot extra hoge kosten. Het in kaart brengen van obstakels is voor dit boorplan gebeurd door het uitvoeren van een Klic melding.

De samenstelling en eigenschappen van een grondpakket kunnen over zeer korte afstanden variëren, daarom wordt geadviseerd om op een tracé meerdere sonderingen en boringen te verrichten. Aan de hand van de grondgegevens wordt de toe te passen boorspoeldrukken en de plastische zone bepaald. De parameters die benodigd zijn voor de berekeningen zijn gebaseerd op gegevens afkomstig uit het geotechnisch grondonderzoek, welke in de bijlagen zijn toegevoegd.

De resultaten in de bodemprofielen variëren nauwelijks en bestaan boven de 10m NAP hoofdzakelijk uit zandige klei en tussen 4m en 10m NAP uit zwak ziltig zand met matig grind. De sondeerdiagrammen vertonen geen harde lagen (<25MPa). We verwachten derhalve geen grote variaties tijdens het boorproces.

### Grondwaterstanden

Identificatie: B52E3244  
Identificatie buis: B52E3244-001  
Coördinaten: 200590, 399780 (RD)  
Maaiveld: 13.58 m t.o.v. NAP



De grondwaterstand bedraagt ca. 11,60m NAP



## **2 Werkomschrijving**

### **2.1 Algemene werkomschrijving**

De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring bestaat uit drie delen, een pilotboring, één of meerdere ruimgangen en het intrekken van de leidingen. Bij de pilotboring wordt vanaf het intredepunt naar het uittredepunt geboord. In het uittredepunt wordt de ruimer bevestigd en kan het ruimen starten. Eventueel kunnen meteen de in te trekken leidingen meegetrokken worden. Deze worden bevestigd aan een swivel zodat voorkomen wordt dat de leidingen gaan draaien. Indien er meerdere ruimgangen nodig zijn worden bij de laatste ruimgang de leidingen meegetrokken.

### **2.2 Te doorlopen stappen vóór de uitvoering**

Voordat men kan starten met de uitvoering dienen eerst de volgende punten te zijn doorlopen.

- Er dient een bezoek gebracht te worden aan de locatie. Zo kan men de toegankelijkheid bepalen, welke machine er ingezet kan worden, hoe groot het werkterrein moet worden en wat de standplaats wordt van de machine. De standplaats van de machine bepaalt het boorgat voor het intredepunt.
- De bestaande kabels en leidingen dienen opgezocht te worden door middel van een KLIC melding en/ of door het graven van proefsleuven.
- Indien mogelijk dienen de boorgaten klaar te liggen voordat er met boren wordt begonnen.
- De boorploeg is op de hoogte van de gegevens in dit rapport en de situatie ter plaatse door middel van tekeningen en/of eventuele foto's.

### **2.3 Te doorlopen stappen tijdens de uitvoering**

- De werkzaamheden beginnen met het aanvoeren van de boormachine op de boorlocatie.
- Er dient een kick off meeting plaats te vinden waarin de laatste zaken worden besproken omtrent de horizontaal gestuurde boring.
- Waar nodig verkeersmaatregelen treffen volgens de C.R.O.W. richtlijnen.
- Ligging van de kabels en leidingen opzoeken.
- Indien dit nog nodig is het ontgraven van het in- en uittredepunt.
- Het uitvoeren van de pilotboring.
- Tijdens de uitvoering van de pilotboring de boorkop volgen met een walk-over meetsysteem en de wijzigingen noteren op een boorstaat.
- Hoeveelheid te gebruiken bentoniet is afhankelijk van de voortgang van de boring. De boormeester voert hiervoor tijdens het boren metingen uit.
- De druk en hoeveelheid boorspoeling wordt door de boormeester/machinist afgelezen van de meters op de machine. Deze waarden worden genoteerd in een logboek.
- Na de pilotboring het boorgat ruimen met één ruimgang.
- Tijdens de ruimgang de betreffende buis intrekken
- Machine en materiaal opruimen en afvoeren.
- Bentoniet boorspoeling afvoeren.

Indien er zich wijzigingen voordoen waardoor de horizontaal gestuurde boring veranderd ten opzichte van het rapport, wordt dit schriftelijk vastgelegd door de boorploeg.



## 2.4 Te doorlopen stappen na de uitvoering

- De ontwerpafdeling krijgt van de boorploeg de boorgegevens en eventuele wijzigingen retour en verwerkt dit in een revisietekening.
- De opgestelde revisietekening wordt aan de opdrachtgever verstrekt.

## 2.5 Personeelsbezetting boring

Boorploeg HDD	Boormeester	Surveyor	Boorhulp(en)	Overige
Rig 9 tonner	1	1	-	-

## 2.6 In te zetten boormaterieel

### Algemeen

#### Mini-Rig 9 Tonner

- Leverancier: Vermeer D20x22 S3 Navigator
- Gewicht: 4,9 ton inclusief stangen
- Afmeting (LxBxH): 5200x1219x1981 mm
- Rijwerk: Rubberen rupsbanden

### Capaciteiten

- Max. te boren lengte: 300 m
- Max. te boren buisdiameter: Ø 400 mm
- Min. boorstraal: R = 30.1 m
- Materiaal/diameter/lengte boorstang: staal / Ø 48 mm / 3000 mm
- Trekkkracht: 87 kN
- Drukkkracht: 87 kN
- Torque: 260.3 Nm
- Toerental: 257 rpm
- Pompcapaciteit: 94.6 liter/minuut
- Pompdruk: maximaal 69 bar

### Overige gegevens

- Intrede hoek: 12° - 17°
- Uittredehoek: 10° - 20°
- Boorkop: Jet bit with nozzle
- Plaatsbepalingssysteem: Walk Over meetsysteem Sub Site / Radio Detection
- Barrel/conische ruimer Ø 110, 160, 225, 270, 340, 440 mm
- Transport methode: vrachtwagen met aanhanger
- Mudpomp/Mengunit: in vrachtwagen
- Overig transport: evt. bus met haspelwagen en zuigwagen voor afvoer bentonietspoeling.





## **2.7    Kwaliteit en keuring van de toegepaste materialen**

### **HDPE-buizen:**

De toegepaste PE-leiding wordt door Holland Drilling B.V. geleverd en is voorzien van een keurmerk. Het keurmerk wordt door de leverancier van de PE-leiding gegarandeerd en kan indien gewenst geleverd worden. De PE - buis 1x Ø 110 mm zal vanaf het maaiveld vanaf haspel ingetrokken worden.

### **Boorvloeistof:**

De te gebruiken boorvloeistof bestaat uit met water vermengde bentoniet.

De hiervoor te gebruiken bentoniet (Tunnel-gel) zal zijn voorzien van een certificaat.

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden wordt bekeken of de samenstelling van de boorspoeling verder aangepast dient/kan worden aan de lokale bodemopbouw.

Uitgangspunt daarbij is dat een boorspoeling wordt verkregen die voldoende steun geeft aan het boorgat in de plaatselijke ondergrond.

De gemiddelde samenstelling van de boorspoeling bedraagt 50/70 kg bentoniet per 1.000 liter water.

Het soortelijk gewicht van de boorspoeling bedraagt circa 1.150/1.200 kg/m<sup>3</sup> afhankelijk van de omstandigheden.

Aan de hand van de bevindingen tijdens het boorproces kunnen er toeslagstoffen (polymeren) aan de boorspoeling worden toegevoegd. Ten einde een stabiel boorgat te creëren.

De specificatie/certificaten van de toe te passen bentoniet zijn in de bijlagen opgenomen.

Transport van de boorspoeling tijdens het boorproces vindt plaats met vloeistofdichte zuigwagens.

De overtollige boorspoeling zal na afloop van het boorproces worden afgevoerd met vloeistofdichte tankwagens. De uitkomende en evt. gerecyclede grond wordt afhankelijk van de samenstelling zoveel mogelijk in het terrein verwerkt.

## **2.8    Uitvoeringstechnische risico's**

Uit het grondonderzoek blijkt dat de te doorboren grondlagen hoofdzakelijk bestaat uit klei en zand.

Door de keuze van de te gebruiken bentoniet is het risico van instorten van het boorgat nihil. Mocht echter tijdens het boorproces blijken dat de boorspoeling onvoldoende steun aan het boorgat geeft, dan kan de samenstelling van de boorspoeling worden aangepast. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de kennis en ervaring binnen Holland Drilling B.V.

Uit de Klic meldingen blijkt niet dat er obstakels c.q. objecten in de geprojecteerde boorlijnen aanwezig zijn. Indien blijkt dat er een obstakel aanwezig is wat niet te doorboren is, kan het boortracé in verticale en/of horizontale richting worden aangepast. In eerste instantie binnen de grenzen van het reeds afgesloten zakelijk recht. Indien dit niet mogelijk is zal in overleg met de opdrachtgever een alternatief tracé worden gekozen, waarbij de opdrachtgever het zakelijk recht afsluit met de betrokken eigenaren.



## **2.9 Registratie boorgegevens**

Tijdens de pilotboring, het ruimen van het boorgat en het intrekken van de leiding zal een aantal gegevens, zoals de positie van de boorkop op vastgestelde afstanden opgemeten en geregistreerd worden in een logboek. Dit logboek is toegevoegd in dit rapport.

Tevens registreert de boormeester de intrede- en uittredehoek in procenten en de volgende gegevens tijdens het ruimen en het intrekken van de leiding:

- Duwkracht aan de boorinstallatie (kN)
- Trekkkracht aan de boorinstallatie (kN)
- Rotatie aan de boorinstallatie (rpm)
- Pomp opbrengst aan de boorinstallatie (l/min)
- Pompdruk aan de boorinstallatie (bar)

De geregistreerde gegevens van de boorploeg worden door de ontwerpafdeling verwerkt in de revisie. Alle gegevens worden bij Holland Drilling B.V. gearchiveerd. Bovendien zal er een kopie van de revisie naar de opdrachtgever verstuurd worden.

## **2.10 Toelaatbare afwijkingen boring**

De toelaatbare afwijking van de boring, conform afwijkingen richtlijn Boortechnieken (juni 2019-v1.0), welke als bijlage 7 is opgenomen in dit rapport.

Tijdens het boren kunnen kleine afwijkingen in de boorlijn optreden, bijvoorbeeld na 25 m<sup>1</sup> ca. 0,25 rechts van de boorlijn. De surveyor zal deze afwijking voorzichtig corrigeren door naar links gaan sturen. Bij een dergelijke boring kan het zo zijn dat de afwijking eerst nog iets groter wordt bijvoorbeeld 0,75 meter voordat de boring terug op de geprojecteerde lijn komt. Deze geringe afwijking wordt uiteraard in de revisie meegenomen. Als een afwijking te groot wordt zal contact worden opgenomen met de opdrachtgever.

Als er sterk gestuurd wordt om de afwijkingen minimaal te houden, geeft dit een kwalitatief mindere boring dan dat er iets grotere afwijkingen geaccepteerd worden (extra spanningen in de leiding). Dit geldt ook in verticale zin.

Het belangrijkste is dat de boorlijn die gevolgd is geen extra spanningen in de leiding geeft en goed gereviseerd wordt.

## **2.11 Bestaande kabels en leidingen**

Er is voor aanvang van de engineering door Holland Drilling informatie verkregen over de ligging van bestaande infrastructuur door middel van een KLIC-melding.

Voor uitvoering wordt door de Holland Drilling een KLIC melding gedaan, om de ligging van de bestaande ondergrondse infrastructuur in kaart te brengen. Tevens zal indien nodig met de betreffende leidingbeheerders contact worden opgenomen. Voor aanvang van de boringen worden er door de Holland Drilling proefsleuven gemaakt nabij de begin en einde van de boringen. Aan de hand van deze proefsleuven worden vervolgens de in- en uittredeputten gegraven.

De klic-melding zal tijdens de uitvoering op het werk aanwezig zijn.



## 2.12 Planning

De planning die hier wordt aangegeven is een voorlopige planning. De werkelijke tijdsduur kan hiervan afwijken.

Boring	Aan- en afvoer boorequipment (uur)	Pilotboring (uur)	Ruimen boorgat (uur)	Intrekken PE- leiding(en) (uur)	Totale tijdsduur (uur)
01	2	4	2	tijdens ruimgang	8

De start van de werkzaamheden is in overleg met de opdrachtgever en wanneer de benodigde vergunningen afgegeven zijn door de betrokken instanties.

Werktijden kunnen aangepast worden aan de werkzaamheden welke moeten worden uitgevoerd en de voortgang van het boorproces goed te laten verlopen. Werkdagen van 07.00 tot 20.00 uur komen hierbij regelmatig voor. Het intrekken van de boorstreng zal in één aaneengesloten fase plaatsvinden.

Wanneer het onderbreken van de werkzaamheden een onaanvaardbaar verhoogd risico voor de uitvoering van de boring veroorzaakt kan er door Holland Drilling B.V. besloten worden om 's nachts en in het weekend door te werken. Dit zal altijd in goed overleg met de opdrachtgever en de gemeente (omwonenden) plaatsvinden.



### 3 Sterkte- en Boorspoeldrukberendingen

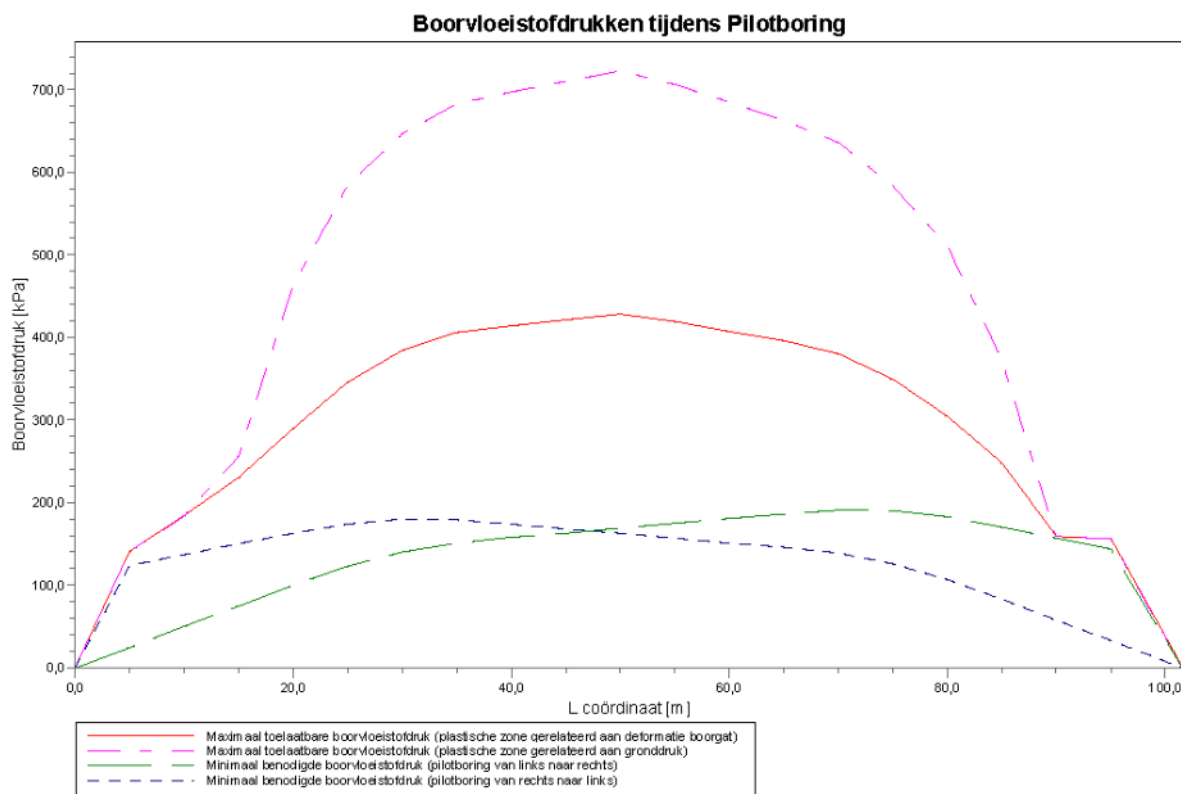
Voor de gestuurde boring zijn berekeningen uitgevoerd met betrekking tot de sterkteberekening en toelaatbare boorspoeldrukken. Onderstaande gegevens per boring zijn als bijlage 4 opgenomen in dit rapport

#### 3.1 De theoretische trekkracht

Voor het bepalen van de theoretische trekkracht tijdens de boorfase zijn er berekeningen uitgevoerd met het programma D-Geo Pipeline 20.1, conform NEN 3650 en 3651.

#### 3.2 De toelaatbare vloeistofdruk

Voor benodigde boorspoeldrukken op verschillende kritieke punten, conform NEN 3650 en 3651 wordt verwezen naar de boorspoeldrukberending.



#### 3.3 De toelaatbare treksterkte

De maximaal toelaatbare trekkracht voor de in te trekken HDPE-buis van de gestuurde boring wordt door de leverancier als volgt opgegeven, dit bedraagt:

- PE 100 Ø 110 mm SDR 11 drukklasse PN 16 => 31,41 kN ≈ 3,1 ton



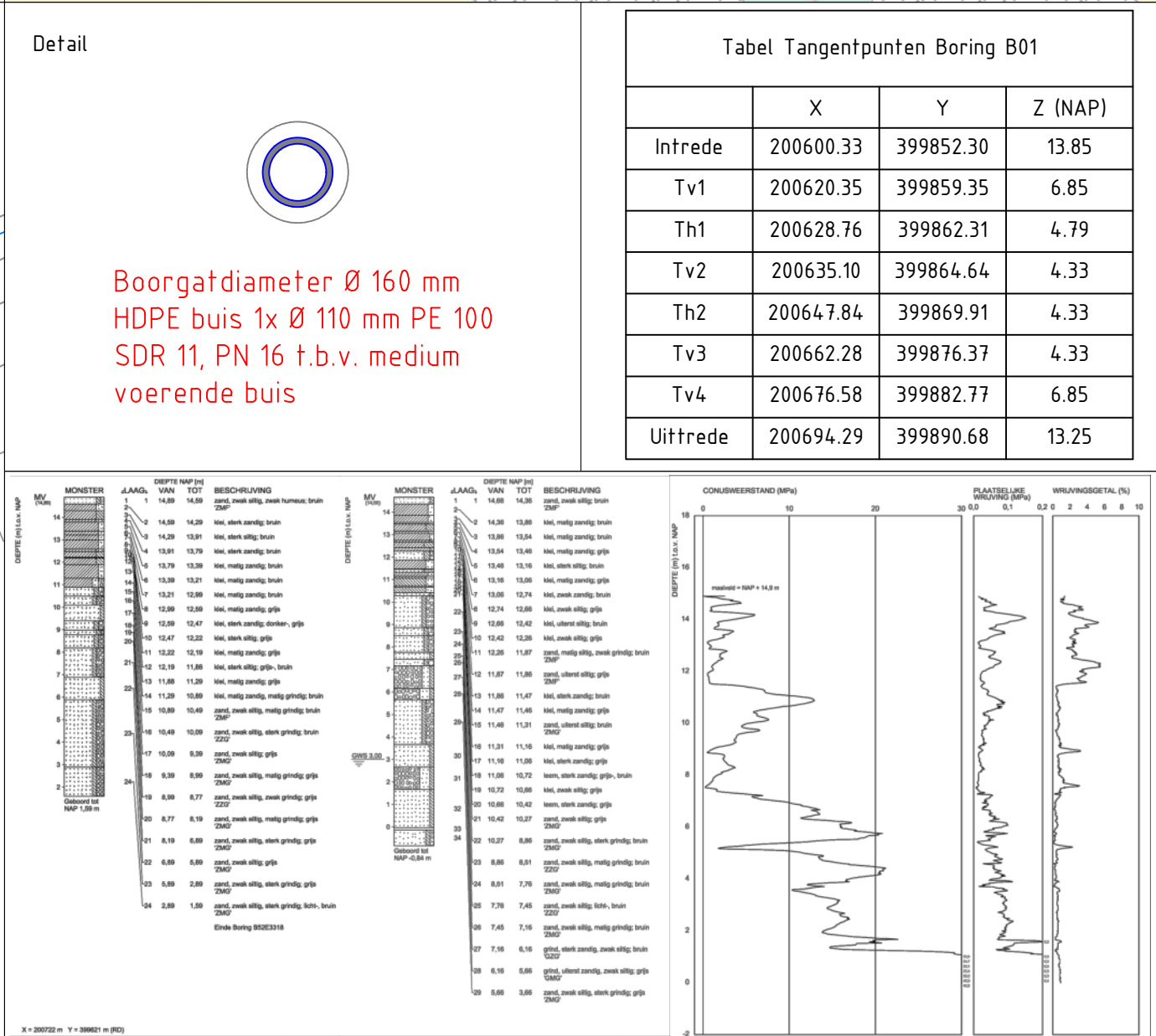
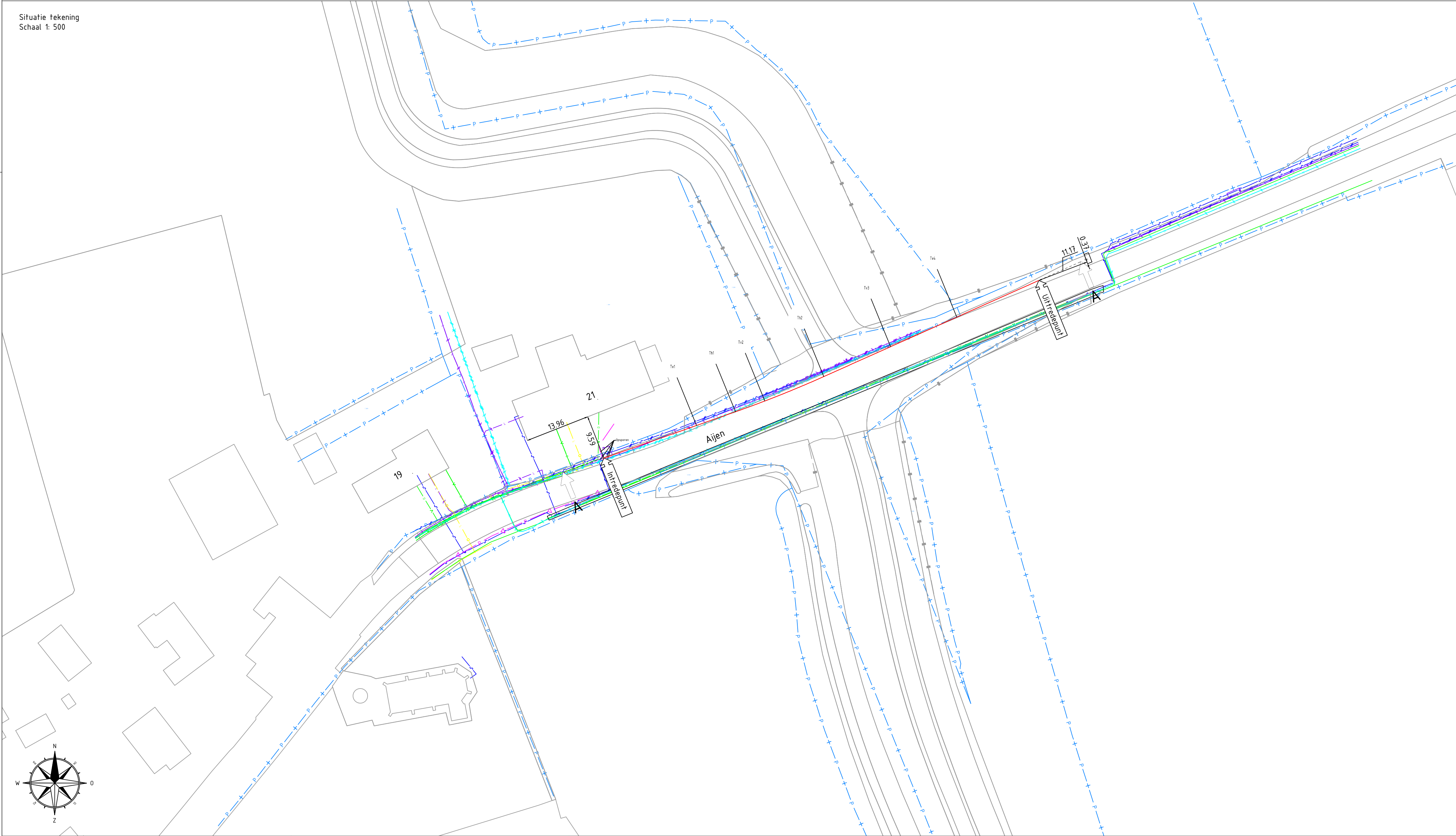
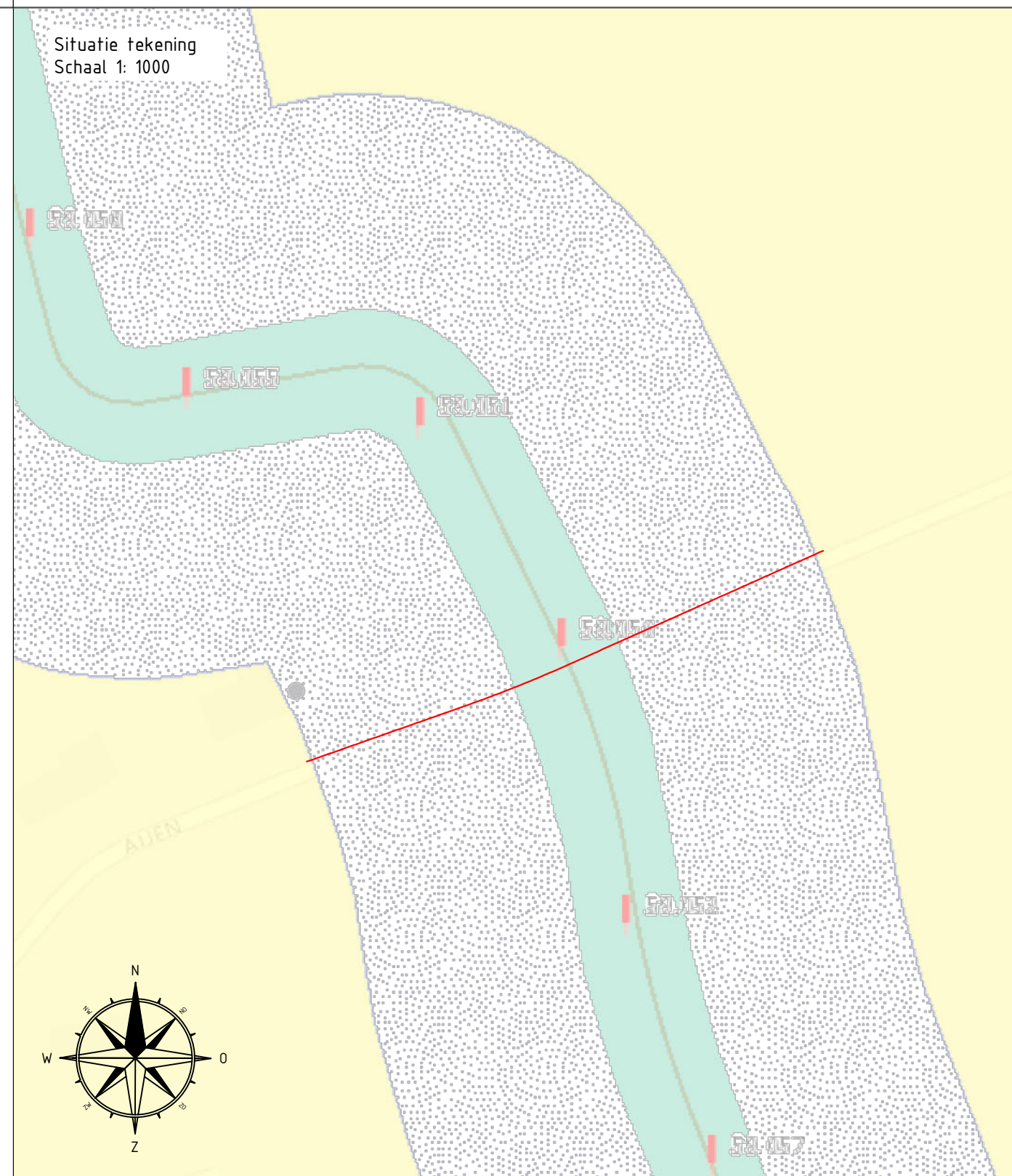
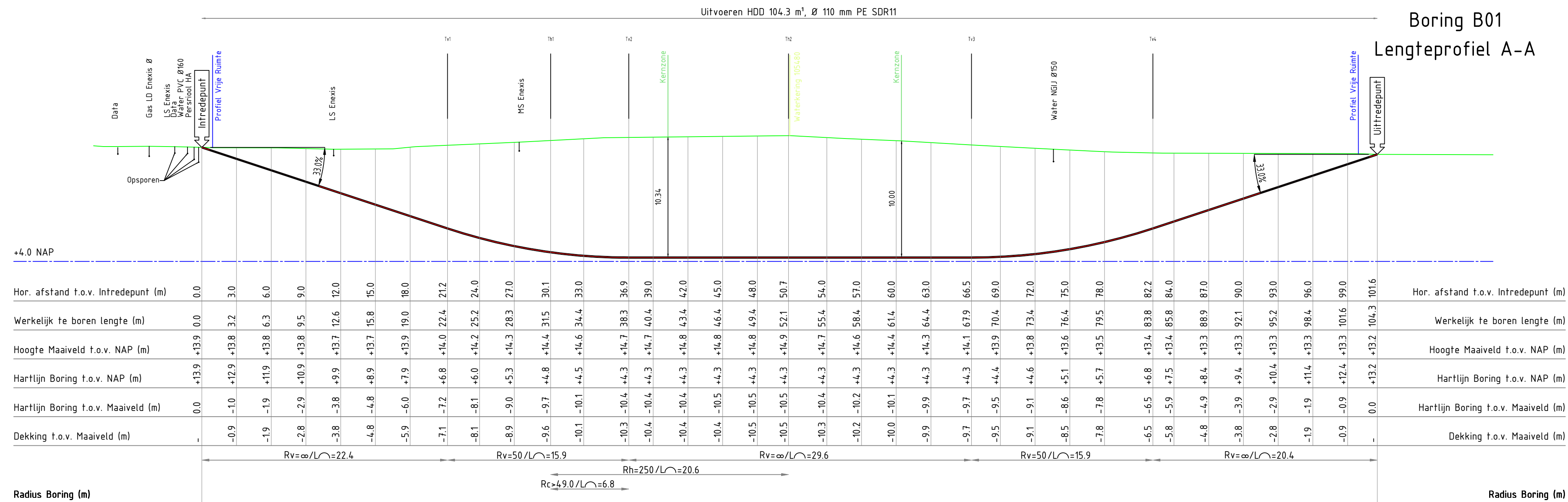
## ***Bijlage 1***











### Tekeningen



21-20031-01-HD-P-B01







Legenda		
Geometrie	Omschrijving	Status
	Perceelsgrens	Bestaand
	Datafransport	Bestaand
	Laagspanning	Bestaand
	Laagspanning	Vervallen
	Middenspanning	Bestaand
	Middenspanning	Vervallen
	Gas lage druk	Bestaand
	Water	Bestaand
	Water	Vervallen
	Drukriolering	Bestaand

D					
C					
B					
A					
Wijz	Omschrijving	Getekend	Goedgekeurd	Datum	Vrijgave
Projectomschrijving: Trace PS Bergen					<div> <b>holland drilling</b> Simon Homburgstraat 17 5431 NN Cuijk <a href="http://www.hollanddrilling.nl">www.hollanddrilling.nl</a> <a href="mailto:info@hollanddrilling.nl">info@hollanddrilling.nl</a> Tel: 04-85 - 74 50 40</div>
Locatie: Aijen Z1 Bergen					
Onderdeel: HDD 104,3 m <sup>3</sup> , Ø 110 mm PE SDR11					
Tekeningsnummer: Z1-20031-01-HD-P-B01		Projectnummer: Z1/20031			
Opdrachtgever: Lomitel Zuid BV					
Projectnummer opdrachtgever: Z0201421					
Getekend:	Formaat: A1	Vrijgave voor uitvoering:			
Datum 02-06-2021	Status: Vergunning	<div><div>Goedgekeurd</div><div>137 dkanlers , 3-9-2021, 14:10:14</div></div>			





## *Bijlage 2*

### Luchtfoto boorlocatie





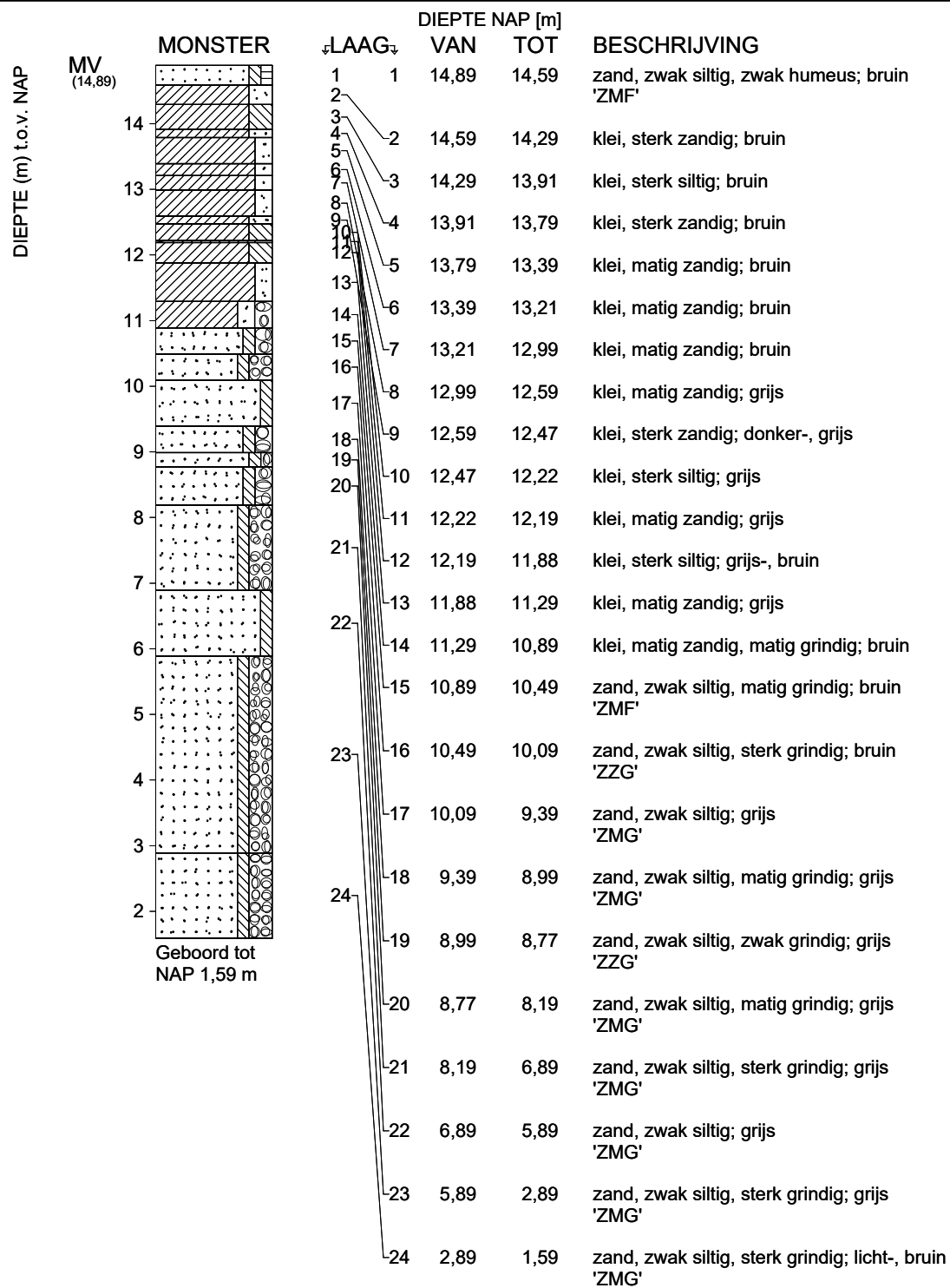
## Bijlage 3

### Grondonderzoek



- B52E3318
- B52E3319
- CPT000000070872
- CPT000000072338

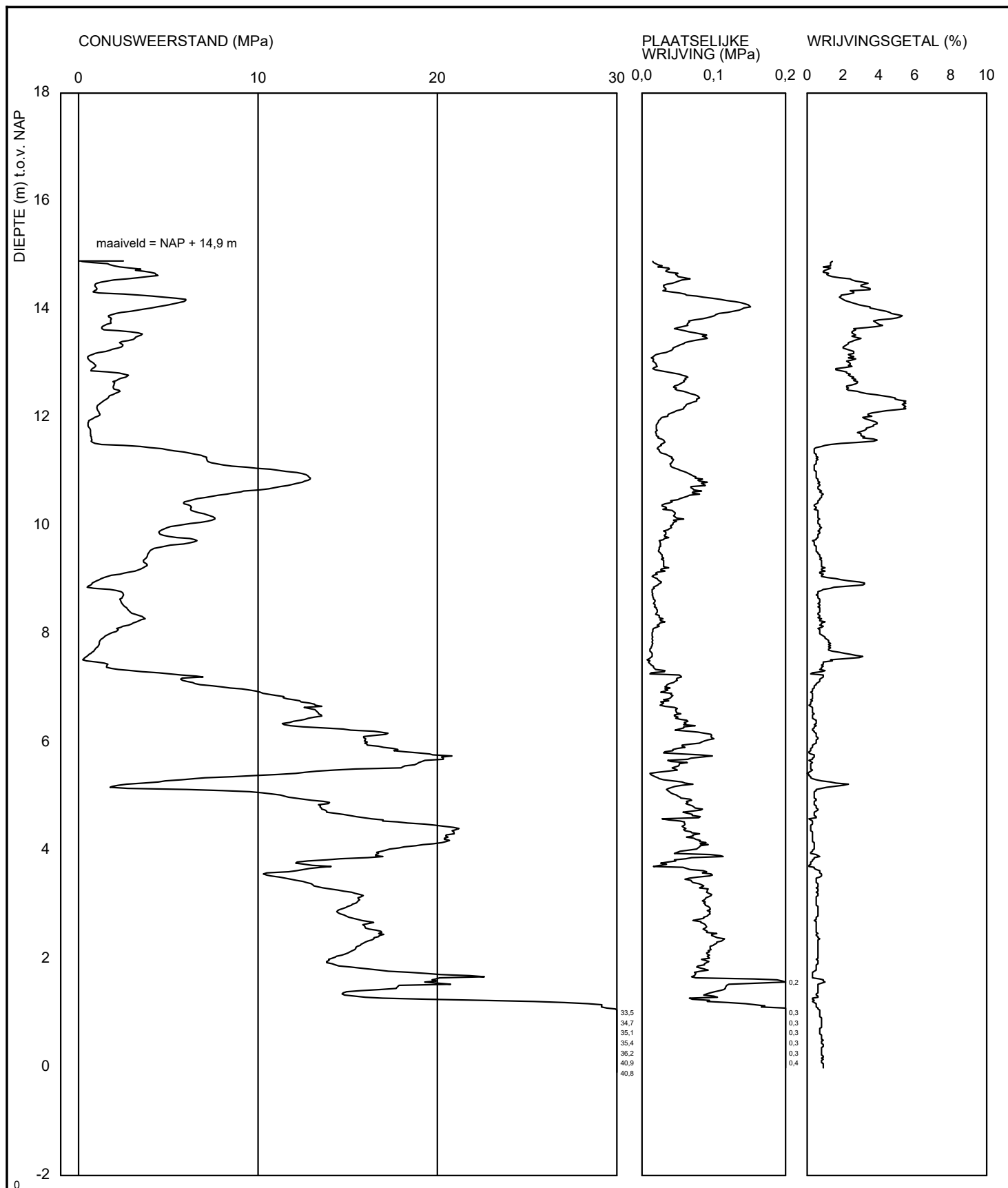




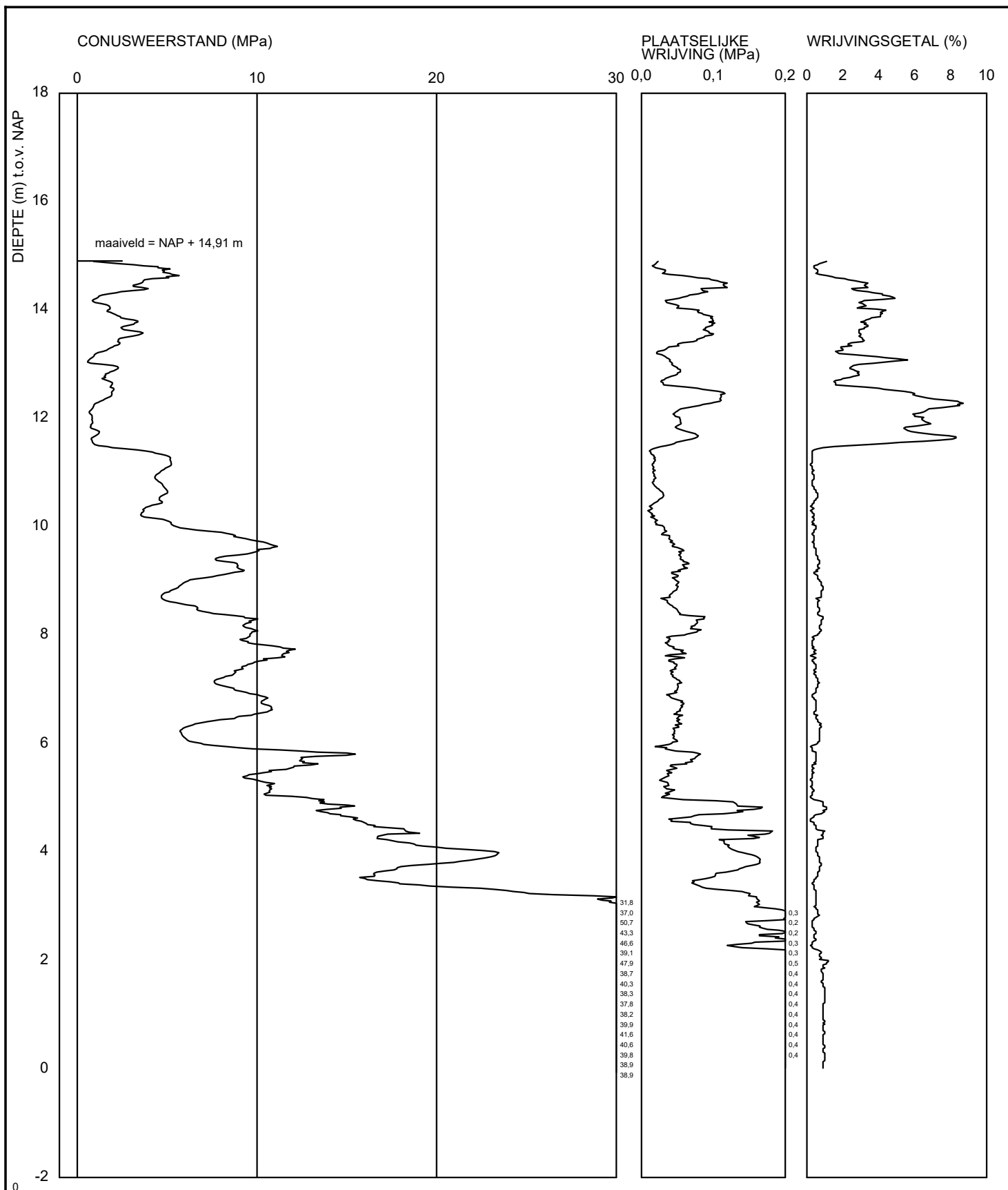
<div> <div>&lt;Not Registered&gt;</div> <div>&lt;Not Registered&gt;</div> <div>Telefoon</div> <div>&lt;Not Registered&gt;</div> </div> <div> <div>&lt;Not Registered&gt;</div> <div>&lt;Not Registered&gt;</div> <div>Telefax</div> <div>&lt;Not Registered&gt;</div> </div>					<div>datum</div> <div>2013-04-03</div>	<div>get.</div>
-					<div>DINO-BOR</div>	<div>gez.</div>
- [Blad 1 / 2]					<div>BIJL.</div>	<div>form.</div> <div>A4</div>



DIEPTE (m) t.o.v. NAP	MONSTER Geboord tot NAP -0,84 m	DIEPTE NAP [m]			BESCHRIJVING zand, zwak siltig; grijs 'ZMG'
		↓LAAG↓	VAN	TOT	
		30	3,66	2,66	
		31	2,66	1,66	
		32	1,66	-0,04	
		33	-0,04	-0,14	niet benoemd; grijs 'NBE'
		34	-0,14	-0,84	zand, zwak siltig, zwak grindig; licht-, bruin 'ZMG'
Einde Boring B52E3319					
X = 200543 m Y = 399981 m (RD)					
<Not Registered> <Not Registered>		<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon Telefax	<Not Registered> <Not Registered>	datum 2013-03-22
-  - [Blad 2 / 2]					gez. DINO-BOR
					form. BIJL. A4



<div>&lt;Not Registered&gt;</div> <div>&lt;Not Registered&gt;</div>					<div>&lt;Not Registered&gt;</div> <div>&lt;Not Registered&gt;</div>	<div>Telefoon</div> <div>Telefax</div>	<div>&lt;Not Registered&gt;</div> <div>&lt;Not Registered&gt;</div>	<div>datum</div> <div>2014-01-07</div>	<div>get.</div> <div>-</div>
<div>-</div> <div>-</div> <div>Sondering CPT000000072338</div>								<div>BRO-/</div>	<div>gez.</div>
								<div>BIJL.</div> <div>-</div>	<div>form.</div> <div>A4</div>



<Not Registered>				datum		get.
<Not Registered>				2013-02-26		-
-				BRO-/		gez.
-				BIJL. -		form.
Sondering CPT000000070872						A4



## ***Bijlage 4***

### Sterkte- en boorspoeldrukberekeningen

21-20031-01-HD-B01 D-Geo Pipeline Report



## Rapport voor D-Geo Pipeline 20.1

Model : Horizontaal Gesteurde Boring  
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam:	Holland Drilling
Datum van rapport:	11-6-2021
Tijd van rapport:	14:42:44
Rapport met versie:	20.1.2.31161
Berekend met versie:	20.1.2.31161
Bestandsnaam:	21-20031-01-HD-B01 (110 SDR11)
Projectbeschrijving:	21-20031-01-HD-B01 Aijen 21 Bergen

## 1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Gebruikt Model	3
2.2 Laagscheidingen	3
2.3 PN-Lijnen	3
2.4 Freatische Lijn	3
2.5 Grondprofielen	3
2.6 Grenslagen	3
2.7 Grondeigenschappen	3
2.8 Geometrie	6
2.8.1 Geometrie Sectie, Detail	6
2.8.2 Geometrie Boven aanzicht	7
2.9 Berekenings Verticalen	7
2.10 Verkeersbelasting	7
2.11 Configuratie van de Pijpleiding	8
2.12 Materiaalgegevens van de Leiding	8
2.13 Gegevens voor Leidingberekening	8
2.14 Boorvloeistof Gegevens	9
2.15 Factoren	9
2.16 Rekenopties	9
3 Boorvloeistofdrukken	10
3.1 Boorvloeistof Gegevens	10
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	11
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken	12
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	12
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	12
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	13
4 Grondmechanische Data	14
4.1 Grondmechanische Parameters (Leiding: HDPE 110mm SDR11)	14
4.2 Young's Modulus per Laag per Verticaal	15
5 Gegevens voor Sterkteberekening	16
5.1 Algemene Gegevens	16
5.2 Ballasten Leiding	16
5.3 Trekkkrachtberekening	16
6 Sterkteberekening van Leiding: HDPE 110mm SDR11	17
6.1 Materiaalgegevens van Leiding: HDPE 110mm SDR11	17
6.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: HDPE 110mm SDR11	17
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	17
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	18
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	18
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	18
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	18
6.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: HDPE 110mm SDR11	19
6.4 Toetsing op Implosie van Leiding: HDPE 110mm SDR11	19



## 2 Invoergegevens

### 2.1 Gebruikt Model

Gebruikt Model : Horizontaal Gestuurde Boring

### 2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
2 - L -	-10,000	0,000	18,000	50,700	78,000
2 - Z -	13,900	13,900	13,900	14,900	13,500
2 - L -	101,600	115,000			
2 - Z -	13,200	13,200			
1 - L -	-10,000	115,000			
1 - Z -	10,000	10,000			
0 - L -	-10,000	115,000			
0 - Z -	0,000	0,000			

### 2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-10,000	115,000			
1 - Z -	11,600	11,600			

### 2.4 Freatische Lijn

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

### 2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
2	Clay, sl san, moderate	1	1
1	Sand, sl sil, moderate	1	1

### 2.6 Grenslagen

De grens tussen (cohesieve) ongedraineerde toplagen en onderliggende (niet-cohesieve) gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Sand, sl sil, moderate

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Sand, sl sil, moderate

### 2.7 Grondeigenschappen

Naam	Gamma-onverz			Gamma-verz		
	Uniek [kN/m³]	Laag [kN/m³]	Hoog [kN/m³]	Uniek [kN/m³]	Laag [kN/m³]	Hoog [kN/m³]
Gravel, sl sil, loose	-	17,00	18,00	-	19,00	20,00
Gravel, sl sil, moderate	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00
Gravel, sl sil, stiff	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Gravel, ve sil, loose	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00
Gravel, ve sil, moderate	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Gravel, ve sil, stiff	-	20,00	21,00	-	22,00	22,50
Sand, clean, loose	-	17,00	18,00	-	19,00	20,00
Sand, clean, moderate	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00
Sand, clean, stiff	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Sand, sl sil, moderate	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00
Sand, ve sil, loose	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00
Loam, sl san, weak	-	19,00	20,00	-	19,00	20,00
Loam, sl san, moderate	-	20,00	21,00	-	20,00	21,00
Loam, sl san, stiff	-	21,00	22,00	-	21,00	22,00
Loam, ve san, stiff	-	19,00	20,00	-	19,00	20,00
Clay, clean, weak	-	14,00	17,00	-	14,00	17,00

Naam	Gamma-onverz			Gamma-verz		
	Uniek [kN/m <sup>3</sup> ]	Laag [kN/m <sup>3</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>3</sup> ]	Uniek [kN/m <sup>3</sup> ]	Laag [kN/m <sup>3</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>3</sup> ]
Clay, clean, moderate	-	17,00	19,00	-	17,00	19,00
Clay, clean, stiff	-	19,00	20,00	-	19,00	20,00
Clay, sl san, weak	-	15,00	18,00	-	15,00	18,00
Clay, sl san, moderate	-	18,00	20,00	-	18,00	20,00
Clay, sl san, stiff	-	20,00	21,00	-	20,00	21,00
Clay, ve san, stiff	-	18,00	20,00	-	18,00	20,00
Clay, organ, weak	-	13,00	15,00	-	13,00	15,00
Clay, organ, moderate	-	15,00	16,00	-	15,00	16,00
Peat, not pl, weak	-	10,00	12,00	-	10,00	12,00
Peat, mod pl, moderate	-	12,00	13,00	-	12,00	13,00

Naam	Cohesie			Phi		
	Uniek [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]	Uniek [grd]	Laag [grd]	Hoog [grd]
Gravel, sl sil, loose	-	0,00	0,00	-	32,50	35,00
Gravel, sl sil, moderate	-	0,00	0,00	-	35,00	37,50
Gravel, sl sil, stiff	-	0,00	0,00	-	37,50	40,00
Gravel, ve sil, loose	-	0,00	0,00	-	30,00	32,50
Gravel, ve sil, moderate	-	0,00	0,00	-	32,50	35,00
Gravel, ve sil, stiff	-	0,00	0,00	-	35,00	40,00
Sand, clean, loose	-	0,00	0,00	-	30,00	32,50
Sand, clean, moderate	-	0,00	0,00	-	32,50	35,00
Sand, clean, stiff	-	0,00	0,00	-	35,00	40,00
Sand, sl sil, moderate	-	0,00	0,00	-	27,00	32,50
Sand, ve sil, loose	-	0,00	0,00	-	25,00	30,00
Loam, sl san, weak	-	0,00	1,00	-	27,50	30,00
Loam, sl san, moderate	-	1,00	2,50	-	27,50	32,50
Loam, sl san, stiff	-	2,50	3,80	-	27,50	35,00
Loam, ve san, stiff	-	0,00	1,00	-	27,50	35,00
Clay, clean, weak	-	0,00	5,00	-	17,50	17,50
Clay, clean, moderate	-	5,00	13,00	-	17,50	17,50
Clay, clean, stiff	-	13,00	15,00	-	17,50	25,00
Clay, sl san, weak	-	0,00	5,00	-	22,50	22,50
Clay, sl san, moderate	-	5,00	13,00	-	22,50	22,50
Clay, sl san, stiff	-	13,00	15,00	-	22,50	27,50
Clay, ve san, stiff	-	0,00	1,00	-	27,50	32,50
Clay, organ, weak	-	0,00	1,00	-	15,00	15,00
Clay, organ, moderate	-	0,00	1,00	-	15,00	15,00
Peat, not pl, weak	-	1,00	2,50	-	15,00	15,00
Peat, mod pl, moderate	-	2,50	5,00	-	15,00	15,00

Naam	Su-top			Su-onder		
	Uniek [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]	Uniek [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]
Gravel, sl sil, loose	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Gravel, sl sil, moderate	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Gravel, sl sil, stiff	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Gravel, ve sil, loose	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Gravel, ve sil, moderate	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Gravel, ve sil, stiff	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Sand, clean, loose	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Sand, clean, moderate	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Sand, clean, stiff	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Sand, sl sil, moderate	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Sand, ve sil, loose	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Loam, sl san, weak	-	50,00	100,00	-	50,00	100,00
Loam, sl san, moderate	-	100,00	200,00	-	100,00	200,00
Loam, sl san, stiff	-	200,00	300,00	-	200,00	300,00
Loam, ve san, stiff	-	50,00	100,00	-	50,00	100,00
Clay, clean, weak	-	25,00	50,00	-	25,00	50,00
Clay, clean, moderate	-	50,00	100,00	-	50,00	100,00
Clay, clean, stiff	-	100,00	200,00	-	100,00	200,00
Clay, sl san, weak	-	40,00	80,00	-	40,00	80,00
Clay, sl san, moderate	-	80,00	120,00	-	80,00	120,00

Naam	Su-top			Su-onder		
	Uniek [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]	Uniek [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]
Clay, sl san, stiff	-	120,00	170,00	-	120,00	170,00
Clay, ve san, stiff	-	0,00	10,00	-	0,00	10,00
Clay, organ, weak	-	10,00	25,00	-	10,00	25,00
Clay, organ, moderate	-	25,00	30,00	-	25,00	30,00
Peat, not pl, weak	-	10,00	20,00	-	10,00	20,00
Peat, mod pl, moderate	-	20,00	30,00	-	20,00	30,00

Naam	Emod-top			Emod-onder		
	Uniek [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]	Uniek [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]
Gravel, sl sil, loose	-	-	-	-	-	-
Gravel, sl sil, moderate	-	-	-	-	-	-
Gravel, sl sil, stiff	-	-	-	-	-	-
Gravel, ve sil, loose	-	-	-	-	-	-
Gravel, ve sil, moderate	-	-	-	-	-	-
Gravel, ve sil, stiff	-	-	-	-	-	-
Sand, clean, loose	-	-	-	-	-	-
Sand, clean, moderate	-	-	-	-	-	-
Sand, clean, stiff	-	-	-	-	-	-
Sand, sl sil, moderate	-	-	-	-	-	-
Sand, ve sil, loose	-	-	-	-	-	-
Loam, sl san, weak	-	-	-	-	-	-
Loam, sl san, moderate	-	-	-	-	-	-
Loam, sl san, stiff	-	-	-	-	-	-
Loam, ve san, stiff	-	-	-	-	-	-
Clay, clean, weak	-	-	-	-	-	-
Clay, clean, moderate	-	-	-	-	-	-
Clay, clean, stiff	-	-	-	-	-	-
Clay, sl san, weak	-	-	-	-	-	-
Clay, sl san, moderate	-	-	-	-	-	-
Clay, sl san, stiff	-	-	-	-	-	-
Clay, ve san, stiff	-	-	-	-	-	-
Clay, organ, weak	-	-	-	-	-	-
Clay, organ, moderate	-	-	-	-	-	-
Peat, not pl, weak	-	-	-	-	-	-
Peat, mod pl, moderate	-	-	-	-	-	-

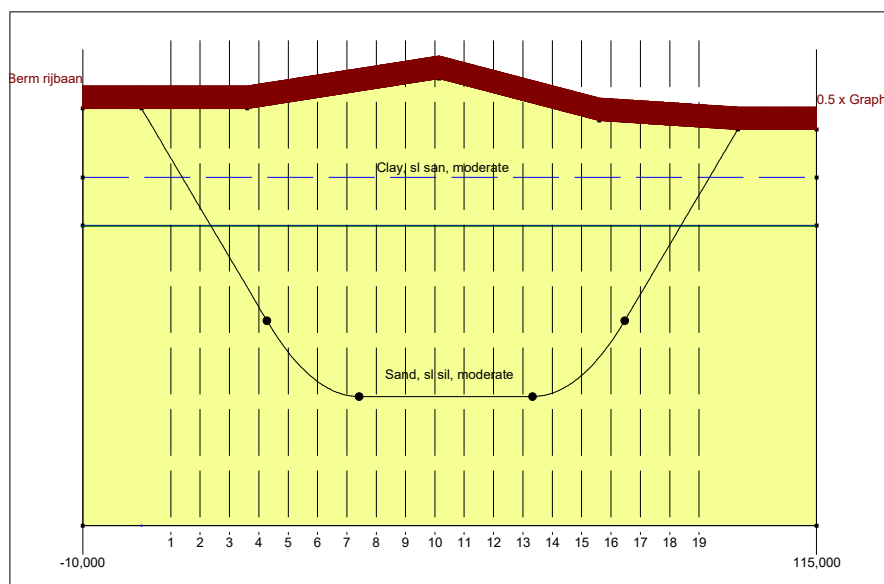
Naam	Grondtype	Emod 100		
		Uniek [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]
Gravel, sl sil, loose	Gravel	-	45000,00	75000,00
Gravel, sl sil, moderate	Gravel	-	75000,00	90000,00
Gravel, sl sil, stiff	Gravel	-	90000,00	105000,00
Gravel, ve sil, loose	Gravel	-	30000,00	45000,00
Gravel, ve sil, moderate	Gravel	-	45000,00	75000,00
Gravel, ve sil, stiff	Gravel	-	75000,00	110000,00
Sand, clean, loose	Sand	-	15000,00	45000,00
Sand, clean, moderate	Sand	-	45000,00	75000,00
Sand, clean, stiff	Sand	-	75000,00	110000,00
Sand, sl sil, moderate	Sand	-	35000,00	50000,00
Sand, ve sil, loose	Sand	-	15000,00	30000,00
Loam, sl san, weak	Loam	-	2000,00	3000,00
Loam, sl san, moderate	Loam	-	3000,00	5000,00
Loam, sl san, stiff	Loam	-	5000,00	7000,00
Loam, ve san, stiff	Loam	-	3000,00	5000,00
Clay, clean, weak	Clay	-	1000,00	2000,00
Clay, clean, moderate	Clay	-	2000,00	4000,00
Clay, clean, stiff	Clay	-	4000,00	10000,00
Clay, sl san, weak	Clay	-	1500,00	3000,00
Clay, sl san, moderate	Clay	-	3000,00	5000,00
Clay, sl san, stiff	Clay	-	5000,00	10000,00
Clay, ve san, stiff	Clay	-	2000,00	5000,00
Clay, organ, weak	Clay	-	500,00	1000,00
Clay, organ, moderate	Clay	-	1000,00	2000,00

Naam	Grondtype	Emod 100		
		Uniek [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]
Peat, not pl, weak	Peat	-	200,00	500,00
Peat, mod pl, moderate	Peat	-	500,00	1000,00

Naam	Adhesie A [kN/m <sup>2</sup> ]	Delta D [grd]	Nu [-]
Gravel, sl sil, loose	-	-	0,00
Gravel, sl sil, moderate	-	-	0,00
Gravel, sl sil, stiff	-	-	0,00
Gravel, ve sil, loose	-	-	0,00
Gravel, ve sil, moderate	-	-	0,00
Gravel, ve sil, stiff	-	-	0,00
Sand, clean, loose	-	-	0,00
Sand, clean, moderate	-	-	0,00
Sand, clean, stiff	-	-	0,00
Sand, sl sil, moderate	-	-	0,00
Sand, ve sil, loose	-	-	0,00
Loam, sl san, weak	-	-	0,00
Loam, sl san, moderate	-	-	0,00
Loam, sl san, stiff	-	-	0,00
Loam, ve san, stiff	-	-	0,00
Clay, clean, weak	-	-	0,00
Clay, clean, moderate	-	-	0,00
Clay, clean, stiff	-	-	0,00
Clay, sl san, weak	-	-	0,00
Clay, sl san, moderate	-	-	0,00
Clay, sl san, stiff	-	-	0,00
Clay, ve san, stiff	-	-	0,00
Clay, organ, weak	-	-	0,00
Clay, organ, moderate	-	-	0,00
Peat, not pl, weak	-	-	0,00
Peat, mod pl, moderate	-	-	0,00

## 2.8 Geometrie

### 2.8.1 Geometrie Sectie, Detail



## 2.8.2 Geometrie Bovenanzicht

## 2.9 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	5,000	12,246
2	10,000	10,593
3	15,000	8,939
4	20,000	7,286
5	25,000	5,781
6	30,000	4,804
7	35,000	4,343
8	40,000	4,300
9	45,000	4,300
10	50,000	4,300
11	55,000	4,300
12	60,000	4,300
13	65,000	4,300
14	70,000	4,413
15	75,000	5,005
16	80,000	6,119
17	85,000	7,710
18	90,000	9,364
19	95,000	11,017

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

## 2.10 Verkeersbelasting

Berm rijbaan	
L begin	-10,00 [m]
L einde	115,00 [m]
Belastingsmodel (grafiektype)	0.5 x Graph II

## 2.11 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0,000	[m]
Y coördinaat linker punt	0,000	[m]
Z coördinaat linker punt	13,900	[m]
X coördinaat rechter punt	101,600	[m]
Y coördinaat rechter punt	0,000	[m]
Z coördinaat rechter punt	13,200	[m]
Hoek links	18,3000	[grd]
Hoek rechts	18,3000	[grd]
Kromtestraal links, verticaal in/uit	50,000	[m]
Kromtestraal rechts, verticaal in/uit	50,000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	50,000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	4,300	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,0000	[grd]
Aantal horizontale bochten:	0	

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.

## 2.12 Materiaalgegevens van de Leiding

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	110,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	10,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m <sup>3</sup> ]
Ontwerpdruk	3,00	[bar]
Incidentele druk	10,00	[bar]
Temperatuur variatie	10,00	[gr C]

## 2.13 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Opleghoek	120	[grd]
Belastingshoek	180	[grd]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[grd]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m <sup>2</sup> ]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm <sup>2</sup> ]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]

## 2.14 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0,110	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,048	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0,160	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,048	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0,160	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,110	[m]
Debiet tijdens pilotboring	95,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	95,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	95,0000	[liter/minuut]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegegewicht boorvloeistof	11,5	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m²]

## 2.15 Factoren

(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegegewicht		
van materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor (gedraineerde) cohesie C	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor ongedraineerde schuifsterkte Su	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	2,00	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie) (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor testdruk (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor aanlegbelasting (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. $q_{n;r}$ (Polyetheen)	1,50	[-]
Belastingsfactor temperatuur (Polyetheen)	1,10	[-]
Belastingsfactor verkeersbelasting (Polyetheen)	1,35	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Toelaatbare deflectie stalen leiding	15,00	[%]
Toelaatb. deflectie stalen leiding bij inspectie ('piggability')	5,00	[%]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	8,00	[%]
Toelaat. deflectie polyetheen leiding bij inspectie ('piggability')	5,00	[%]
Volumegegewicht water	10,00	[kN/m³]
Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7,50	[-]

## 2.16 Rekenopties

Stress analyse optie : Standaard

### 3 Boorvloeistofdrukken

#### 3.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	141	141	25	124
2	184	184	50	137
3	230	256	75	150
4	289	462	100	163
5	345	584	123	174
6	384	646	140	180
7	406	682	151	179
8	414	697	158	174
9	421	710	163	168
10	428	722	169	163
11	419	706	175	157
12	407	685	181	151
13	396	663	186	146
14	380	636	191	139
15	349	584	190	126
16	304	511	183	107
17	248	374	170	83
18	159	159	157	58
19	156	156	144	33

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	141	141	22	25
2	184	184	44	50
3	215	215	66	75
4	289	415	88	100
5	345	565	108	123
6	384	646	122	138
7	406	682	130	140
8	414	697	134	138
9	421	710	136	135
10	428	722	139	132
11	419	706	142	129
12	407	685	145	126
13	396	663	146	124
14	380	636	139	120
15	349	584	126	110
16	304	482	107	94
17	248	329	83	73
18	133	133	58	51
19	156	156	33	29

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	141	141	25	22
2	184	184	50	44
3	215	215	75	66
4	289	415	100	88
5	345	565	123	108
6	384	646	138	122
7	406	682	140	130
8	414	697	138	134
9	421	710	135	136
10	428	722	132	139
11	419	706	129	142



Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
12	407	685	126	145
13	396	663	124	146
14	380	636	120	139
15	349	584	110	126
16	304	482	94	107
17	248	329	73	83
18	133	133	51	58
19	156	156	29	33

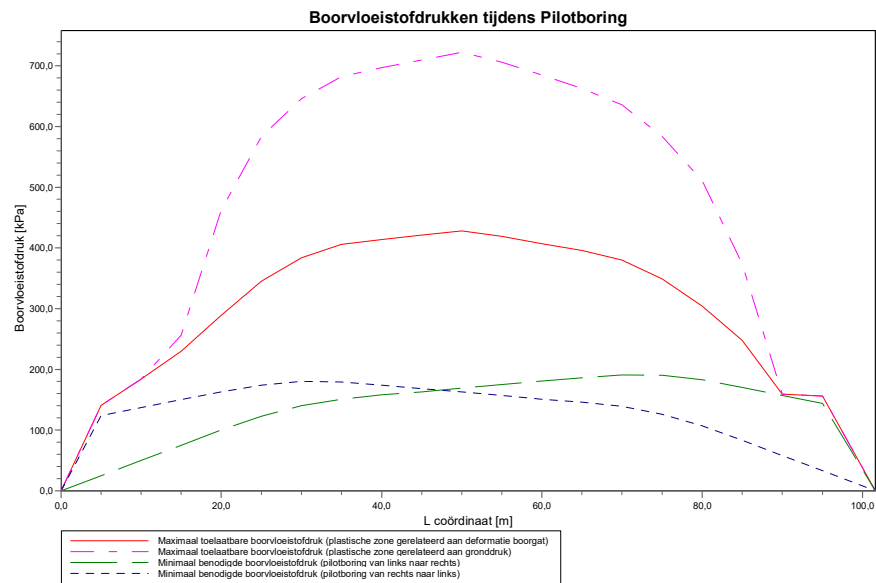
### 3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m <sup>2</sup> ]	Water [kN/m <sup>2</sup> ]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	19	0	-	voldoet
2	38	10	3,78	voldoet
3	57	27	2,14	voldoet
4	76	43	1,76	voldoet
5	93	58	1,60	voldoet
6	103	68	1,52	voldoet
7	108	73	1,49	voldoet
8	108	73	1,48	voldoet
9	107	73	1,47	voldoet
10	107	73	1,46	voldoet
11	106	73	1,45	voldoet
12	105	73	1,44	voldoet
13	105	73	1,43	voldoet
14	103	72	1,43	voldoet
15	95	66	1,44	voldoet
16	82	55	1,49	voldoet
17	63	39	1,62	voldoet
18	44	22	1,97	voldoet
19	25	6	4,31	voldoet

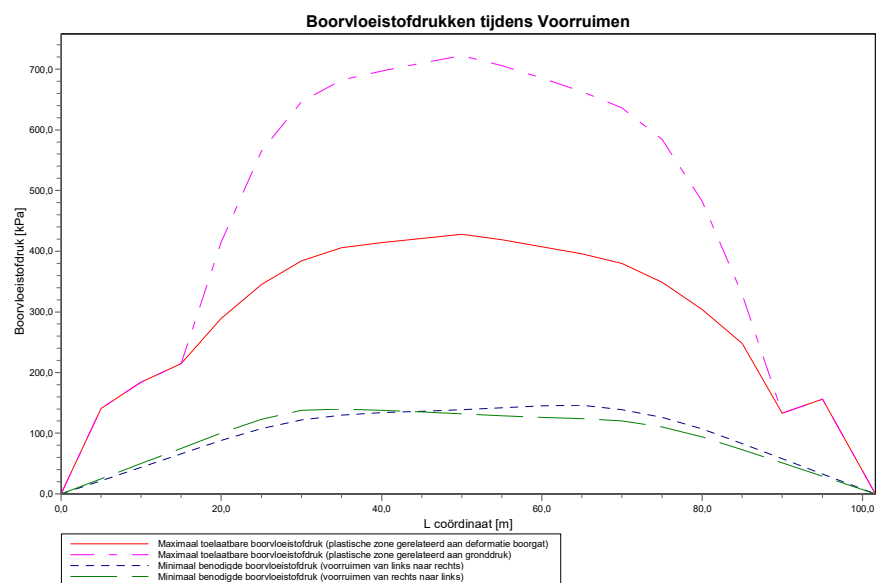
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

### 3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

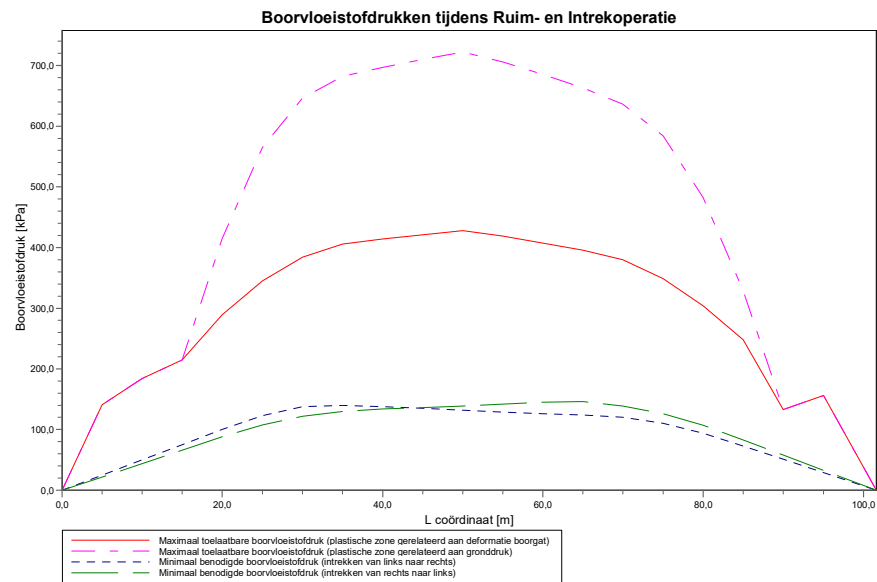
#### 3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



#### 3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



### 3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



## 4 Grondmechanische Data

### 4.1 Grondmechanische Parameters (Leiding: HDPE 110mm SDR11)

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q <sub>v;p</sub>	Passieve grondspanning	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v;n</sub>	Neutrale grondspanning	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>h;n</sub>	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v;r;n</sub>	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>verkeer</sub>	Verkeersbelasting	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>v;e</sub>	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m <sup>2</sup>
q <sub>h;e</sub>	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m <sup>2</sup>
k <sub>v;bot</sub>	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m <sup>3</sup>
k <sub>v;top</sub>	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m <sup>3</sup>
k <sub>h</sub>	Horizontaal beddinggetal	kN/m <sup>3</sup>
t <sub>max</sub>	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m <sup>2</sup>
d <sub>max</sub>	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	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>verkeer</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>v;e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	172	32	5	7	8	735
2	287	56	9	12	3	1021
3	809	73	7	9	2	2574
4	996	93	3	4	1	3257
5	1174	112	3	4	1	3947
6	1295	126	3	4	1	4433
7	1364	134	3	4	1	4719
8	1394	138	3	4	1	4843
9	1420	141	3	4	1	4950
10	1445	144	3	4	1	5058
11	1412	140	3	4	1	4918
12	1369	135	3	4	1	4738
13	1325	130	3	4	1	4557
14	1271	123	3	4	1	4333
15	1169	112	3	4	1	3924
16	1027	96	3	4	1	3367
17	849	77	3	4	1	2706
18	650	57	12	16	2	2021
19	224	39	6	9	5	819

Verticaal nr.	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]
1	198	10416	7341	7292	0,05	7,5
2	287	18661	13339	13063	0,05	7,5
3	809	249235	236043	174464	0,05	7,5
4	996	282019	270136	197413	0,05	7,5
5	1174	312258	301346	218581	0,05	7,5
6	1295	332213	321848	232549	0,05	7,5
7	1364	343512	333430	240459	0,05	7,5
8	1394	348336	338369	243835	0,05	7,5
9	1420	352466	342596	246726	0,05	7,5
10	1445	356557	346781	249590	0,05	7,5
11	1412	351222	341323	245855	0,05	7,5
12	1369	344254	334190	240978	0,05	7,5
13	1325	337170	326931	236019	0,05	7,5
14	1271	328193	317723	229735	0,05	7,5
15	1169	311281	300340	217897	0,05	7,5
16	1027	286970	275259	200879	0,05	7,5
17	849	255816	242913	179071	0,05	7,5
18	650	219874	205186	153912	0,05	7,5
19	224	11136	9614	7795	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	$q_{v;n;max} = 144 \text{ kN/m}^2$
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	$q_{verkeer;max} = 18 \text{ kN/m}^2$
Maximale gereduceerde grondspanning	:	$q_{v;r;n;max} = 16 \text{ kN/m}^2$
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	$k_{v;max} = 356557 \text{ kN/m}^3$
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	$k_{v;max} = 713114 \text{ kN/m}^3$

## 4.2 Young's Modulus per Laag per Verticaal

Laag nummer	Materiaalnaam	Bepalingstype
2	Clay, sl san, moderate	Berekend met E100
1	Sand, sl sil, moderate	Berekend met E100

Laag nummer	Verticaal 1 (L=5 m)		Verticaal 2 (L=10 m)		Verticaal 3 (L=15 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
2	0,000	3,411	0,000	3,411	0,000	3,411
1	39,370	65,574	39,370	65,574	39,370	65,574

Laag nummer	Verticaal 4 (L=20 m)		Verticaal 5 (L=25 m)		Verticaal 6 (L=30 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
2	0,000	3,465	0,000	3,598	0,000	3,730
1	39,757	65,807	40,707	66,385	41,635	66,959

Laag nummer	Verticaal 7 (L=35 m)		Verticaal 8 (L=40 m)		Verticaal 9 (L=45 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
2	0,000	3,861	0,000	3,991	0,000	4,120
1	42,543	67,527	43,433	68,091	44,304	68,650

Laag nummer	Verticaal 10 (L=50 m)		Verticaal 11 (L=55 m)		Verticaal 12 (L=60 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
2	0,000	4,248	0,000	4,081	0,000	3,864
1	45,159	69,205	44,043	68,482	42,562	67,539

Laag nummer	Verticaal 13 (L=65 m)		Verticaal 14 (L=70 m)		Verticaal 15 (L=75 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
2	0,000	3,644	0,000	3,420	0,000	3,193
1	41,028	66,583	39,435	65,613	37,775	64,629

Laag nummer	Verticaal 16 (L=80 m)		Verticaal 17 (L=85 m)		Verticaal 18 (L=90 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
2	0,000	3,031	0,000	2,973	0,000	2,915
1	36,569	63,932	36,132	63,683	35,689	63,433

Laag nummer	Verticaal 19 (L=95 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
2	0,000	2,857
1	35,241	63,182

## 5 Gegevens voor Sterkteberekening

### 5.1 Algemene Gegevens

Equivalente diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 10,00 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 356557 kN/m <sup>3</sup>
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,50 kN/m <sup>3</sup>
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 50,000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm <sup>2</sup>
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20

### 5.2 Ballasten Leiding

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

Bij een vulling percentage van 0% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	11	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	3	[kg/m]
Resultaat	:	8	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

### 5.3 Trekkraftberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan ( $f_1 = 0,10$ )
- wrijving tussen buis en boorvloeistof ( $f_2 = 0,000050$  [N/mm<sup>2</sup>])
- wrijving tussen buis en grond ( $f_3 = 0,20$ )

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

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

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkraft (kN)
T1	0	0
T2	20	1
T3	36	2
T4	66	3
T5	82	4
T6	104	4

De berekende waarden van de trekkraft zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaalfactor voor stochastische variatie en modelonzekerheid (f) van tenminste 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening, volgens art. E.1.2.1 van NEN 3650-1:2012. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 1,40 gebruikt en een belasting factor van 1,00.

De maximale representatieve trekkraft is 28 kN, exclusief rekenfactor. Bij deze trekkraft zijn de spanningen in de leiding gelijk aan de toelaatbare spanning.

## 6 Sterkteberekening van Leiding: HDPE 110mm SDR11

### 6.1 Materiaalgegevens van Leiding: HDPE 110mm SDR11

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,00 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 3,00 bar
Test druk	:	pt = 10,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 10,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 104 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm <sup>2</sup>
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm <sup>2</sup>
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm <sup>2</sup>
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 16 kN/m <sup>2</sup>
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 2 kN/m <sup>2</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 356557 kN/m <sup>3</sup>
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 50,000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1,35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1,40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1,40
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

### 6.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: HDPE 110mm SDR11

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 10,0 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

#### 6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\begin{aligned} \sigma_b &= M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) &= & 1,50 & \text{N/mm}^2 \\ \sigma_t &= f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A &= & 0,14 & \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,12	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

### 6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	1,50	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	1,89	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	2,86	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

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

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

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

$q_r$	=	0,0177	N/mm <sup>2</sup>
-------	---	--------	-------------------

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,49	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,32	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

### 6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	1,52	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,76	N/mm <sup>2</sup>
---------------------------------------	---	------	-------------------

$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	5,05	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

### 6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,54	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,35	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,29	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	1,20	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,97	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	-------------------

### 6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,54	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	1,52	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	-------------------



$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,76	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	5,05	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E$	=	0,62	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,72	N/mm <sup>2</sup>
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,29	N/mm <sup>2</sup>
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,20	N/mm <sup>2</sup>
'Rerounding'-factor $F_{rr}$	=	0,814	
'Rerounding'-factor $F'_{rr}$	=	0,890	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	2,32	N/mm <sup>2</sup>

### 6.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: HDPE 110mm SDR11

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
$\text{Sigma}_{ptest}$	10,00 (kort)	-	-	5,05	-	-
$\text{Sigma}_{py}$	8,00 (lang)	-	-	1,52	-	-
$\text{Sigma}_{axiaal}$	10,00 (kort)	1,12	2,86	-	-	-
$\text{Sigma}_{axiaal}$	8,00 (lang)	-	-	-	0,35	1,72
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,32	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	0,97	2,32

Spanningen in de leiding [N/mm<sup>2</sup>]

De deflectie van de leiding is 0,7 mm (0,61% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 8,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 5,5 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

### 6.4 Toetsing op Implosie van Leiding: HDPE 110mm SDR11

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 146 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m<sup>2</sup>.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 73 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m<sup>2</sup>.

## Einde Rapport



## Bijlage 5

### Certificaat bentoniet

# TUNNEL-GEL™ PLUS



THE *Original* DRILLING FLUIDS COMPANY.

#### Viscosifier/Gellant

<b>Beschrijving:</b>	TUNNEL-GEL™ PLUS is speciaal geformuleerd voor gebruik in doorpersingen en horizontaal gestuurd boren. TUNNEL-GEL™ PLUS geeft de boorvloeistof viscositeit om het transport van boorgruis te bevorderen, zorgt er voor dat vaste delen gemakkelijk te verwijderen zijn in de scheidings installatie en geeft stabiliteit aan het boorgat door een goed filtraatwater verlies (FL). TUNNEL-GEL™ PLUS is zonder probleem in combinatie met andere BAROID producten te gebruiken.
<b>Toepassing/Functies:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Geeft viscositeit aan de boorspoeling.</li><li>- Heeft draagkracht voor het transport van boorgruis.</li><li>- Reduceert water indringing in de waterdoorlatende formatie..</li><li>- Bevordert boorgat stabiliteit in moeilijke te boren formaties.</li></ul>
<b>Voordelen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Goede transport capaciteit van boorgruis tijdens het boren.</li><li>- Goed draagvermogen tijdens stilstand.</li><li>- Gemakkelijk te mengen en bereikt snel de maximale viscositeit</li><li>- Niet giftig en fermenteert niet.</li></ul>
<b>Typische eigenschappen:</b>	Geel poeder Dichtheid 2600 kg/m <sup>3</sup> pH in 3% suspensie ≈ 10
<b>Aanbevolen gebruik:</b>	Voeg langzaam toe door een hopper of strooi het in de vortex van een hoge snelheids mixer. Gebruik in normale condities: 25 – 35 kg/m <sup>3</sup> leidingwater. Gebruik in moeilijke of grind condities: 35 – 40 kg/m <sup>3</sup> leidingwater. Als het aanmaakwater een lage pH /of een hoge hardheid heeft, voeg dan 1 kg SODA ASH per m <sup>3</sup> aan het water toe, daarna TUNNEL-GEL™ PLUS TUNNEL-GEL™ PLUS is verpakt in 25 kg meervoudige, special gecoate zakken en in 1.000 kg big-bags.
<b>Verpakking:</b>	
<b>Beschikbaarheid:</b>	TUNNEL-GEL™ PLUS wordt geleverd door onze distributeurs.

Voor zover wij kunnen beoordelen, is bovengenoemde informatie correct.  
Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.



- Horizontaal gestuurde boringen (HDD)
- Pilot gestuurde avegaarboringen
- Pipe bursting
- Persboringen
- Dämmer specialisme



## Bijlage 6

Boorstaat 9 tonner / 18 tonner  
(Registratieformulier boorgegevens)

Opdrachtgever				<b>holland drilling</b>				
Projectnr.								
Uitvoeringsdatum								
Plaats								
Adres				Boormachine (ton)	2,5 / 9 / 18 / 30 / 45 / 80			
Boormeester				Surveyor (CV)				
Testen kalibreren		Ja / Nee		Machinist				
Klic aanwezig		Ja / Nee		Boringnr.				
Tekening aanwezig		Ja / Nee		Boorlengte	meter			
Buis geleverd		Ja / Nee		Diameter buis	Ø SDR			
Pilotboring		Ja / Nee		Lengte geleverde buis	meter			
Spoeling afgevoerd		Opdr.gever / Loonw. / HD		Haspel nummer				
Zelf grondwerk		Ja / Nee		Restant lengte op haspel				
Zelf digitaal ingemeten		Ja / Nee		Hoeveelheid spoeling	m <sup>3</sup>			
Schets getekend		Ja / Nee		Aantal uren grondwerk	uur			
Stang	Diepte	Pitch	Duwkr. (kN)	Trekk. (kN)	Rotatie (rpm)	Pomp (l/min)	Pomppdr. (bar)	Opdracht / bijzonderheden
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
Aldus ingevuld door uitvoerende Naam boormeester				Voor akkoord opdrachtgever Naam uitvoerder				
Handtekening				Handtekening				



## Bijlage 7

### Afwijkingen Richtlijn Boortechnieken

(RWS informatie | Richtlijn Boortechniek | Juni 2019-v1.0)

#### Afwijkingen

##### *Gronddekking en aanlegniveau onder wegen*

Onderdeel van het aanlegniveau van een boring is de gronddekking. In deze richtlijn wordt onder gronddekking verstaan:

*Gronddekking is de afstand tussen het diepste punt van de onderzijde van de (on)gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de bovenzijde van het boorgat.*

In het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de maximaal toegestane afwijking tijdens de uitvoering.

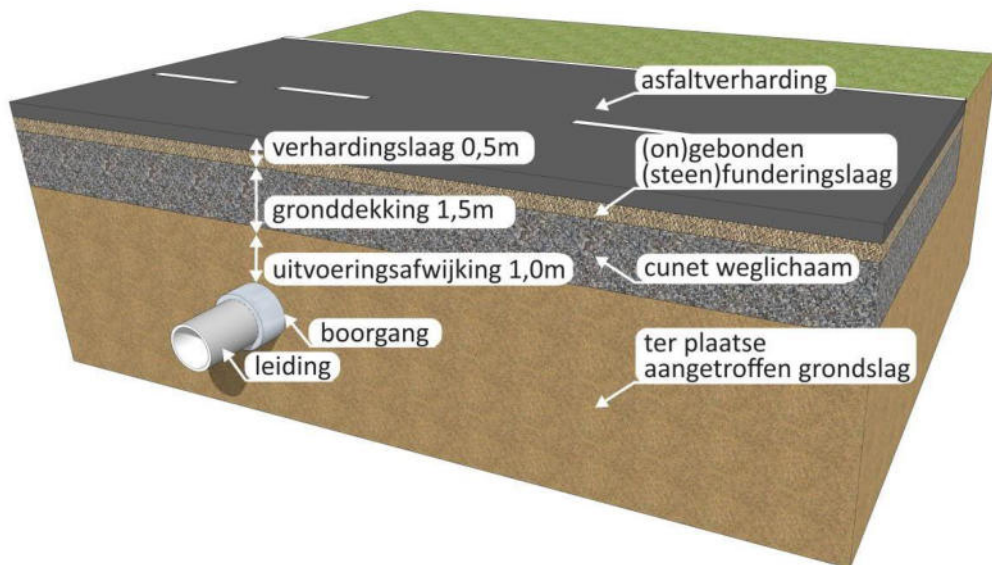
In figuur 2.2 is een schematische weergave gegeven van de gronddekking voor HDD-boringen. Indien de dikte van de verhardingslaag (inclusief de [on]gebonden [steen]funderingslaag) niet bekend is en er geen aanwijzingen zijn dat de dikte van de verhardingslaag  $> 0,5$  meter, dan dient voor deze dikte 0,5 meter aangehouden te worden. Daarnaast dient rekening gehouden te worden met eventuele afwijkingen tijdens het uitvoeren van de boring. Voor de uitvoeringsafwijking dient 1,0 meter te worden aangehouden, tenzij wordt onderbouwd dat hier een kleinere waarde voor gehanteerd kan worden.

Voor HDD-boringen geldt dat de gronddekking ter plaatse van de verharding minimaal moet voldoen aan de volgende eis:

- in cohesieve grond: minimaal 1,5 meter;
- in niet-cohesieve grond: 6 x de buitendiameter van de aan te brengen leiding met een minimum van 1,5 meter.

Een uitzondering geldt voor boringen van drukloze leidingen  $\leq 160$  mm ten behoeve van kabels. Hier geldt aan de rand van de weg een minimale gronddekking  $\geq 1,5$  meter ten opzichte van bovenkant maaiveld, waarbij geen rekening hoeft te worden gehouden met de verhardingslaag en uitvoeringsafwijking.

Op basis van de minimale gronddekking dient ook het aanlegniveau (de uitwendige onderzijde van de aan te leggen leiding) te worden bepaald. Het aanlegniveau dient te worden gebaseerd op de gronddekking, maximale uitvoeringsafwijking, de uitwendige leidingdiameter, de dikte van de funderingslaag. Het aanlegniveau dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.



Figuur 2.2 : schematische weergave gronddekking HDD-boringen onder wegen

Voorbeeld: De minimale eis ten aanzien van de gronddekking van 1,5 meter betekent praktisch gezien een gronddekking van minimaal 3,0 meter tussen de bovenkant verharding en de bovenkant boorgat (1,5 meter gronddekking + 0,5 meter verhardingslaag + 1,0 meter uitvoeringsafwijking).

#### *In- en uittredepunten*

De in- en uittredepunten dienen zodanig te worden gekozen dat de stabiliteit van de aardebaan blijft gewaarborgd. Indien het in- en/of uittredepunt binnen de stabiliteitszone van de aardebaan ligt, dient door berekeningen te worden aangetoond dat de stabiliteit gewaarborgd blijft. De stabiliteitszone dient te worden bepaald conform de NEN 3651 artikel 6.2.2.

Een uitzondering kan gemaakt worden voor drukloze leidingen  $\leq 160$  mm ten behoeve van kabels. De in- en uittredepunten (incl. eventuele ontgraving) dienen te liggen buiten de lijn welke op 1,0 meter van de rand verharding en onder een helling van 1:1,5 (vert:hor) naar beneden gaat.

#### *Specifieke ontwerpeisen HDD-boringen onder waterwegen*

Voor HDD-boringen onder waterwegen gelden:

- de voorwaarden voor HDD-boringen onder wegen (zie paragraaf 2.4);
- de voorwaarden uit NEN 3651;
- de in deze paragraaf opgenomen aanvullende bepalingen.



## Bijlage 8

### Drill Control Rapportage ontwerp boring

#### ---Algemeen---

Ontwerpdatum: 6/2/2021  
Drill Control Versie: 6.6.2805  
Boring nummer: B01  
Boring ontwerp op basis van Lengteprofiel

#### ---Ontwerp parameters---

Topografische situatie aanwezig  
Horizontaal ontwerp: Volgens Lengteprofiel  
Verticaal ontwerp: 2 Controlepunt(en)  
Intrede  
Diepte Intredepunt t.o.v. Maaiveld = 0 meter  
Hoek = -18.3 graden (-33%)  
Minimale Lengte: 0  
Neergaande Bocht  
Verticale radius = 50 meter  
Middelste Rechte  
Hoek = 0 graden (0%)  
Minimale Lengte: 0 meter  
Opgaande Bocht  
Verticale radius = 50 meter  
Uittrede  
Diepte Uittredepunt t.o.v. Maaiveld = 0 meter  
Hoek = 18.3 graden (33%)  
Minimale Lengte: 0 meter  
Minimale boorradius = 30 meter

#### ---Lengtes---

Totale lengte boorlijn = 104.26 meter  
Neergaande rechte = 22.35 meter  
Neergaande bocht = 15.94 meter  
Middelste rechte = 29.61 meter  
Opgaande bocht = 15.94 meter  
Opgaande rechte = 20.42 meter

#### ---Maximale gronddekking---

Neergaande rechte = 7.19 meter  
Neergaande bocht = 10.38 meter  
Middelste rechte = 10.54 meter  
Opgaande bocht = 9.73 meter  
Opgaande rechte = 6.53 meter

#### ---Radius informatie---

Boring ontwerp bevat gecombineerde radii  
Kleinste gemeten Radius = 49 meter

#### ---Coördinaten boorlijn---

	X	Y	Z
ITP 200600.33	399852.30		13.85
Tv1 200620.35	399859.35		6.85
Th1 200628.76	399862.31		4.79
Tv2 200635.10	399864.64		4.33
Th2 200647.84	399869.91		4.33
Tv3 200662.28	399876.37		4.33
Tv4 200676.58	399882.77		6.85
UTP 200694.29	399890.68		13.25