

## BOORPLAN Horizontaal gestuurde boring

Project: 250724.WP06

N301 (hmp 16.2-16.3) te Nijkerk



<b>Opgesteld door:</b>	<b>Opdrachtgever:</b>	<b>Vergunningverlener:</b>
Naam: <span style="background-color: black; color: black;">[REDACTED]</span>	Naam: Liander	Naam: Provincie Gelderland
Datum: 7-4-2026		
		



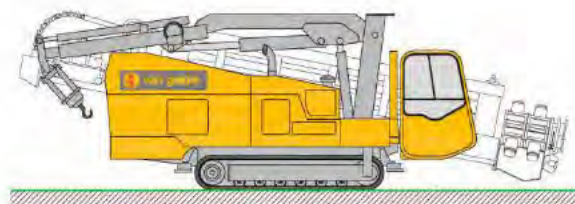
## Voorwoord

Van Gelder afd. gestuurd boren heeft van u opdracht mogen ontvangen voor het realiseren van een ontwerp van N301 weg (hmp. 16.2-16.3) kruising middels gestuurd boren.

De plannen zijn zo zorgvuldig mogelijk opgesteld op basis van de aan van Gelder verstrekte gegevens. In dit boorplan is er rekening gehouden met de bestaande kabels en leidingen en zoveel mogelijk worden de wensen van vergunning- en/of toestemmingverleners aangehouden.

Van Gelder is niet aansprakelijk indien onbekende zaken leiden tot stagnatie van de werkzaamheden. Om dit te voorkomen dient de aannemer ten alle tijden zich voor aanvang van de werkzaamheden te conformeren met het gerealiseerde plan en zelf een graafmelding te doen zoals is vastgelegd in de wet WION.

Revisie	Datum	Status	Opgesteld	Gecontroleerd	Geaccepteerd
1.0	7-4-2026	Definitief			
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					





# Inhoudsopgave

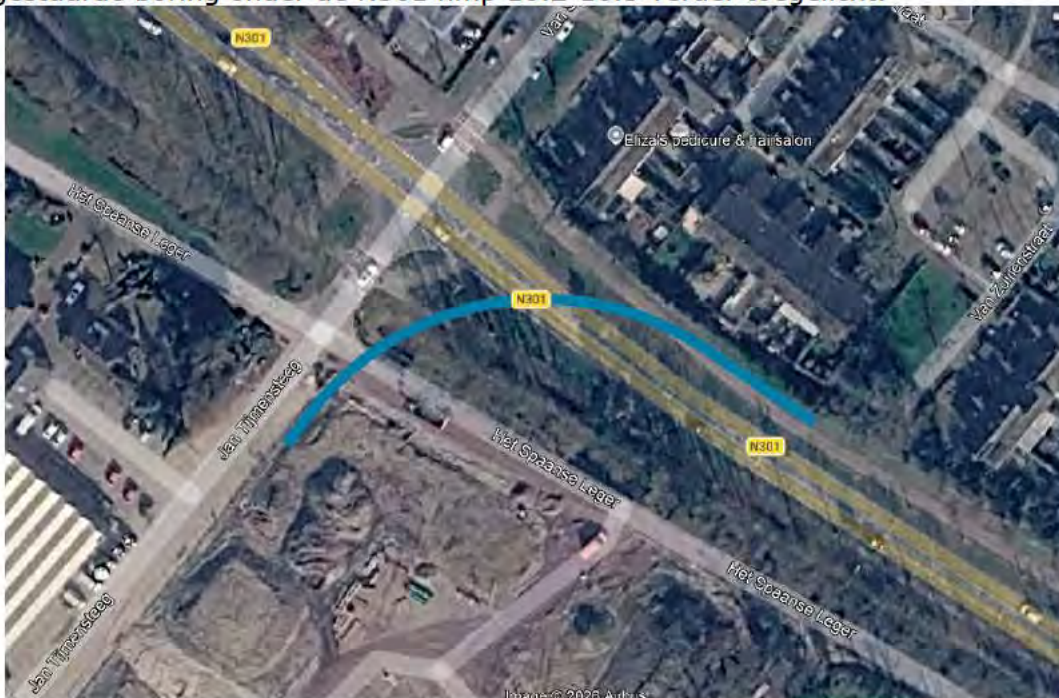
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Project specificaties</b>	<b>6</b>
2.1	Belangrijke aspecten op dit project:	6
2.2	Keuze boortracé en geometrie:	6
2.3	Keuze boorlijn:	6
2.4	Inrichten in- en uittredepunt:	7
2.5	Geplande werktijd:	9
2.6	Personeel:	9
2.7	Registratie revisiegegevens:	9
2.8	Afwijkingen:	10
<b>3</b>	<b>Technische gegevens</b>	<b>11</b>
3.1	Aan te brengen buizen:	11
3.2	Geometrische gegevens:	11
3.3	Plaatsbepaling:	11
3.4	In te zetten materiaal:	12
<b>4</b>	<b>Gegevens sterkteberekening</b>	<b>13</b>
4.1	Grondopbouw met waterstand	13
4.2	Ballasten leiding	13
4.3	Trekkrachtberekening	14
4.4	Deflectie en Implosie $\varnothing 110$ : Leiding no. 1	14
4.5	Deflectie en Implosie $\varnothing 110$ : Leiding no. 2	14
4.6	Deflectie en Implosie $\varnothing 110$ : Leiding no. 3	14
4.7	Conclusie sterkteberekening	15
<b>5</b>	<b>Gegevens Muddrukberekening</b>	<b>16</b>
5.1	Boorvloeiستofdrukken	16
5.2	Conclusie muddrukberekening	18
<b>6</b>	<b>Algemene omschrijving gestuurde boring</b>	<b>19</b>
6.1	Beschrijving boormethode:	19
6.2	Pilotboring:	19
6.3	Ruimen:	20
6.4	Cleaning run (optioneel):	20
6.5	Intrekoperatie:	21
6.6	Boorspoeldrukken:	21
6.7	Mobilisatie en demobilisatie	22

6.8	Opslag en transport van boorslurry .....	23
<b>7</b>	<b>Boorspoeling .....</b>	<b>24</b>
7.1	Doel van boorspoeling: .....	24
7.2	Het aanmaken van boorspoeling: .....	24
7.3	Debieten en muddrukken: .....	24
<b>8</b>	<b>Beheersing kwelproblematiek .....</b>	<b>25</b>
8.1	Kwel: .....	25
8.2	Risico's en maatregelen: .....	25
8.3	Maatregelen op dit project: .....	25
	<b>Bijlagen .....</b>	<b>26</b>
<b>1</b>	<b>Werktekening .....</b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>Grondonderzoeken .....</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>Sterkte- en muddrukberekening .....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>Specificaties meetsysteem .....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>Specificatie boorspoeling .....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>In te zetten boorrig .....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Risicoanalyse; .....</b>	<b>33</b>



# 1 Inleiding

Liander heeft van Gelder afd. gestuurd boren gevraagd om een gestuurde boring te ontwerpen ten behoeve van een MS-tracé. Om dit tracé te kunnen realiseren is het noodzakelijk om enkele infrastructurele werken te kruisen. In dit boorplan wordt de gestuurde boring onder de N301 hmp 16.2-16.3 verder toegelicht.



1 Figuur Werklocatie

## 2 Project specificaties

### 2.1 Belangrijke aspecten op dit project:

Het geplande boortracé kruist de N301 weg hmp 16.2-16.3. Hiervoor dient vergunning te worden aangevraagd bij de Provincie Gelderland.

Het boortracé is van tevoren geschouwd en er is bij het kadaster een oriëntatiemelding gedaan (26O0008146). Uit dit vooronderzoek is gebleken dat er rekening moet worden gehouden met onderstaande punten.

Het boortracé is zo gekozen dat we voldoen aan de eisen van de opdrachtgevers en de richtlijnen van de vergunningverleners (Provincie Gelderland), Richtlijnen Boortechniek "2019" en de richtlijnen van diverse kabel- en leidingbeheerders.

Tijdens de uitvoering worden ter plaatse van het in- en uittredepunt alle kabels en leidingen vrij gegraven en indien noodzakelijk extra beschermingsmaatregelen getroffen

De input voor de sterkte- en muddrubberekeningen (zie bijlage 3) is gebaseerd op de bijgevoegde bodemonderzoeken. (zie bijlage 2). Om de grondwaterstand in te schatten is gebruik gemaakt van peilbuisgegevens, afkomstig van Dinoloket/Grondwatertools (TNO). De gerealiseerde sterkte berekening geeft aan dat de aan te brengen buis geschikt is voor de geplande werkzaamheden. Uit de muddrubberekeningen blijkt dat ter plaatse van de berekende punten voldoende marge wordt gehouden tussen de minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldruk.

### 2.2 Keuze boortracé en geometrie:

#### Walk-over

Op dit project kan de pilotboring worden gerealiseerd met een walk-over meetsysteem. Met dit meetsysteem kan de surveyor de boorkop op basis van een ontvanger vanaf het maaiveld blijven volgen.

De geometrie van het geplande tracé is zo gekozen, dat met de juiste radii van de boorstangen en het gekozen meetsysteem, de vereiste diepte kan worden gehaald.

### 2.3 Keuze boorlijn:

De keuze van de boorlijn is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- In- en uittredehoek van 18 graden. Horizontale boogstraal van 60 meter. Verticale boogstraal van 70 meter. Combinatiestraal van 45,56 meter. Deze parameters zijn voldoende voor uitvoering met een walk-over meetsysteem.
- De boring wordt uitgevoerd met een JT30 boorinstallatie (15 tons).
- De minimale dekking bedraagt:
  - circa 4,5 meter onder de watergang
  - circa 7,12 meter onder de N301



## 2.4 Inrichten in- en uittredepunt:

Uit de oriëntatiemelding (26O0008146) blijkt dat er ter plaatse van het in- en uittredepunt diverse kabels en leidingen aanwezig zijn. Ten einde deze niet te beschadigen is het noodzakelijk de exacte ligging hiervan te lokaliseren door middel van proefsleuven. Hierbij kan het noodzakelijk blijken om het exacte in- en uittredepunt aan te passen of om tijdelijk de bestaande kabels om te leggen.

Voor het verkrijgen van werkwater dient er water naar de locatie te worden getransporteerd.

Het intredepunt is gepland aan de zuidwestzijde van de boring.

Op deze locatie zal een deel van de parkeerplaats worden afgezet voor het opstellen van de boorinstallatie, voertuigen en materieel.

Er wordt circa 300 m<sup>2</sup> rijplaten aangebracht om een werkterrein te creëren.

Een deel van het materieel zal op de rijplaten worden geplaatst, terwijl de voertuigen op de parkeerplaats worden gepositioneerd.



Figuur 2 Overzicht intredepunt

Het uittredepunt is gepland aan de noordoostzijde van de boring.  
Op deze locatie zullen het fiets- en voetpad tijdelijk worden afgesloten.  
Er wordt circa 250 m<sup>2</sup> rijplaten aangebracht om een stabiel werkterrein te creëren.  
Voor de in- en uitrijbewegingen van de zuigwag en zal een verkeersregelaar worden ingezet. Langs het werkterrein wordt een bermafzetting geplaatst langs de weg.



**Figuur 3** Overzicht uittredepunt

De aan te brengen 3xØ110 PE100 SDR11 leidingen worden vanaf haspels, die achter het uittredepunt zijn opgesteld, uitgelegd en ingetrokken.



## 2.5 Geplande werktijd:

De geplande werktijd is bepaald in overeenstemming met de ingeschatte voortgangssnelheid per fase. Bij een gestuurde boring moeten de onderstaand fasen als opvolgend worden uitgevoerd. Het aanvoeren, lassen en beproeven van de buizen zal doorlopend gedurende de onderstaande fasen worden gerealiseerd.

Werkdag	1											
Uren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vorbereidende werkzaamheden												
Verkeersmaatregelen treffen												
Aanvoeren en opstellen boorrig												
Controle klikmelding + proefsleuven												
Graven in-/ uittredepunt												
Pilotboring (Walk-over) + Ruimen												
Intrekken buis												
Herstellen werklocatie + afvoeren boorrig												

- Indicatieve voortgangssnelheid bij de pilotboring; ca. 25m tot 50m/uur
- Indicatieve voortgangssnelheid bij de ruimfase; ca. 30 tot 50m/uur
- Indicatieve voortgangssnelheid bij het intrekken; ca. 30 tot 50m/uur

De voortgangssnelheid van de pilotboring, ruimfase(s) en intrekken van mantelbuis/mantelbuizen is onderhevig aan de lokale grondopbouw en externe factoren.

## 2.6 Personeel:

Inzet van het personeel op de boorrig zijn Surveyer, Boormeester, Mudman, Kraan en 1 of 2 assistenten. Hierbij is de taakverdeling als volgt:

- Boormeester:
  - Bediening van de boorrig
  - Koppelen van de boorstangen (intredepunt)
- Boor-assistent:
  - Samenstellen van de boorspoeling
  - Spiegellassen van de buizen
- Surveyor:
  - Verzorgen meet- en revisiegegevens

## 2.7 Registratie revisiegegevens:

Conform de vigerende NEN- normen is het noodzakelijk om bij iedere boorfase (pilot, ruim en intrekfase) de voortgang van het proces te monitoren. Dit wordt gerealiseerd door het registreren van de onderstaande parameters:

- Positiebepalingen en metingen;
- Debiet en druk van de boorvloeistof (aan de pomp/boorkop);
- Trekkracht van de boorrig;
- Indien geëist de resultaten van de monitoring, met de nul- en vervolgmeting.

## 2.8 Afwijkingen:

Het is mogelijk dat een pilotboring onder bepaalde omstandigheden afwijkt van het vooraf geplande boortracé. De boormeester en assistent-boormeester houden continu en nauwlettend het boorproces in de gaten en eventuele afwijkingen worden geregistreerd. Wanneer de boring buiten de 'maximale toegestane afwijking' treedt zal door de hoofduitvoerder contact worden opgenomen met de opdrachtgever.

Volgens de NEN 3650-01 en Richtlijnen Boortechnieken mag de afwijking in de lengte-, breedte- en diepteligging van de hartlijn van de leiding niet groter zijn dan aangegeven afwijkingen in het onderstaande tabel.

Richting	Maximale uitvoeringsafwijking
Verticaal	+1m / -1m
Horizontaal	
- In lengterichting t.p.v uittredepunt	+5m / -2m
- In dwarsrichting t.p.v uittredepunt	+1m / -1m
- In dwarsrichting tracé tussen in-/uittredepunt	+5m / -5m
Boogstralen	< 10%

Figuur 4 Maximale toegestane afwijking



### 3 Technische gegevens

In dit hoofdstuk zijn de technische gegevens van de gestuurde boring te vinden welke ingevoerd zijn in het rekenprogramma D-Geo Pipeline, versie 24.1.

#### 3.1 Aan te brengen buizen:

Bij het realiseren van de gestuurde boring zal een PE100 SDR-11 3xØ110mm worden aangebracht.

Totaal aantal aan te brengen buis/buizen	:	3stuk(s)
Type buis	:	PE (polyethyleen)
Diameter buis	:	Ø110mm
Wanddikte	:	10mm
Kwaliteit	:	PE100 SDR-11
Drukklasse	:	PN16
Werkdruk	:	n.v.t.
Ontwerpdruk	:	n.v.t.

#### 3.2 Geometrische gegevens:

Lengte boortracé (maaiveld)	:	125,03m
Lengte boortracé (boorlijn)	:	127,05m
Intredehoek	:	18°
Uittredehoek	:	18°
Neergaande verticale boogstraal	:	70m
Opgaande verticale boogstraal	:	70m
Horizontale boogstraal	:	60m
Gecombineerde boogstraal	:	45,56m
Diepste punt gestuurde boring (N.A.P.)	:	-5,34m
Diepste punt gestuurde boring (maaiveld)	:	-7,42m
Diameter te gebruiken ruimers	:	Ø305mm

#### 3.3 Plaatsbepaling:

##### Walk-over

Uit het schouwen van de werklocatie is gebleken dat de gestuurde boring kan worden uitgevoerd met een walk-over meetsysteem. Bij dit meetsysteem wordt er een zender in de boorkop gemonteerd. Deze zender kan met een ontvanger vanaf het maaiveld worden gevolgd door de surveyor. De door de surveyor verzamelde gegevens worden hierna doorgegeven aan de boormeester. De zender geeft de volgende gegevens door:

- Diepte
- Helling
- Klokstand
- Richting
- Temperatuur van de zender
- Batterijstatus

Dit meetsysteem is gevoelig voor storing door omgevingsinvloeden. Voorbeelden hiervan zijn kabels, staal of beton in de ondergrond. Daarnaast wordt het meetsysteem minder nauwkeurig naar mate de boorkop dieper onder het maaiveld komt. In de meetgegevens dient daarom een tolerantie te worden aangehouden van 0,5 meter links en rechts van de boorlijn. Aanvullende informatie van dit meetsysteem is te vinden in Bijlage 4.

### 3.4 In te zetten materiaal:

Voor de processen van sleufloze aanlegtechnieken is er een indeling gemaakt. De processen van de scope sleufloze technieken worden bij gestuurde boringen onderverdeeld in 3 processen (S-A, S-B en S-C).

Gestuurde boringen (Processen S-A, S-B en S-C)

De indeling voor de gestuurde boringen is ingegeven door de omvang van de boring.

- "Kleine gestuurde boringen" (S-A) worden uitgevoerd met een minirig tot een maximale trekkracht van 12 ton (120 kN).
- "Grote gestuurde boringen" (S-B) worden uitgevoerd met een midirig tot een maximale trekkracht van 80 ton (800 kN).
- "Zeer grote boringen" (S-C) worden over uitgevoerd met een maxirig met een trekkracht van meer dan 80 ton (800 kN).

De CKB-regeling geeft aan dat er onder bepaalde omstandigheden aanleiding kan zijn om van de indeling af te wijken. Voorbeelden hiervan zijn:

- Aard en omvang van het te kruisen object
- Grondslag
- Leidingmateriaal
- Diepte
- Detectiemethode van de zender in de boorkop
- Risico in geval van schades

Dit project is volgens de CKB-regeling gecategoriseerd als een kleine gestuurde boring (S-A), welke wordt uitgevoerd met een boorinstallatie van circa 15 ton (bijv. JT30). Bij dit project is er geen aanleiding om van de CKB-regeling af te wijken.







### 4.3 Trekkraftberekening

Volgens de trekkraft berekening is er voor deze boring een maximale trekkraft benodigd van 18 kN = 1,8 ton, zie bijlage 3. Vanwege onvoorziene omstandigheden adviseert Van Gelder boren hierin een ruime marge te nemen.

### 4.4 Deflectie en Implosie $\varnothing 110$ : Leiding no. 1

De resultaten van de berekening tonen aan dat de wanddikte van 10,0 mm voldoet.

De deflectie van de leiding is 1,9 mm ( $1,88\% \times D_g$ ). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 8,0 mm ( $8,00\% \times S \times D_g$ ). De deflectie is toelaatbaar. De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 5,0 mm ( $5,00\% \times D_g$ ). De deflectie is toelaatbaar.

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 103 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 62 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m<sup>2</sup>.

### 4.5 Deflectie en Implosie $\varnothing 110$ : Leiding no. 2

De resultaten van de berekening tonen aan dat de wanddikte van 10,0 mm voldoet.

De deflectie van de leiding is 1,9 mm ( $1,88\% \times D_g$ ). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 8,0 mm ( $8,00\% \times S \times D_g$ ). De deflectie is toelaatbaar. De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 5,0 mm ( $5,00\% \times D_g$ ). De deflectie is toelaatbaar.

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 103 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 62 kN/m<sup>2</sup>, dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m<sup>2</sup>.

### 4.6 Deflectie en Implosie $\varnothing 110$ : Leiding no. 3

De resultaten van de berekening tonen aan dat de wanddikte van 10,0 mm voldoet.

De deflectie van de leiding is 1,9 mm ( $1,88\% \times D_g$ ). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 8,0 mm ( $8,00\% \times S \times D_g$ ). De deflectie is toelaatbaar. De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 5,0 mm ( $5,00\% \times D_g$ ). De deflectie is toelaatbaar.

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 103 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  $62 \text{ kN/m}^2$ , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van  $278 \text{ kN/m}^2$ .

#### **4.7 Conclusie sterkteberekening**

Op basis van het grondonderzoek, de boortekening en de uitgevoerde sterkteberekening kan worden geconcludeerd dat de boring is ontworpen binnen de geldende richtlijnen van de boor- en meetapparatuur.

De boring voldoet aan de gestelde eisen uit de sterkteberekening.

Op grond van bovenstaande kan worden geconcludeerd dat de boring technisch haalbaar is en binnen de geldende richtlijnen kan worden uitgevoerd.

## 5 Gegevens Muddrukberekening

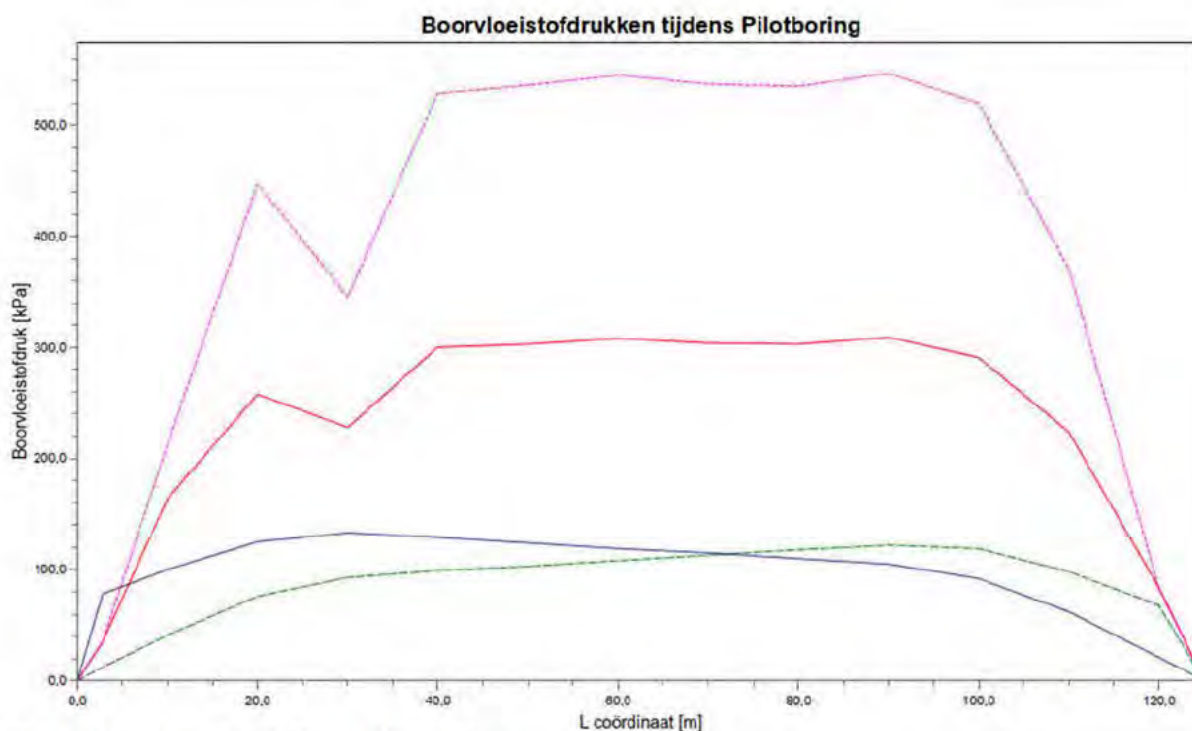
Bij het uitvoeren van gestuurde boringen wordt gebruik gemaakt van bentoniet. Dit is een natuurlijke soort klei, dat als een droge stof op de werklocatie wordt aangevoerd. In de meng-unit van de boorinstallatie wordt de bentoniet vermengd met water tot de gewenste viscositeit. Dit mengsel wordt tijdens alle fasen van het boorproces gebruikt. Het debiet van de pomp is afhankelijk van de verschillende boorfasen en grondsamenstelling. Om te voorkomen dat het debiet te hoog is en de mud door de ondergrond het maaiveld bereikt (wegstroomt) zijn er mud druk berekeningen uitgevoerd. Hierin is de minimaal benodigde mud druk vergeleken met de maximaal toelaatbare mud druk. Bij deze berekening is de pilotboring in de meeste gevallen maatgevend, omdat het uitstromen van de boorspoeling slechts aan één kant mogelijk is. Nabij het in-/uittredepunt is het risico op een blow-out het grootst vanwege de geringe dekking tot het maaiveld.

### 5.1 Boorvloeistofdrukken

Onderstaand zijn de boorvloeistofdrukken die tijdens de pilotboring, voorruimen en intrekoperatie optreden weergegeven. Deze boorvloeistofdrukken volgen uit bijgevoegde berekening.

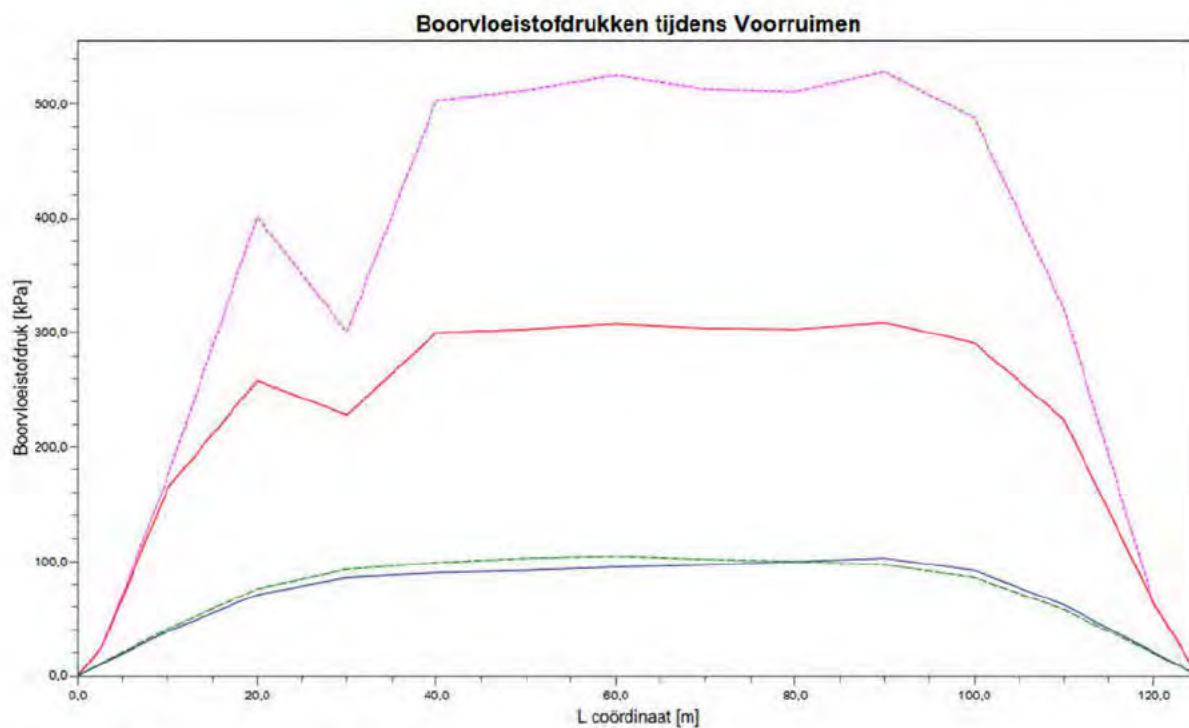


Figuur 6 Legenda Boorvloeistofdrukken

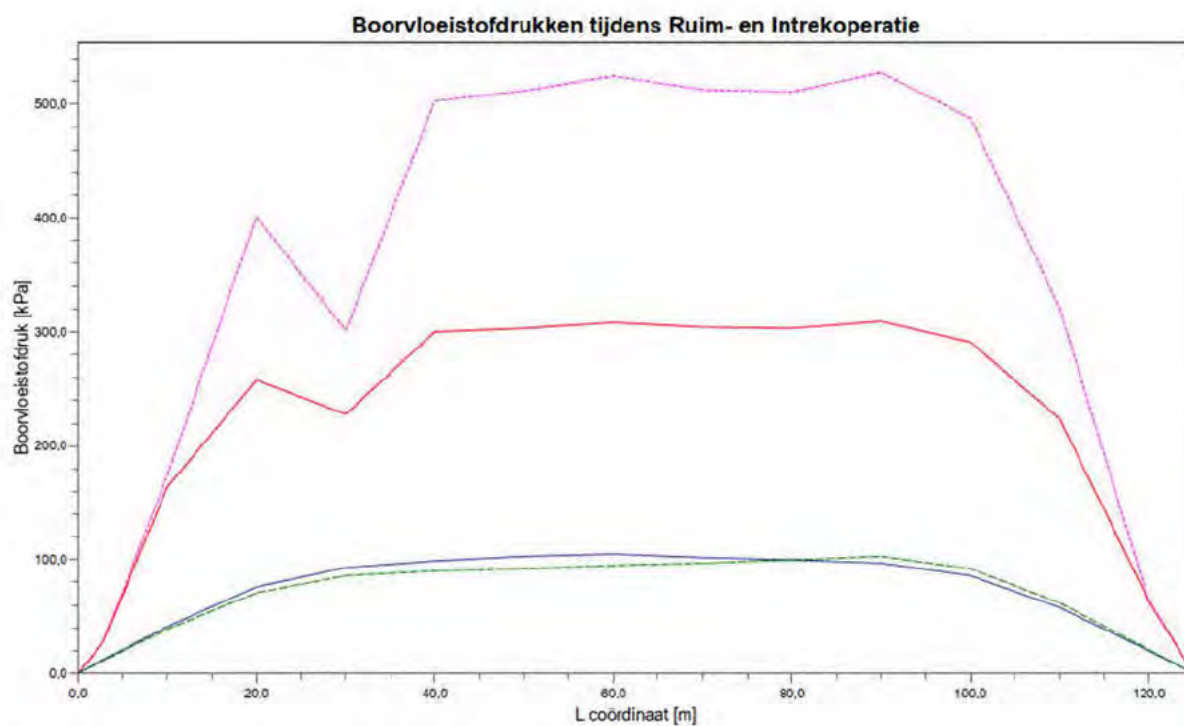


Figuur 7 Boorvloeistof tijdens Pilotboring





Figuur 8 Boorvloeistof tijdens Voorruimen



Figuur 9 Boorvloeistof tijdens Ruim- en intrekoperatie

## **5.2 Conclusie muddrukberekening**

Uit de berekende boorvloeistofdrukken tijdens de pilotboring, het voorruimen en de intrekkoperatie blijkt dat de optredende drukken niet maatgevend zijn.

De pilotboring wordt uitgevoerd van links naar rechts, waarbij de leiding van rechts naar links wordt ingetrokken.

Uit de berekeningen blijkt dat de minimaal vereiste boorvloeistofdruk ruim onder de maximaal toelaatbare druk blijft. Hierdoor wordt geen mud-uitbraak verwacht.



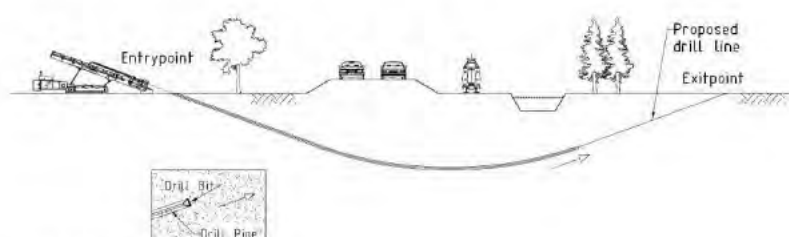
## 6 Algemene omschrijving gestuurde boring

### 6.1 Beschrijving boormethode:

Nadat het equipment is aangevoerd, geplaatst en aangesloten kan met het eigenlijke boorproces worden begonnen. Dit is onder te verdelen in drie stappen respectievelijk de pilot boring, ruimgangen en het intrekken van de pijpleiding. Onderstaand wordt dit boorproces beschreven.

### 6.2 Pilotboring:

De eerste stap is de pilot boring. Hierbij worden de boorbuizen van ca 3,0 meter lang één voor één door de boorstelling de grond ingeduwd. De afzonderlijke boorstangen worden door middel van een schroefkoppeling aan elkaar gekoppeld tot een boorstreng.



Pilot boring

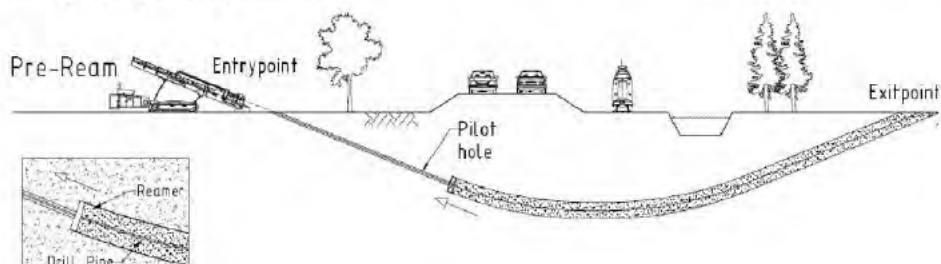
Door de boorstreng wordt boorvloeistof gepompt, welke met kracht door de nozzles in de bit naar buiten wordt gespoten. Dit creëert tezamen met de borende werking van het bit een gat.

Na het gereedkomen van de pilot, worden de gegevens ter controle en goedkeuring voorgelegd aan de opdrachtgever.

### 6.3 Ruimen:

Bij de HDD techniek wordt in een aantal stappen eerst een gat gecreëerd dat in diameter 25-40% groter is dan de in te trekken leiding of bundel. Indien tijdens de uitvoering het niet toelaat op 1 ruimgangen te gebruiken kan hierop afgeweken worden. Daarna wordt de leiding pas in het gecreëerde gat getrokken.

Het ruimen gebeurt met speciaal ontworpen ruimers met snijtanden en injectie nozzles. Ook hierbij wordt boorvloeistof vanaf de boorstelling door de boorstreng en via de ruimer (door nozzles) in het boorgat gespoten. De boorvloeistof vermengt zich met de losgefreesde gronddelen en dit mengsel stroomt door de pompdruk naar het in- of uittredepunt. De te gebruiken ruimertypes zijn mede afhankelijk van de ervaringen tijdens pilotfase.



#### Ruimfase

Het aantal ruimfasen zal, afhankelijk van de ervaringen opgedaan bij de pilot boring en de achtereenvolgende ruimgangen, door van Gelder tijdens de uitvoering van de boring bepaald worden.

### 6.4 Cleaning run (optioneel):

Voordat met intrekken kan worden begonnen is het vereist dat het gat voldoende groot, schoon en vrij is van obstakels. Indien hier twijfel over bestaat kan een cleaning run worden uitgevoerd. Afhankelijk van de verwachte problemen kan er voor gekozen worden om een barrel-reamer of een stenenvanger door het gat te trekken. Dit proces is vergelijkbaar met het ruimen, maar omdat er geen grond hoeft te worden verwijderd, kan dit veel sneller gebeuren. Ook tijdens het doortrekken van de barrel of stenenvanger zal door de nozzels boorspoeling worden gepompt.

Deze cleaning run zal normaal gesproken worden uitgevoerd met dezelfde barrel als voor het intrekken wordt gebruikt.

De beslissing om een cleaning run uit te voeren wordt genomen door de uitvoerder in overleg met zijn boormeester of de technische staf op kantoor.

Aanleiding voor het uitvoeren van een cleaning run zou onder andere het volgende kunnen zijn:

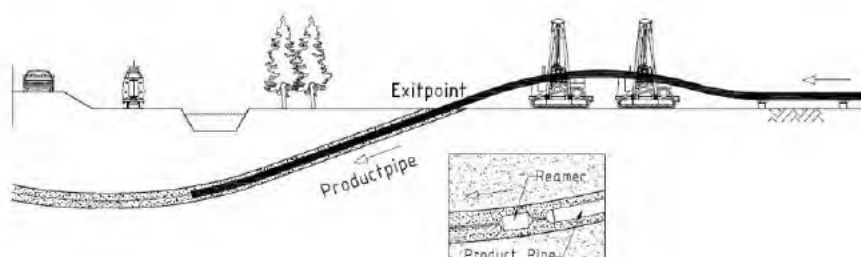
- Een zeer afwijkend zandpercentage in de spoeling.
- Een afwijkend ruimproces (bijvoorbeeld in trekkracht of koppel)
- Onverwachte / onverklaarbare afwijking in de mud retourstroom
- Indicaties voor de aanwezigheid van stenen



## 6.5 Intrekoperatie:

De productleiding ligt in één stuk klaar om ingetrokken te worden en is aan de voorzijde voorzien van een trekkop.

Bij het uittredepunt wordt aan de boorstreng een barrel ruimer gekoppeld om eventuele hobbels tijdens het intrekken te kunnen opruimen. Dan wordt deze aan de te installeren pijpleiding gekoppeld met de swivel ertussen. Hiermee wordt voorkomen dat de roterende beweging van de boorstreng zich doorzet naar de productleiding. Vervolgens wordt m.b.v. de boorstelling de leiding in het boorgat ingetrokken.



### Intrekken

## 6.6 Boerspoeldrukken:

Bij de uitvoering van een HDD wordt boerspoeling gebruikt. Deze spoeling wordt in alle fases van het proces door de stangen naar beneden gepompt, en stroomt via de nozzles in de diverse werktuigen in het boorgat. Daar stroomt het via de annulus terug naar in- respectievelijk uittredepunt. Zolang deze spoeling in stilstand is heerst in de spoeling de hydrostatische druk. Om de boorvloeistof in beweging te krijgen is een geringe overdruk in het boorgat nodig om de effecten van de viscositeit en de wrijving te overwinnen. Tijdens de uitvoering van de pilot is deze druk het hoogste. Deze verhoogde druk in het boorgat moet door de formatie worden weerstaan. Het zou kunnen zijn dat de grond rondom het boorgat niet in staat is deze drukken te weerstaan. In dat geval ontstaat een zogenaamde blow out van spoeling door een breuk in de grond.

Voordat met de uitvoering van een boring wordt begonnen worden de minimale benodigde en de maximaal toelaatbare boerspoeldrukken berekend. Deze berekening wordt uitgevoerd op basis van de boorstangen.

Tijdens de uitvoering wordt de druk aan de boormachine gemeten. Voorafgaand aan de verschillende fasen wordt daarom eerst een flowtest of druktest uitgevoerd, waarbij het drukverlies over de BHA bij een aantal debieten wordt gemeten. Deze informatie wordt gebruikt om de minimaal benodigde spoelingsdruk te herberekenen. Wanneer het nodig is om aanvullende maatregelen te treffen met betrekking tot boerspoeldrukken worden deze specifiek per boring aangegeven.

In veel gevallen is nabij het uittredepunt de benodigde druk hoger dan die welke de formatie aan kan. Door op het laatste stuk het spoelingsvolume te verminderen wordt de druk in de annulus ook verminderd en kan een uitbraak vaak vermeden worden. Uitbraken kunnen ook ontstaan als de grond in het verleden tot op grotere diepte geroerd is geweest, bijvoorbeeld door grondonderzoek of funderingen.

Mocht er zich ondanks alle maatregelen toch een uitbraak voordoen, dan wordt deze indien mogelijk gecontroleerd door rondom de uitbraak een dam te creëren van grond.

Het is voor het boorproces van belang dat deze retourstroom zo veel mogelijk in stand blijft. Door de niveaus in de tanks en het gat bij in- en uittredepunt in de



gaten te houden, wordt bewaakt dat er geen groot verlies aan spoeling optreedt. Als deze wegvalt zullen er verschillende pogingen worden gedaan om deze weer op gang te krijgen. Dit kan bijvoorbeeld door de stangen terug te halen/duwen om het boorgat op te schonen, ruimstappen of -richting te wijzigen, aanpassen van de spoelingseigenschappen dan wel volumes.

Het is echter mogelijk dat er (tijdelijk) geen retourstroom is, en deze ook niet meer op gang te krijgen is. Als er zich slappe lagen in de ondergrond bevinden nemen deze soms een groot volume aan spoeling op. Met name bij het boren van het laatste gedeelte tijdens de pilot van lange boringen is de benodigde druk om de spoeling naar het intredepunt terug te pompen soms te groot. Dan kan het pompvolume worden teruggebracht, in heel slappe lagen tot aan uittredepunt zelfs tot vrijwel 0. Tijdens het ruimen komt de spoeling eerst aan het uittredepunt terug. Na verloop van tijd is er een omslagpunt waarbij de spoeling naar het intredepunt gaat stromen. Er is dan een tijdje aan geen van beide kanten retour.

Als er geen retourstroom is, wordt een afweging gemaakt wat hiervan de oorzaak kan zijn en of er actie wordt ondernomen om de stroming weer op gang te krijgen. Dit kan bijvoorbeeld door bit of ruimer terug te halen als het vermoeden is dat instortingen de retourstroom belemmeren.

In sommige gevallen kan het proberen de retourstroom weer op gang te krijgen ook slechter zijn voor de boring. Als de indruk ontstaat dat het boorgat te lijden heeft onder pogingen de stroming weer op gang te krijgen, zal geaccepteerd moeten worden dat er tijdelijk geen retourstroom is. In deze gevallen zal de boorlijn nauwlettend in de gaten worden gehouden om te kijken of er eventuele doorbraken van spoeling aan de oppervlakte waargenomen worden. In dat geval wordt de boring tijdelijk gestopt om maatregelen te nemen en de spoeling ter plaatse te controleren en af te voeren.

## 6.7 Mobilisatie en demobilisatie

Bij de mobilisatie wordt het equipment op vrachtwagens aangevoerd. Met behulp van een graafmachine wordt het equipment afgeladen nabij in- en uittredepunt. Op de werkterreinen worden onder andere de volgende onderdelen geplaatst: rig, schaftkeet, vrachtwagen, een pomp en mix unit, tankwagen, kraan, generatoren en boorbuizen.

Voor de rig wordt een mudpit gegraven voor het opvangen van de uitstromende boorslurry.

De boorstelling wordt onder de van tevoren bepaalde intredehoek met de horizontaal opgesteld. Dit geschiedt volledig hydraulisch. Naast het koppelen van de mudslangen tussen pompen en worden ook de elektrische voeding-, informatie- en stuurkabels tussen de rig, de meetunit en de besturingscabine aangesloten.

Ter plaatse van het uittredepunt wordt een mud pit gegraven waar de uitstromende boorspoeling in wordt opgevangen en eventueel verder getransporteerd.

Na het gereedkomen van een boring wordt de rig en het andere boormaterieel naar een volgende boorlocatie getransporteerd of volledig afgevoerd van het project.



## 6.8 Opslag en transport van boorslurry

Het boorspoeling systeem bestaat in hoofdzaak uit boorspoeling meng-/recycling unit en boorspoeling pompen. De mix unit mengt bentoniet en water tot de gewenste viscositeit. De boorspoeling is dan direct gereed voor gebruik. Het benodigde water wordt waar mogelijk onttrokken uit het nabij gelegen open water. Voorafgaand van de boorwerkzaamheden wordt gecontroleerd of de kwaliteit van het water geschikt is om de boorspoeling mee aan te maken. Indien er geen nabijgelegen water is, wordt gebruik gemaakt van waterleidingen of water wordt van verder weg aangevoerd met tankwagens.

De boorvloeistof wordt door de pompen via de boorstreng naar de boorkop of ruimer gepompt en via nozzle(s) in de boorkop dan wel ruimers wordt de grond los gespoten. Vervolgens stroomt de boorvloeistof verzadigd met de los geboorde gronddeeltjes (zgn. boorslurry) langs de buitenzijde van de boorstreng naar het in-, respectievelijk uittredepunt en wordt afgevoerd. Tijdens de uitvoering van de boringen zal de boorspoeling regelmatig gemeten worden om de kwaliteit van de boorvloeistof en daarmee de stabiliteit van het boorgat te waarborgen. Voor aanvang van de boring wordt de zuurgraad en de geleidbaarheid van het aanmaakwater gecontroleerd. Het aanmaakwater wordt beoordeeld of de kwaliteit voldoende is, niet te zuur en niet te zout.

De vrijgekomen boorslurry zal worden opgepompt en worden afgevoerd naar een erkend verwerkingsbedrijf



## 7 Boorspoeling

### 7.1 Doel van boorspoeling:

Bij het uitvoeren van gestuurde boringen wordt gebruik gemaakt van bentoniet. Dit is een natuurlijke soort klei, dat als een droge stof op de werklocatie wordt aangevoerd. In de meng-unit van de boorinstallatie wordt de bentoniet vermengd met water tot de gewenste viscositeit. Dit mengsel wordt tijdens alle fasen van het boorproces gebruikt. De specifieke eigenschappen van bentoniet zorgen gedurende het boorproces voor het volgende:

- Het lossputten van de grond ter plaatse van de boorkop
- Het afdrijven van los gespoten of los gesneden gronddelen
- Het afpleisteren van de grond rondom het boorgat
- Het stabiliseren van het boorgat
- Het koel houden van de streng en zender in de boorkop
- Smering bij het intrekken van de in te trekken buis
- Opvullen van de oversnijding na het intrekken van de buis.

### 7.2 Het aanmaken van boorspoeling:

Bentoniet wordt met water tot boorspoeling / mud vermengd. Zowel leidingwater als oppervlaktewater is geschikt hiervoor. Bij het gebruik van oppervlaktewater dient er rekening mee gehouden te worden dat vervuiling in het water, een te hoge zuurgraad (pH-waarde) of een te hoog zoutpercentage van invloed is op de kwaliteit van de boorspoeling. Nadelige effecten kunnen in een aantal gevallen met speciale toevoegingen aan de boorspoeling worden gereduceerd.

### 7.3 Debieten en muddrukken:

De boorspoeling wordt onder druk via de boorkop en de nozzles van de ruimer in de grond gespoten. Bij een midi rig varieert het debiet van de pomp tussen de 200 en 1200 l/min, Het debiet is afhankelijk van de schillende boorfasen en grondsamenstelling. Om te voorkomen dat het debiet te hoog is en de mud door de ondergrond het maaiveld bereikt (blow-out) zijn er muddrubberekeningen uitgevoerd. Hierin is de minimaal benodigde muddruk vergeleken met de maximaal toelaatbare muddruk. Om blow-outs te voorkomen dient de minimaal benodigde muddruk altijd kleiner te zijn dan de maximaal toelaatbare muddruk. In de meeste gevallen is de pilotboring maatgevend, omdat het uitstromen van de boorspoeling slechts aan één kant mogelijk is. Nabij het in-/uittredepunt is het risico op een blow-out het grootst vanwege de geringe dekking tot het maaiveld.

Maatregelen:

- Door het debiet, de pompdruk en de voortgangssnelheid zoveel mogelijk te reduceren wordt het risico op een blow-out zoveel mogelijk beperkt;
- Tevens zal de minimaal benodigde pompdruk zoveel mogelijk worden aangehouden;
- Door een (verhoudingsgewijs) zwaardere boorinstallatie als nodig in te zetten, om zodoende wat meer drukkracht als pompdruk te gebruiken, zal er ook een kleinere kans zijn op een blow-out;
- Verder het constant (visueel) in de gaten houden van de retour stroom zal er toe bijdragen dat het risico van een blow-out te verwaarlozen zal zijn.

Indien er ondanks alle voorzorg toch een Blow-out optreedt zal er ter plaatse van de blow-out een gat gegraven worden waarin de vrijgekomen bentoniet zal worden verzameld. Deze zal dan vervolgens worden afgezogen met een zuigwagen.



## 8 Beheersing kwelproblematiek

### 8.1 Kwel:

Tijdens het boorproces wordt grond verwijderd en wordt de oversnijding tussen het boorgat en de aangebrachte buis opgevuld door de boorspoeling. De grondspanning rondom het boorgat zal hierdoor veranderen. Nadat de gestuurde boring gereed is wordt er een nieuw spanningsevenwicht gevormd tussen de achtergebleven boorspoeling en de grond er omheen. Dit gebeurt doordat het water langzaam uit de boorspoeling wordt geperst. Daarnaast kan met name in situaties met relatief zout grondwater de bentoniet na verloop van tijd gaan uitvlokken, waardoor zelfs holle ruimten in het boorgat ontstaan. Door het veranderen van grondspanning of het ontstaan van holle ruimten kan grondwater (kwel) gaan stromen. Een kwelstroom kan optreden bij een waterstandverschil tussen het in- en uittredepunt. Daarbij moeten niet alleen het open waterpeil, polderpeilen en de freatische grondwaterstand worden beschouwd, maar ook de stijghoogte (potentiaal) van het diepe grondwater.

### 8.2 Risico's en maatregelen:

Het onverwachts ontstaan van kwel zorgt voor overlast en kan bovendien de werking van waterkeringen negatief beïnvloeden. In geval van twijfel kan er met een kwelwegberekening worden getoetst of er een kans is op kwel. Vanwege de geringe kosten en het risico van kwel adviseren wij in geval van twijfel altijd een kwelscherm met een kleikist te plaatsen. Hierdoor wordt een kwelstroom geblokkeerd indien deze onverwachts toch ontstaat.

### 8.3 Maatregelen op dit project:

Op dit project worden geen waterkeringen of peilscheidingen gepasseerd en zijn de werkzaamheden geheel gepland binnen hetzelfde peilgebied. Langs loopsheid kan daarom niet optreden.

Om te kunnen controleren of er een risico is op kwel vanuit het diepe grondwater is met behulp van de bodemonderzoeken van Bijlage 2 geconstateerd dat er geen stijghoogte ontstaat die een risico vormt uit een mogelijke waterafsluitende laag. Uit deze gegevens is niet gebleken dat er risico is op kwel vanuit het diepe grondwater.

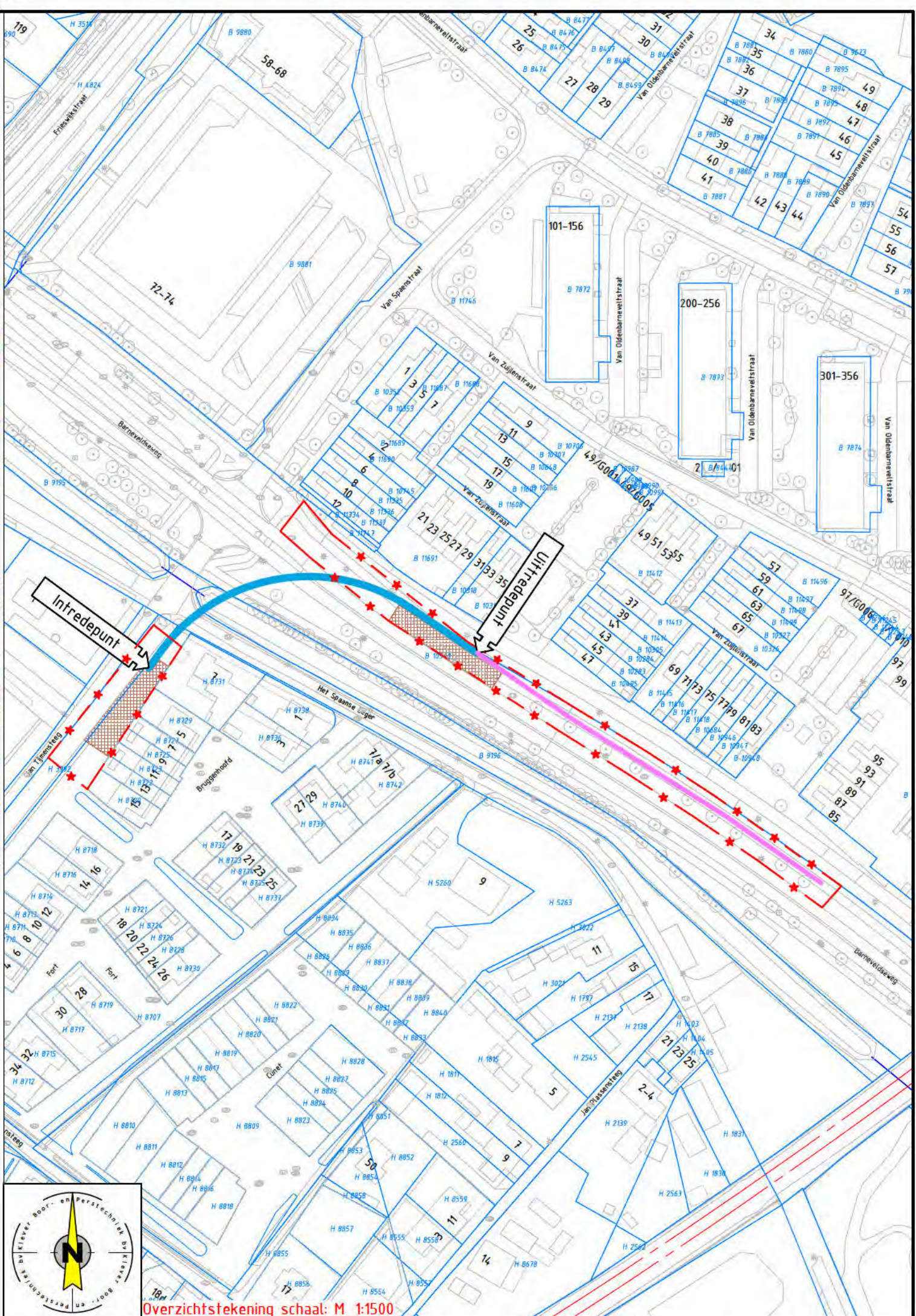
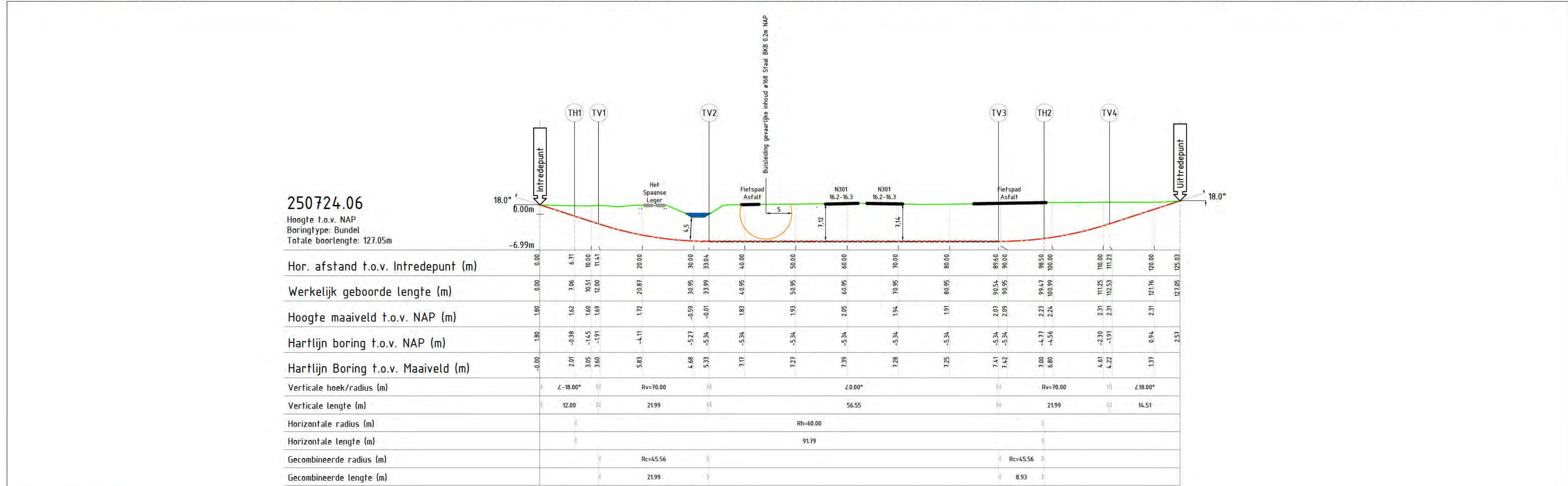
Op basis van deze gegevens is het nemen van maatregelen om een kwelstroom tegen te gaan op dit project niet van toepassing.

## **Bijlagen**



# **1 Werktekening**





Project gegevens:	Legenda Kleur:	Legenda:
• Geen verkeer aanwezig, water aanvoeren	MS	Boorlijn
• Uitlegstrook aanwezig (Buiten uitleggen vanaf haspel)	LS	Bestaande Boring
• Verkeersplan benodigd	HS	Harlijn
	GLD	Hulp (licht) lijn
• Inbredepunt	GHD	Uitleggen bus
• 300 m <sup>2</sup> rijplanten aanbrengen	WAT	Verkeersbus
• Deel van de parkeerplaats reserveren	RVV	Retour leiding
• Het zand hier wordt tijdelijk weggehaald.	ROD	Kadasterlijn
	BGI	Teggrafe
	WVN	Verkeerde
	OMN	Voelingsdeugdelijk
• Uitbredepunt		Rijplanten staal
• 250 m <sup>2</sup> rijplanten aanbrengen		Weg stinkers
• Uitlegstrook aanwezig op fietspad		Weg Asfalt
• Klinkers bij UTP verwijderen en herstellen		Harlijn Spoor
• Fietspad en voelpad asfalteren		Kernzone
• Bemaatlijnen		Gewasbeschermzone
		Buitenbeschermzone

- Walk-over met verkeersregelaar

Ontwerp van dit profiel is op basis van de door opdrachtgever verstrekte gegevens en wensen. De werkelijke uitvoering kan wijzigen i.v.m. ligging van kabels en leidingen en van obstakels, welke van te voren niet inzichtelijk zijn en of waren. Kabels en leidingen dienen in het werk opgezoekt te worden. De in en uitdredpunten worden in het werk bepaald bij het graven van de in en uitdreddegeul voor de boring.

De locatie en werkelijke lengte van de boring(en) wordt uiteindelijk bepaald door de situatie van de ondergrondse infra

Tangentpunten lijst '250724.06'			
Naam	X	Y	Hoogte
Intredepunt	161180.43	469677.31	1.80
TH1	161184.41	469682.72	-0.38
TV1	161187.34	469686.39	-1.91
TV2	161204.09	469699.89	-5.34
TV3	161258.55	469701.35	-5.34
TH2	161266.28	469696.94	-4.77
TV4	161276.83	469689.83	-1.91
Uitredepunt	161288.28	469682.11	2.57

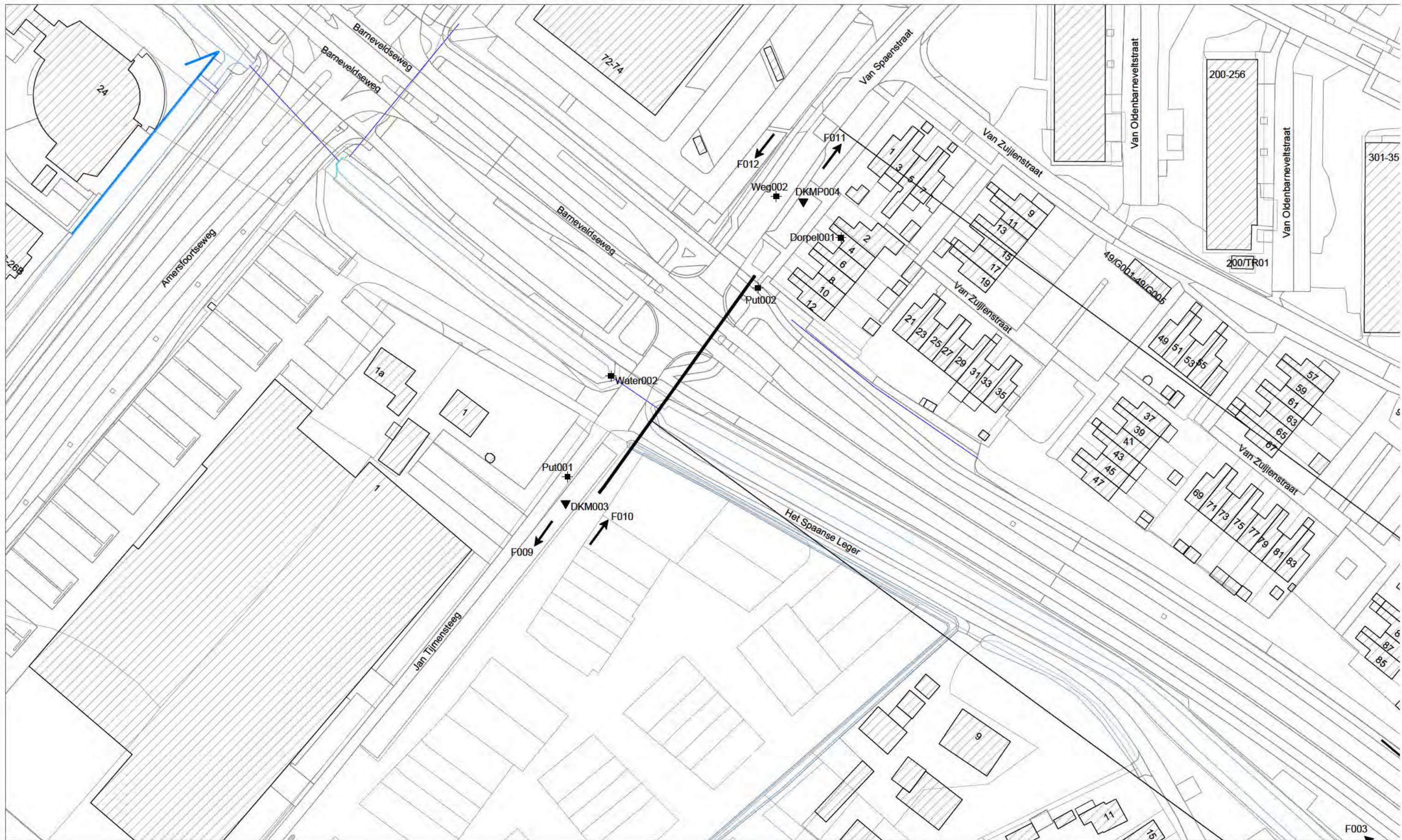
Alleen tekeningen in pdf formaat die van een stempel met datum en handtekening zijn voorzien zullen bij opdracht tot uitvoering van het project in behandeling worden genomen.

Lengte Boring: 128m				<h1>Liander</h1> <p>onderdeel van alliantie</p>		Project nr. 250724 Meet methode Walk Over Inzél boor rig JT30 15 tonner Klic nr. 2600008146 Belang bij Provincie Gelderland Formaat A1 Schaal Zie Tek.	
Bevechtid NoorDijde B&C 3425 AK Bessing 9348-554509: ot@kloverbv.nl   www.kloverbv.nl		Opdrachtgever Liander KLM-SP Proj. nr. opdr. PR02126000076		Blad 1/1 Datum 31-3-2026 Gatekend  Geacconteerd  Status Uitvoering Ontwerp UO		Par. Controle	
<h2>PLANTEKENING/VERGUNNINGSAANVRAAG</h2>				Project: Tekening gestuurde boring HD006 t.b.v. MS-Tracé Werkllocatie Intrade:			
Krusing Jan Tjennsteeg met Het Spaanse Leger Te Nijkerk				Werkllocatie Uittrade: Parallel aan N301 hooz 16.2-16.3 Te Nijkerk			
Wzijinging Wzijinging Wzijinging Wzijinging		Wzijinging Wzijinging Wzijinging Wzijinging		Wzijinging Wzijinging Wzijinging Wzijinging		Wzijinging Wzijinging Wzijinging Wzijinging	
Wzijinging B De uilleegstrook is toegevoegd						7-4-2026	



## **2 Grondonderzoeken**





Opdrachtschrijving / locatie:  
**Gestuurde boringen  
te Nijkerk**



Bewerkt: **CSS**  
Datum: **14 januari 2025**

Omschrijving tekening:  
**Situatietekening**

Schaal: **1:1000**  
Formaat: **A3**

Opdrachtnummer: **25SP0002**  
Bijlage: **SIT-02**



## OVERZICHT MEETPUNTEN

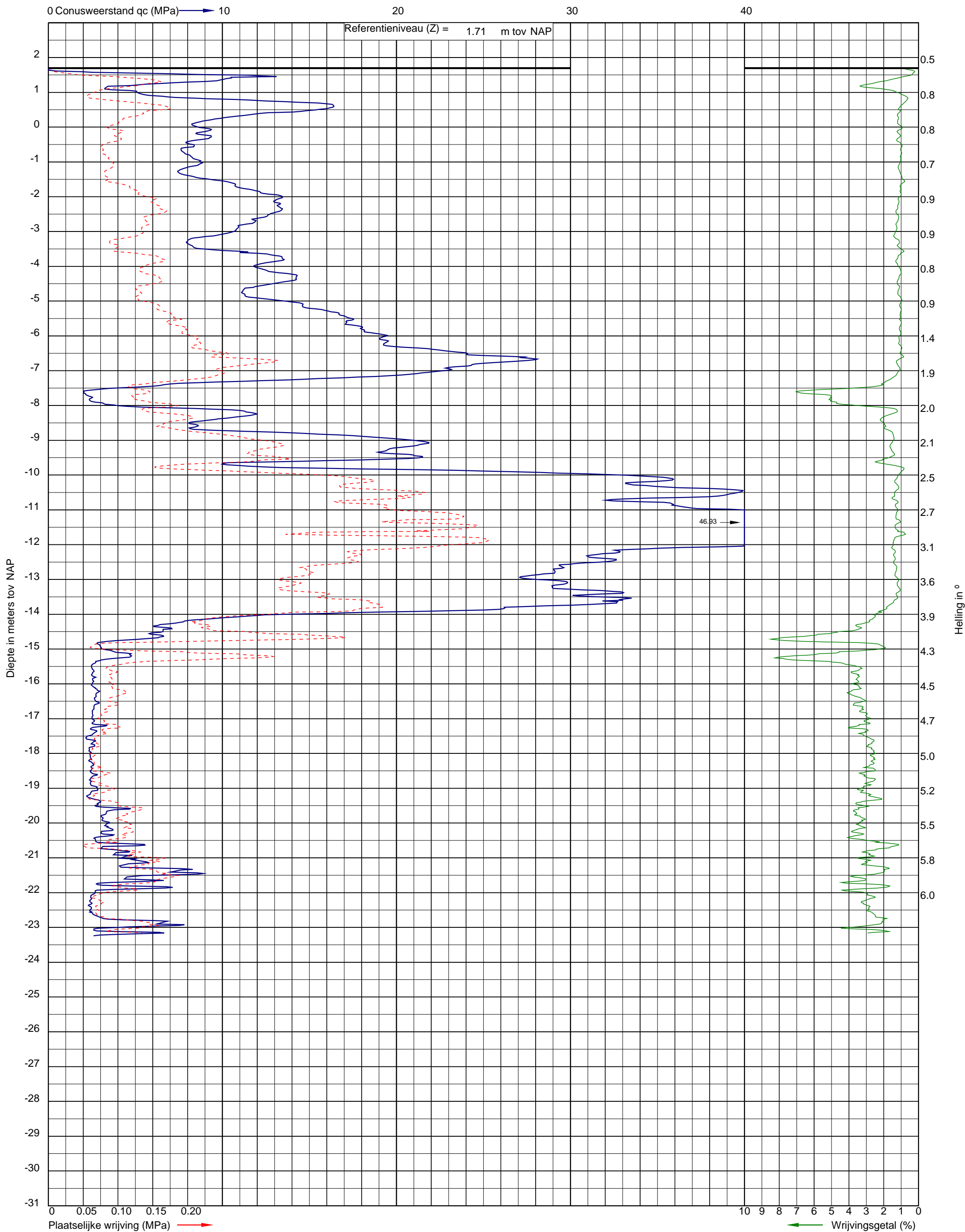
Horizontaal coördinatensysteem (X,Y) Rijksdriehoeksmeting (RD)  
Verticale referentie (Z) Normaal Amsterdams Peil

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]	GWS * [m t.o.v. NAP]	Datum uitvoering
DKM001	161415,61	469564,74	1,74	0,89	09-01-2025
DKMP002	161580,02	469446,82	2,55	---	09-01-2025
DKM003	161171,56	469672,54	1,71	---	09-01-2025
DKMP004	161239,73	469759,08	1,87	---	10-01-2025
DKMP005	161753,03	469310,47	2,43	---	10-01-2025
DKM006	161756,69	469154,91	2,28	1,73	10-01-2025
Dorpel001	---	---	2,15	---	10-01-2025
Kolk001	161447,80	469574,56	2,33	---	10-01-2025
Put001	161172,06	469681,65	1,68	---	10-01-2025
Put002	161226,70	469735,81	1,86	---	10-01-2025
Water001	161411,60	469557,73	0,20	---	10-01-2025
Water002	161184,55	469710,57	0,09	---	10-01-2025
Water003	161806,73	469228,12	1,00	---	10-01-2025
Weg001	161436,57	469566,13	2,42	---	10-01-2025
Weg002	161231,95	469762,04	1,71	---	10-01-2025
Weg003	161791,67	469180,80	2,42	---	10-01-2025

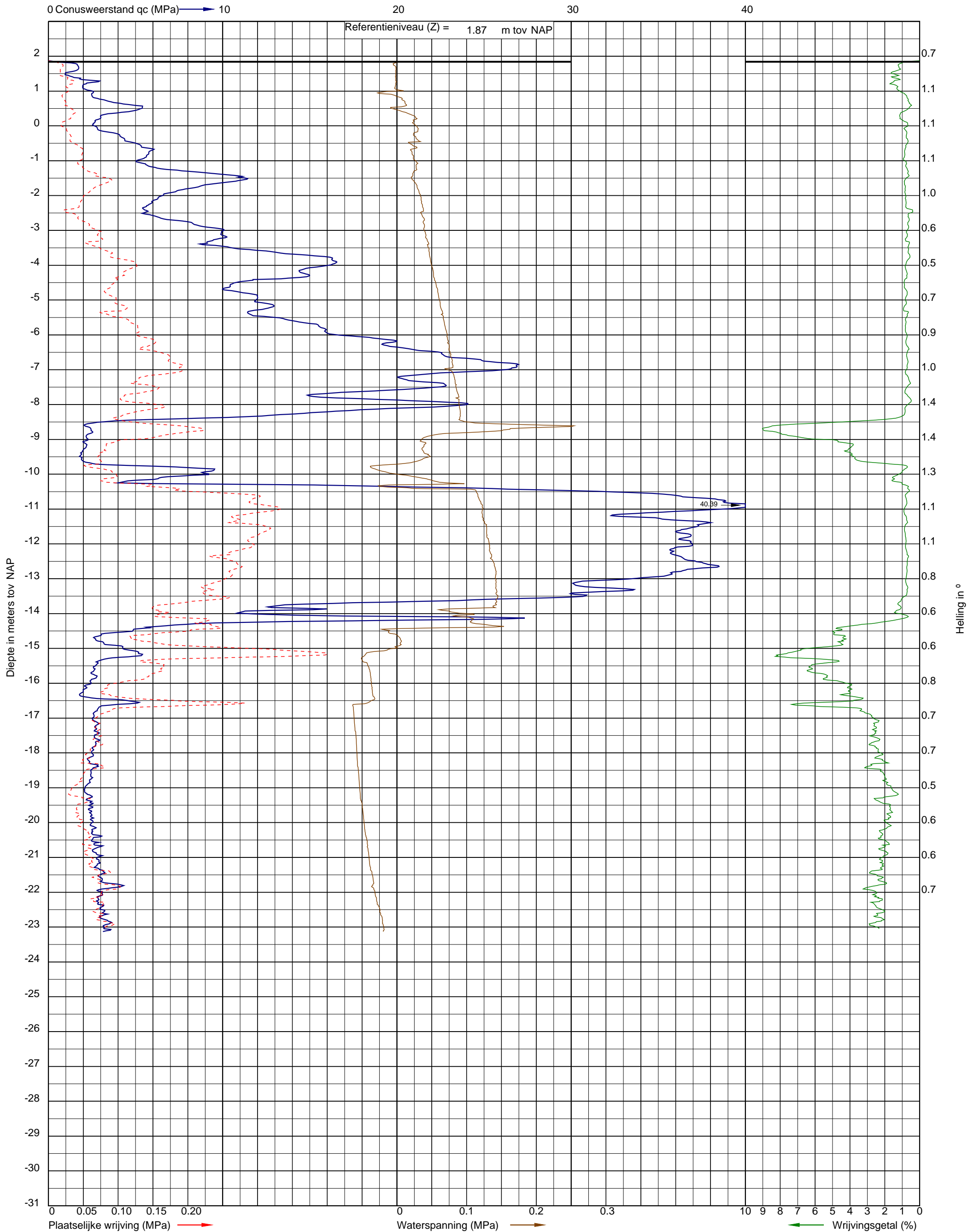
\* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

### Let op:

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.







## LEGENDA TEKENINGEN EN VERKLARING AFKORTINGEN

### SONDERING

▼	D	Sondering zonder kleefmeting
	DKM	Sondering met kleefmeting
	DKMP	Sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DM	Mechanische sondering
	DKMS	Seismische sondering met kleefmeting
	DKMPS	Seismische sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	Dma	Magnetometer sondering
	Ma	Magnetometer (zonder conusweerstand)
	DB	Bolsondering
	DT	T-bar sondering
	FVT	Field vane test
	HPT	Hydraulic profiling tool
	DS	Slagsondering
	HM	Handsondering
	SPT	Standaard penetratie test
	DKM-EC	Geleidbaarheidssondering met kleefmeting
	DKMP-EC	Geleidbaarheidssondering met kleef- en waterspanningsmeting

▽ Niet uitgevoerd      ▼ fase 2      ▼ fase 3      ▼ fase 4

### BORING

●	HB	Handboring
	B	Mechanische boring

○ Niet uitgevoerd

### PEILBUIS

●	Bpb	Mechanische boring met peilbuis
	HBpb	Handboring met peilbuis
	PB	Gedrukte peilbuis

### MONITORING

⊗	WSM	Waterspanningsmeter
□	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⊞	DFB	Deformatiebout
⊕	SCM	Scheurmeter
⊞	EXM	Extensometer
⊞	TM	Tiltmeter
⊞	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

### ALGEMEEN

★	Meetpunt: brug, dorpel, kolk, meetbout, put, weg, water
→	Foto
▨	Bestaande bebouwing
↙	0-Punt lokaal assenstelsel



## LEGENDA BOORPROFIELEN (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

### KEIEN / KEITJES



### GRIND



### ZAND



### SILT



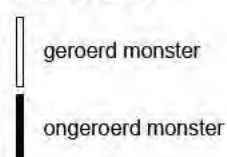
### KLEI



### VEEN / HUMUS / DETRITUS



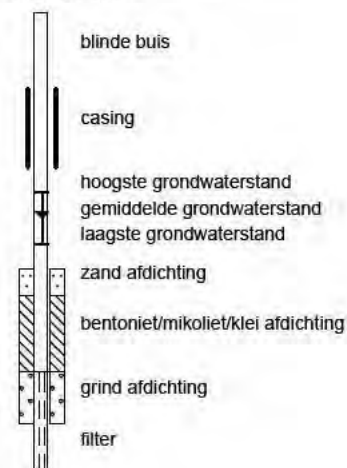
### MONSTERS



### KWALITEIT MONSTER

- QM1 = Ongeroid monster is geheel intact inclusief spanningstoestand
- QM2 = Ongeroid monster geheel intact
- QM3 = Ongeroid monster intact maar monsterverstoring zichtbaar
- QM4 = Monster is ernstig verstoord
- QM5 = Monster is geroerd

### PEILBUIS



### OVERIG

- ▲ Bijzonder bestanddeel
- ◀ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ≡ grondwaterstand
- ◆ Gemiddeld laagste grondwaterstand



Voor meer informatie zie: [www.socotec.nl](http://www.socotec.nl)

## **SOCOTEC NEDERLAND SPECIALIST IN:**

### **Geotechniek en milieu-expertise**

Grondonderzoek

Geotechnisch laboratoriumonderzoek

Geotechnisch- en geohydrologisch advies

Bouwplaats- en grondwater monitoring

Waterveiligheid

Uitvoeringsbegeleiding

Milieutechniek

### **Risicobeheer, verzekering en inspecties**

Claims

Controle van de omgeving

Risicoanalyses

Waardebepalingen

### **Gebouw veiligheid & duurzaamheid**

Binnenklimaat

Drinkwaterveiligheid

Gebouw- en techniekinspecties

Gebouwprestatie

Gebouwinformatie



### **3 Sterkte- en muddrukberekening**

## Rapport voor D-Geo Pipeline 24.1

Ontwerp van leidinginstallatie  
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 30-3-2026  
Tijd van rapport: 13:29:40  
Rapport met versie: 24.1.2.1914  
Berekend met versie: 24.1.2.1914

Bestandsnaam: DRI bestand - 250724.06

Projectbeschrijving: 250724.06 - Nijkerk - N301  
3xØ110 PE100 SDR-11  
Muddruk-en sterkteberekening



# 1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Berichten	4
2.1 Berekeningswaarschuwingen	4
3 Invoergegevens	5
3.1 Algemene Invoergegevens	5
3.2 Laagscheidingen	5
3.3 PN-Lijnen	6
3.4 Freatische Lijn	6
3.5 Grondprofielen	6
3.6 Grenslagen	6
3.7 Grondeigenschappen	6
3.8 Geometrie	7
3.8.1 Geometrie Sectie, Detail	7
3.8.2 Geometrie Bovenaanzicht	8
3.9 Berekenings Verticalen	8
3.10 Verkeersbelasting	8
3.11 Configuratie van de Pijpleiding	9
3.12 Materiaalgegevens van de Leiding	9
3.13 Gegevens voor Leidingberekening	10
3.14 Boorvloeistof Gegevens	10
3.15 Factoren	10
3.16 Rekenopties	11
4 Boorvloeistofdrukken	12
4.1 Boorvloeistof Gegevens	12
4.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	12
4.3 Boorvloeistofdruk Grafieken	13
4.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	13
4.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	14
4.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	14
5 Grondmechanische Data	15
5.1 Grondmechanische Parameters Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1	15
5.2 Grondmechanische Parameters Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2	16
5.3 Grondmechanische Parameters Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3	16
5.4 Young's Modulus per Laag per Verticaal	17
6 Gegevens voor Sterkteberekening	19
6.1 Algemene Gegevens	19
6.2 Ballasten Leiding	19
6.3 Trekkkrachtberekening	19
7 Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1	21
7.1 Materiaalgegevens van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1	21
7.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1	21
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	21
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	22
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	22
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	22
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	22
7.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1	23
7.4 Toetsing op Implosie van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1	23
8 Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2	25
8.1 Materiaalgegevens van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2	25
8.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2	25
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	25
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	26
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	26
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	26
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	26
8.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2	27
8.4 Toetsing op Implosie van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2	27
9 Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3	29
9.1 Materiaalgegevens van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3	29
9.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3	29
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	29
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	30

---

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	30
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	30
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	30
9.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3	31
9.4 Toetsing op Implosie van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3	31



## 2 Berichten

### 2.1 Berekeningswaarschuwingen

De diameter van buis "Ø110 PE100 SDR-11 (1)" ( $D_o = 110$  mm) voldoet niet aan de eisen zoals gesteld in figuur C.17 van norm NEN 3650-1:2020 voor de verkeersbelasting ( $200 \text{ mm} < D_o < 1600 \text{ mm}$ ). Het programma past een diameter van 200 mm toe voor de berekening van de verkeersbelasting.

De diameter van buis "Ø110 PE100 SDR-11 (2)" ( $D_o = 110$  mm) voldoet niet aan de eisen zoals gesteld in figuur C.17 van norm NEN 3650-1:2020 voor de verkeersbelasting ( $200 \text{ mm} < D_o < 1600 \text{ mm}$ ). Het programma past een diameter van 200 mm toe voor de berekening van de verkeersbelasting.

De diameter van buis "Ø110 PE100 SDR-11 (3)" ( $D_o = 110$  mm) voldoet niet aan de eisen zoals gesteld in figuur C.17 van norm NEN 3650-1:2020 voor de verkeersbelasting ( $200 \text{ mm} < D_o < 1600 \text{ mm}$ ). Het programma past een diameter van 200 mm toe voor de berekening van de verkeersbelasting.

### 3 Invoergegevens

#### 3.1 Algemene Invoergegevens

Gebruikt model	Horizontaal Gestuurde Boring
Eindigt aan de oppervlakte	Ja
Norm voor spannings analyse	Nederlandse norm (NEN 3650)
Abrupt zakkingsverschil	Nee

#### 3.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
7 - L -	-10,000	0,000	4,031	4,402	4,907
7 - Z -	1,797	1,797	1,641	1,649	1,643
7 - L -	6,190	6,713	7,140	7,975	8,898
7 - Z -	1,635	1,622	1,611	1,599	1,588
7 - L -	9,062	9,755	10,326	11,084	11,530
7 - Z -	1,586	1,597	1,606	1,663	1,695
7 - L -	12,916	13,269	13,655	15,070	15,454
7 - Z -	1,611	1,604	1,542	1,412	1,442
7 - L -	16,513	16,838	17,170	17,640	18,607
7 - Z -	1,523	1,540	1,602	1,646	1,737
7 - L -	19,825	20,378	20,919	22,010	22,153
7 - Z -	1,724	1,718	1,700	1,668	1,664
7 - L -	23,158	23,934	24,748	28,386	29,594
7 - Z -	1,696	1,716	1,714	0,153	-0,590
7 - L -	32,094	35,832	36,706	37,308	37,779
7 - Z -	-0,590	1,708	1,773	1,789	1,801
7 - L -	38,599	39,493	40,489	41,679	42,459
7 - Z -	1,817	1,824	1,832	1,859	1,877
7 - L -	42,543	43,153	43,864	44,432	45,778
7 - Z -	1,879	1,885	1,896	1,904	1,913
7 - L -	46,050	46,439	48,235	48,369	48,485
7 - Z -	1,916	1,920	1,925	1,926	1,926
7 - L -	48,988	50,420	50,573	50,930	52,606
7 - Z -	1,926	1,930	1,931	1,933	1,965
7 - L -	52,711	53,471	54,791	54,905	55,769
7 - Z -	1,967	1,995	2,025	2,027	1,940
7 - L -	61,347	65,718	67,047	67,903	69,806
7 - Z -	2,091	2,049	2,030	2,008	1,948
7 - L -	70,089	70,840	74,459	75,902	76,119
7 - Z -	1,936	1,959	1,864	1,872	1,875
7 - L -	76,645	76,878	78,693	78,830	79,336
7 - Z -	1,879	1,881	1,894	1,895	1,900
7 - L -	81,016	81,299	83,153	83,942	85,280
7 - Z -	1,929	1,933	1,953	1,976	2,009
7 - L -	85,386	86,627	87,572	89,361	89,757
7 - Z -	2,013	2,048	2,055	2,067	2,080
7 - L -	91,356	91,942	92,156	93,081	94,128
7 - Z -	2,132	2,145	2,149	2,160	2,166
7 - L -	95,026	96,313	96,433	97,976	98,499
7 - Z -	2,170	2,191	2,193	2,225	2,229
7 - L -	100,964	103,999	105,438	107,013	109,911
7 - Z -	2,244	2,275	2,277	2,271	2,312
7 - L -	110,028	110,268	113,042	114,385	116,057
7 - Z -	2,314	2,315	2,303	2,308	2,300
7 - L -	118,859	119,071	119,510	122,086	125,030
7 - Z -	2,295	2,295	2,301	2,354	2,574
7 - L -	130,000				
7 - Z -	2,574				
6 - L -	-10,000	130,000			
6 - Z -	-5,000	-6,000			
5 - L -	-10,000	130,000			



Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
5 - Z -	-7,500	-8,500			
4 - L -	-10,000	130,000			
4 - Z -	-8,000	-10,300			
3 - L -	-10,000	130,000			
3 - Z -	-9,700	-10,300			
2 - L -	-10,000	130,000			
2 - Z -	-14,300	-14,000			
1 - L -	-10,000	130,000			
1 - Z -	-15,500	-17,000			
0 - L -	-10,000	130,000			
0 - Z -	-17,000	-17,000			

### 3.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-10,000	130,000			
1 - Z -	0,900	0,900			

### 3.4 Freatische Lijn

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

### 3.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
7	Sand, clean, loose	1	1
6	Sand, clean, stiff	1	1
5	Clay, organ, moderate	1	1
4	Sand, clean, moder...	1	1
3	Sand, sl sil, moderate	1	1
2	Clay, organ, moderate	1	1
1	Clay, sl san, stiff	1	1

### 3.6 Grenslagen

De grens tussen (cohesieve) ongedraineerde toplagen en onderliggende (niet-cohesieve) gedraineerde lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 7: Sand, clean, loose

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 7: Sand, clean, loose

### 3.7 Grondeigenschappen

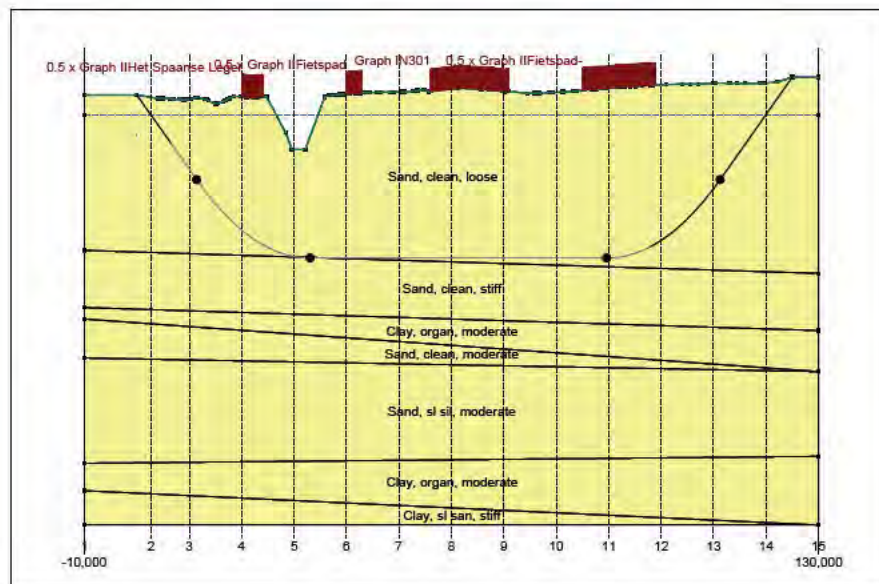
Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [gr]	Su top [kN/m²]	Su onder [kN/m²]
Sand, clean, loose	17,50	19,50	0,00	31,25	0,00	0,00
Sand, clean, moder...	18,50	20,50	0,00	33,75	0,00	0,00
Sand, clean, stiff	19,50	21,50	0,00	37,50	0,00	0,00
Sand, sl sil, moderate	18,50	20,50	0,00	29,75	0,00	0,00
Clay, sl san, stiff	20,50	20,50	14,00	25,00	145,00	145,00
Clay, organ, moderate	15,50	15,50	0,50	15,00	27,50	27,50

Naam	Grondtype	Emod 100 [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
Sand, clean, loose	-	-	30000,00	30000,00
Sand, clean, moder...	-	-	60000,00	60000,00
Sand, clean, stiff	-	-	92500,00	92500,00
Sand, sl sil, moderate	-	-	42500,00	42500,00
Clay, sl san, stiff	-	-	7500,00	7500,00
Clay, organ, moderate	-	-	1500,00	1500,00

Naam	Adhesie A [kN/m <sup>2</sup> ]	Delta D [gr]	Nu [-]
Sand, clean, loose	-	-	0,35
Sand, clean, moder...	-	-	0,35
Sand, clean, stiff	-	-	0,35
Sand, sl sil, moderate	-	-	0,35
Clay, sl san, stiff	-	-	0,45
Clay, organ, moderate	-	-	0,45

### 3.8 Geometrie

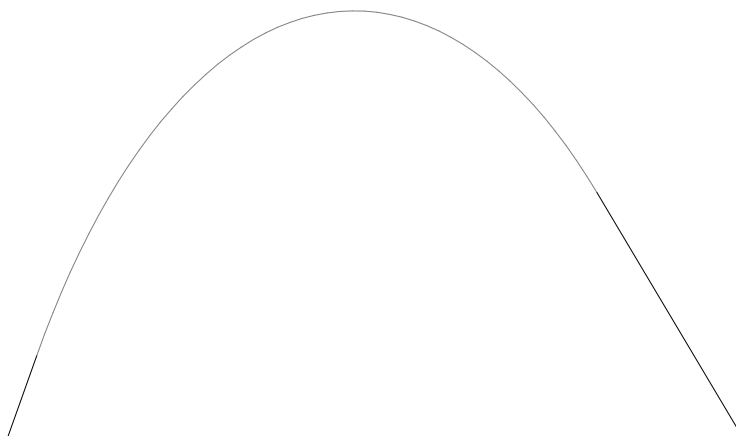
#### 3.8.1 Geometrie Sectie, Detail





### 3.8.2 Geometrie Bovenaanzicht

Bovenaanzicht



### 3.9 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	-10,000	n.a.
2	2,811	0,884
3	10,000	-1,452
4	20,000	-4,111
5	30,000	-5,271
6	40,000	-5,337
7	50,000	-5,337
8	60,000	-5,337
9	70,000	-5,337
10	80,000	-5,337
11	90,000	-5,336
12	100,000	-4,560
13	110,000	-2,297
14	120,000	0,939
15	130,000	n.a.

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

### 3.10 Verkeersbelasting

Het Spaanse Leger

L begin

20,00 [m]

L einde

24,00 [m]

Belastingsmodel (grafiektype)

0.5 x Graph II

Fietspad

L begin

40,00 [m]

L einde

43,00 [m]

Belastingsmodel (grafiektype)	0.5 x Graph II	
N301		
L begin	56,00	[m]
L einde	71,00	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	
Fietspad-		
L begin	85,00	[m]
L einde	99,00	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	0.5 x Graph II	

### 3.11 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0,000	[m]
Y coördinaat linker punt	0,000	[m]
Z coördinaat linker punt	1,797	[m]
X coördinaat rechter punt	107,955	[m]
Y coördinaat rechter punt	0,000	[m]
Z coördinaat rechter punt	2,574	[m]
Hoek links	18,0000	[gr]
Hoek rechts	18,0000	[gr]
Kromtestraal links	70,000	[m]
Kromtestraal rechts	70,000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	70,000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-5,337	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,0000	[gr]
Aantal horizontale bochten	1	
De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.		

Bocht nr.	X1-coörd. [m]	Y1-coörd. [m]	X2-coörd. [m]	Y2-coörd. [m]	Kromtestraal [m]	Richting
1	4,213	5,226	86,633	15,790	60,000	links

### 3.12 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1		
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	110,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	10,00	[mm]
Volumegegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]
Invoergegevens leiding no. 2		
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	110,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	10,00	[mm]
Volumegegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]



Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]
Invoergegevens leiding no. 3		
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm²]
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/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

### 3.13 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollenbaan	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m³]
Opleghoek	30	[gr]
Belastingshoek	30	[gr]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[gr]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]

### 3.14 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0,200	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,074	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0,305	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,074	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0,305	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,191	[m]
Debiet tijdens pilotboring	63,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	220,5000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	157,5000	[liter/minuut]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	11,1	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m²]

### 3.15 Factoren

(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht		
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. neutr. 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	[%]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7,50	[-]

### 3.16 Rekenopties

Stress analyse optie : Standaard



## 4 Boorvloeistofdrukken

### 4.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	35	35	12	78
2	164	213	41	100
3	258	447	76	125
4	228	346	93	133
5	300	529	99	129
6	303	536	103	124
7	308	545	108	119
8	304	537	113	115
9	303	535	118	110
10	309	547	122	105
11	291	520	119	92
12	224	371	98	62
13	84	84	68	21

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	27	27	11	12
2	164	174	39	41
3	258	401	71	76
4	228	301	86	93
5	300	503	90	99
6	303	512	92	103
7	308	525	95	105
8	304	513	97	102
9	303	511	100	100
10	309	528	103	97
11	291	488	92	86
12	224	321	62	58
13	64	64	21	20

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m <sup>2</sup> ]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	27	27	12	11
2	164	174	41	39
3	258	401	76	71
4	228	301	93	86
5	300	503	99	90
6	303	512	103	92
7	308	525	105	95
8	304	513	102	97
9	303	511	100	100
10	309	528	97	103
11	291	488	86	92
12	224	321	58	62
13	64	64	20	21

### 4.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

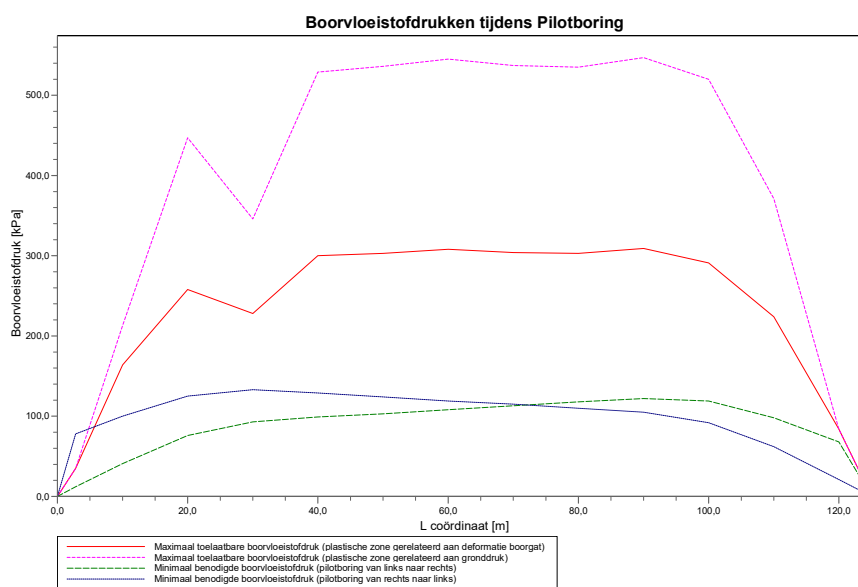
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m <sup>2</sup> ]	Water [kN/m <sup>2</sup> ]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	10	0	62,01	voldoet
2	36	24	1,53	voldoet
3	66	50	1,32	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m <sup>2</sup> ]	Water [kN/m <sup>2</sup> ]	Veiligheidsfactor [-]	
4	80	62	1,30	voldoet
5	82	62	1,31	voldoet
6	83	62	1,32	voldoet
7	83	62	1,34	voldoet
8	84	62	1,35	voldoet
9	85	62	1,36	voldoet
10	86	62	1,38	voldoet
11	78	55	1,43	voldoet
12	54	32	1,69	voldoet
13	18	0	-	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

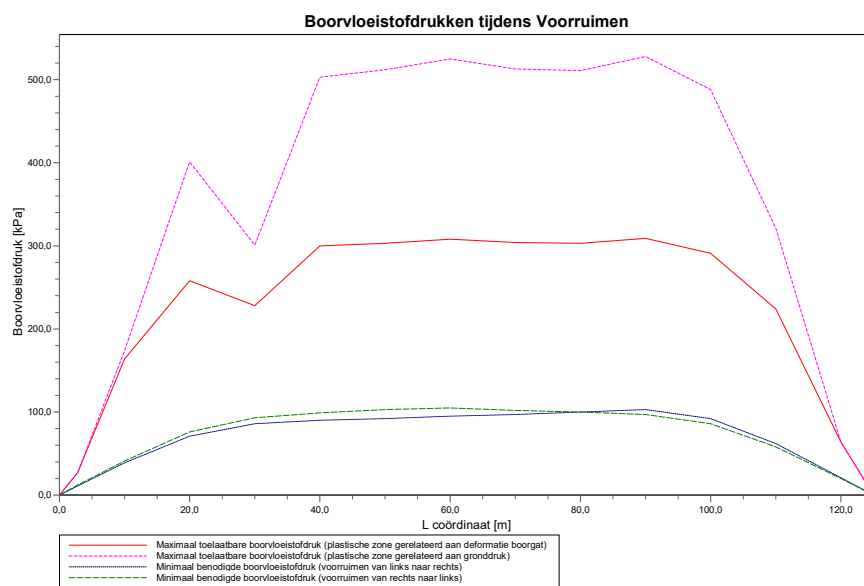
### 4.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

#### 4.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring

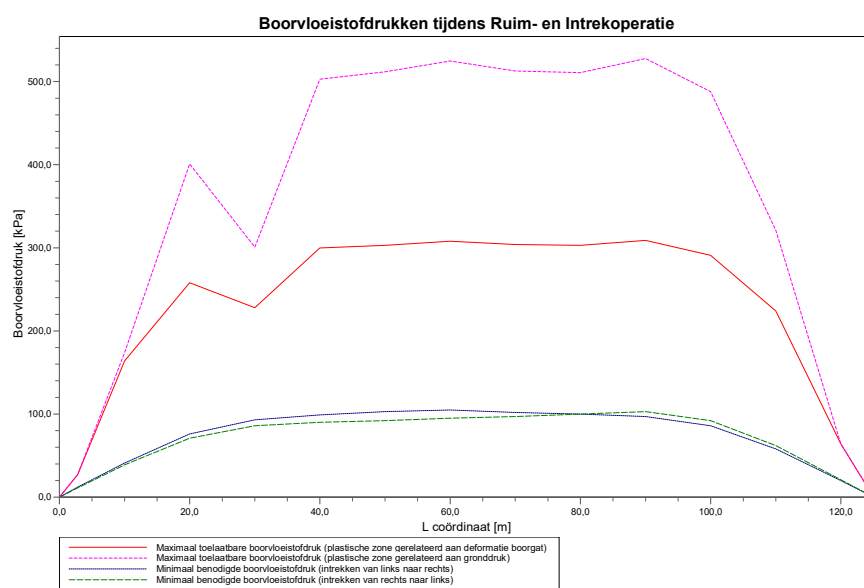




### 4.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



### 4.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



## 5 Grondmechanische Data

### 5.1 Grondmechanische Parameters Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1

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	40	13	9	13	0	404
2	313	34	4	6	0	1047
3	561	62	4	6	1	1885
4	444	44	3	5	0	2803
5	643	75	4	6	1	4763
6	653	77	4	6	0	4425
7	665	79	4	6	7	3704
8	654	77	4	6	7	2432
9	651	77	4	6	0	2343
10	669	80	4	6	1	2437
11	641	75	4	6	0	2292
12	514	55	4	6	0	1674
13	106	23	15	23	0	708

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	163	55143	17583	38600	0,05	7,5
2	357	189015	189015	132311	0,05	7,5
3	561	189015	189015	132311	0,05	7,5
4	444	655512	189015	458859	0,05	7,5
5	643	655512	189015	458859	0,05	7,5
6	653	622945	189015	436061	0,05	7,5
7	665	559850	189015	391895	0,05	7,5
8	654	497482	189015	348238	0,05	7,5
9	651	435909	189015	305136	0,05	7,5
10	669	374232	189015	261962	0,05	7,5
11	641	189015	189015	132311	0,05	7,5
12	514	189015	189015	132311	0,05	7,5
13	211	189015	189015	132311	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q <sub>v;n;max</sub> = 80 kN/m <sup>2</sup>
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q <sub>verkeer;max</sub> = 23 kN/m <sup>2</sup>
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q <sub>v;r;n;max</sub> = 23 kN/m <sup>2</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k <sub>v;max</sub> = 655512 kN/m <sup>3</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k <sub>v;max</sub> = 1311024 kN/m <sup>3</sup>



## 5.2 Grondmechanische Parameters Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2

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	40	13	9	13	0	404
2	313	34	4	6	0	1047
3	561	62	4	6	1	1885
4	444	44	3	5	0	2803
5	643	75	4	6	1	4763
6	653	77	4	6	0	4425
7	665	79	4	6	7	3704
8	654	77	4	6	7	2432
9	651	77	4	6	0	2343
10	669	80	4	6	1	2437
11	641	75	4	6	0	2292
12	514	55	4	6	0	1674
13	106	23	15	23	0	708

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	163	55143	17583	38600	0,05	7,5
2	357	189015	189015	132311	0,05	7,5
3	561	189015	189015	132311	0,05	7,5
4	444	655512	189015	458859	0,05	7,5
5	643	655512	189015	458859	0,05	7,5
6	653	622945	189015	436061	0,05	7,5
7	665	559850	189015	391895	0,05	7,5
8	654	497482	189015	348238	0,05	7,5
9	651	435909	189015	305136	0,05	7,5
10	669	374232	189015	261962	0,05	7,5
11	641	189015	189015	132311	0,05	7,5
12	514	189015	189015	132311	0,05	7,5
13	211	189015	189015	132311	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q <sub>v;n;max</sub> = 80 kN/m <sup>2</sup>
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q <sub>verkeer;max</sub> = 23 kN/m <sup>2</sup>
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q <sub>v;r;n;max</sub> = 23 kN/m <sup>2</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k <sub>v;max</sub> = 655512 kN/m <sup>3</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)	:	
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k <sub>v;max</sub> = 1311024 kN/m <sup>3</sup>

## 5.3 Grondmechanische Parameters Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3

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

q_v;p	Passieve grondspanning	kN/m <sup>2</sup>
q_v;n	Neutrale grondspanning	kN/m <sup>2</sup>
q_h;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m <sup>2</sup>
q_v;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m <sup>2</sup>
q_verkeer	Verkeersbelasting	kN/m <sup>2</sup>
q_v;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m <sup>2</sup>
q_h;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m <sup>2</sup>
k_v;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m <sup>3</sup>
k_v;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m <sup>3</sup>
k_h	Horizontaal beddinggetal	kN/m <sup>3</sup>
t_max	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m <sup>2</sup>
d_max	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	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_verkeer [kN/m <sup>2</sup> ]	q_v;e [kN/m <sup>2</sup> ]
1	40	13	9	13	0	404
2	313	34	4	6	0	1047
3	561	62	4	6	1	1885
4	444	44	3	5	0	2803
5	643	75	4	6	1	4763
6	653	77	4	6	0	4425
7	665	79	4	6	7	3704
8	654	77	4	6	7	2432
9	651	77	4	6	0	2343
10	669	80	4	6	1	2437
11	641	75	4	6	0	2292
12	514	55	4	6	0	1674
13	106	23	15	23	0	708

Verticaal nr.	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	163	55143	17583	38600	0,05	7,5
2	357	189015	189015	132311	0,05	7,5
3	561	189015	189015	132311	0,05	7,5
4	444	655512	189015	458859	0,05	7,5
5	643	655512	189015	458859	0,05	7,5
6	653	622945	189015	436061	0,05	7,5
7	665	559850	189015	391895	0,05	7,5
8	654	497482	189015	348238	0,05	7,5
9	651	435909	189015	305136	0,05	7,5
10	669	374232	189015	261962	0,05	7,5
11	641	189015	189015	132311	0,05	7,5
12	514	189015	189015	132311	0,05	7,5
13	211	189015	189015	132311	0,05	7,5

Maximale grondspanning	: q_v;n;max = 80 kN/m <sup>2</sup>
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	: q_verkeer;max = 23 kN/m <sup>2</sup>
Maximale gereduceerde grondspanning	: q_v;r;n;max = 23 kN/m <sup>2</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	
alleen voor verticalen in diepe situatie	: k_v;max = 655512 kN/m <sup>3</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)	
alleen voor verticalen in diepe situatie	: k_v;max = 1311024 kN/m <sup>3</sup>

#### 5.4 Young's Modulus per Laag per Verticaal

Laag nummer	Materiaalnaam	Bepalingstype
7	Sand, clean, loose	Gebruikerswaarden
6	Sand, clean, stiff	Gebruikerswaarden
5	Clay, organ, moderate	Gebruikerswaarden
4	Sand, clean, moderate	Gebruikerswaarden
3	Sand, sl sil, moderate	Gebruikerswaarden



Laag nummer	Materiaalnaam	Bepalingstype
2	Clay, organ, moderate	Gebruikerswaarden
1	Clay, sl san, stiff	Gebruikerswaarden

Laag nummer	Verticaal 1 (L=-10 m)		Verticaal 2 (L=2,811 m)		Verticaal 3 (L=10 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
7	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
6	92,500	92,500	92,500	92,500	92,500	92,500
5	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
4	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
3	42,500	42,500	42,500	42,500	42,500	42,500
2	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
1	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500

Laag nummer	Verticaal 4 (L=20 m)		Verticaal 5 (L=30 m)		Verticaal 6 (L=40 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
7	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
6	92,500	92,500	92,500	92,500	92,500	92,500
5	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
4	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
3	42,500	42,500	42,500	42,500	42,500	42,500
2	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
1	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500

Laag nummer	Verticaal 7 (L=50 m)		Verticaal 8 (L=60 m)		Verticaal 9 (L=70 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
7	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
6	92,500	92,500	92,500	92,500	92,500	92,500
5	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
4	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
3	42,500	42,500	42,500	42,500	42,500	42,500
2	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
1	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500

Laag nummer	Verticaal 10 (L=80 m)		Verticaal 11 (L=90 m)		Verticaal 12 (L=100 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
7	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
6	92,500	92,500	92,500	92,500	92,500	92,500
5	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
4	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
3	42,500	42,500	42,500	42,500	42,500	42,500
2	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
1	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500

Laag nummer	Verticaal 13 (L=110 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
7	30,000	30,000
6	92,500	92,500
5	1,500	1,500
4	60,000	60,000
3	42,500	42,500
2	1,500	1,500
1	7,500	7,500

## 6 Gegevens voor Sterkteberekening

### 6.1 Algemene Gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes = 3 [-]
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,00 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,00 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,00 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Equivalent diameter leiding	:	Do = 237,34 mm
Equivalent nominale wanddikte	:	t = 13,40 mm
Equivalent volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m <sup>3</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 381583 kN/m <sup>3</sup>
Volumegegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,10 kN/m <sup>3</sup>
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 70,000 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

### 6.2 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	:	32,26	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	9,17	[kg/m]
Resultaat	:	23,09	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

### 6.3 Trekkraftberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,10 )
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm<sup>2</sup>] )
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20 )

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkracht in de leiding. De pijpleiding wordt van 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 doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	1
T2	15	2
T3	37	5
T4	93	12
T5	115	16



Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T6	127	18

De berekende waarden van de trekkracht 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 3650-1:2020. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 1,40 gebruikt en een belasting factor van 1,00.

## 7 Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1

### 7.1 Materiaalgegevens van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buitendiameter	: Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 10,00 mm
Tensile factor	: alpha_sigma = 0,65
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 bar
Test druk	: pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	: dt = 0,00 graden Celsius
Lengte leiding	: L = 127 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 = 30 graden
Belastingshoek	: alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: q_v;r;n;max = 23 kN/m <sup>2</sup>
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: q_v = 0 kN/m <sup>2</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: k_v;max = 655512 kN/m <sup>3</sup>
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: Rmin = 45,555 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neutr. 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

### 7.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

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

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 1,07 \text{ N/mm}^2$$



$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T1/A = f_{\text{install}} \cdot (L_{\text{rol}} \cdot Q \cdot f1)/A$	=	0,17	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	0,87	N/mm <sup>2</sup>

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

### 7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b)$	=	1,65	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T_{\text{max}}/A$	=	2,63	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	3,71	N/mm <sup>2</sup>

Tangentele spanning:

Belasting  $q_r$  op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1:2020 D.3.3):

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

$$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 9,8E-3 \quad 1/\text{mm}$$

$$q_r = 0,0264 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 1,56 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t;\text{max}} = 1,01 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Ten gevolge van inwendige druk:

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

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

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

### 7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoeestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0,59 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a;\text{max}} = 0,38 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,93 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 2,95 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t;\text{max}} = 2,53 \quad \text{N/mm}^2$$

### 7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoeestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0,59 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk:

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2))$	=	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>
$\sigma_{temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,38	N/mm <sup>2</sup>
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,93	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,95	N/mm <sup>2</sup>
'Rerounding'-factor $F_{rr}$	=	1,000	
'Rerounding'-factor $F'_{rr}$	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + \alpha \cdot \sigma_{qn} \cdot ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	2,53	N/mm <sup>2</sup>

### 7.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{a,max} < ShortStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{t,max} < ShortStrength \cdot FactorOfImportance$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{py} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{a,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{t,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{a,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{t,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$

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
$\sigma_{ptest}$	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
$\sigma_{py}$	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
$\sigma_{axiaal}$	10,00 (kort)	0,87	3,71	-	-	-
$\sigma_{axiaal}$	8,00 (lang)	-	-	-	0,38	0,38
$\sigma_{tangent}$	10,00 (kort)	-	1,01	-	-	-
$\sigma_{tangent}$	8,00 (lang)	-	-	-	2,53	2,53

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

De deflectie van de leiding is 1,9 mm (1,88% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 8,0 mm (8,00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 5,0 mm (5,00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

### 7.4 Toetsing op Implosie van Ø110 PE100 SDR-11 (1): leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 103 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  $62 \text{ kN/m}^2$ , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van  $278 \text{ kN/m}^2$ .

## 8 Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2

### 8.1 Materiaalgegevens van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buitendiameter	: Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 10,00 mm
Tensile factor	: alpha_sigma = 0,65
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 bar
Test druk	: pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	: dt = 0,00 graden Celsius
Lengte leiding	: L = 127 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 = 30 graden
Belastingshoek	: alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: q_v;r;n;max = 23 kN/m <sup>2</sup>
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: q_v = 0 kN/m <sup>2</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: k_v;max = 655512 kN/m <sup>3</sup>
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: Rmin = 45,555 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neutr. 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

### 8.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

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

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 1,07 \quad \text{N/mm}^2$$



$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T1/A = f_{\text{install}} \cdot (L_{\text{rol}} \cdot Q \cdot f1)/A$	=	0,17	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	0,87	N/mm <sup>2</sup>

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

### 8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b)$	=	1,65	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T_{\text{max}}/A$	=	2,63	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	3,71	N/mm <sup>2</sup>

Tangentele spanning:

Belasting  $q_r$  op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1:2020 D.3.3):

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

$$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 9,8E-3 \quad 1/\text{mm}$$

$$q_r = 0,0264 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 1,56 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t;\text{max}} = 1,01 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Ten gevolge van inwendige druk:

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

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

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

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

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0,59 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a;\text{max}} = 0,38 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,93 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 2,95 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t;\text{max}} = 2,53 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0,59 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk:

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2))$	=	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>
$\sigma_{temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,38	N/mm <sup>2</sup>
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,93	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,95	N/mm <sup>2</sup>
'Rerounding'-factor $F_{rr}$	=	1,000	
'Rerounding'-factor $F'_{rr}$	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + \alpha \cdot \sigma_{qn} \cdot ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	2,53	N/mm <sup>2</sup>

### 8.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{a,max} < ShortStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{t,max} < ShortStrength \cdot FactorOfImportance$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{py} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{a,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{t,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{a,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{t,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$

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
$\sigma_{ptest}$	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
$\sigma_{py}$	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
$\sigma_{axiaal}$	10,00 (kort)	0,87	3,71	-	-	-
$\sigma_{axiaal}$	8,00 (lang)	-	-	-	0,38	0,38
$\sigma_{tangent}$	10,00 (kort)	-	1,01	-	-	-
$\sigma_{tangent}$	8,00 (lang)	-	-	-	2,53	2,53

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

De deflectie van de leiding is 1,9 mm (1,88% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 8,0 mm (8,00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 5,0 mm (5,00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

### 8.4 Toetsing op Implosie van Ø110 PE100 SDR-11 (2): leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 103 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  $62 \text{ kN/m}^2$ , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van  $278 \text{ kN/m}^2$ .

## 9 Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3

### 9.1 Materiaalgegevens van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buitendiameter	: Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	: t = 10,00 mm
Tensile factor	: alpha_sigma = 0,65
Ontwerpdruk	: pd = 0,00 bar
Test druk	: pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	: dt = 0,00 graden Celsius
Lengte leiding	: L = 127 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 = 30 graden
Belastingshoek	: alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: q_v;r;n;max = 23 kN/m <sup>2</sup>
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: q_v = 0 kN/m <sup>2</sup>
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: k_v;max = 655512 kN/m <sup>3</sup>
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: Rmin = 45,555 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neutr. 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

### 9.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

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

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

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 1,07 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T1/A = f_{\text{install}} \cdot (L_{\text{rol}} \cdot Q \cdot f1)/A$	=	0,17	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	0,87	N/mm <sup>2</sup>

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

### 9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b)$	=	1,65	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T_{\text{max}}/A$	=	2,63	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	3,71	N/mm <sup>2</sup>

Tangentele spanning:

Belasting  $q_r$  op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1:2020 D.3.3):

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

$$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 9,8E-3 \quad 1/\text{mm}$$

$$q_r = 0,0264 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 1,56 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t;\text{max}} = 1,01 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Ten gevolge van inwendige druk:

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

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

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

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

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0,59 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a;\text{max}} = 0,38 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,93 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 2,95 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t;\text{max}} = 2,53 \quad \text{N/mm}^2$$

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

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0,59 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk:



$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2))$	=	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>
$\sigma_{temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,38	N/mm <sup>2</sup>
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,93	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,95	N/mm <sup>2</sup>
'Rerounding'-factor $F_{rr}$	=	1,000	
'Rerounding'-factor $F'_{rr}$	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + \alpha \cdot \sigma_{qr} \cdot ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	2,53	N/mm <sup>2</sup>

### 9.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{a,max} < \text{ShortStrength} \cdot \text{FactorOfImportance}$
- $\sigma_{t,max} < \text{ShortStrength} \cdot \text{FactorOfImportance}$

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{a,max} < \text{LongStrength} \cdot \text{FactorOfImportance}$
- $\sigma_{t,max} < \text{LongStrength} \cdot \text{FactorOfImportance}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{a,max} < \text{LongStrength} \cdot \text{FactorOfImportance}$
- $\sigma_{t,max} < \text{LongStrength} \cdot \text{FactorOfImportance}$

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
$\sigma_{ptest}$	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
$\sigma_{py}$	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
$\sigma_{axiaal}$	10,00 (kort)	0,87	3,71	-	-	-
$\sigma_{axiaal}$	8,00 (lang)	-	-	-	0,38	0,38
$\sigma_{tangent}$	10,00 (kort)	-	1,01	-	-	-
$\sigma_{tangent}$	8,00 (lang)	-	-	-	2,53	2,53

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

De deflectie van de leiding is 1,9 mm (1,88% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 8,0 mm (8,00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 5,0 mm (5,00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

### 9.4 Toetsing op Implosie van Ø110 PE100 SDR-11 (3): leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 103 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  $62 \text{ kN/m}^2$ , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van  $278 \text{ kN/m}^2$ .

## **Einde Rapport**

## **4 Specificaties meetsysteem**





# TK RECON<sup>TM</sup> SERIES

## HDD GUIDANCE SYSTEM

The Subsite® TK RECON Series HDD Guidance System features proven TK performance with dual locating methods (walkover and DrillTo™), making it easy for experienced and novice operators. Plus, only the TK RECON lets you map your bore using GPS. With an industry-leading depth range of up to 110 feet (33.5 m) and new features including improved radio performance with increased interference immunity and faster information transfer, you can be more productive and efficient on every jobsite.



### KEY FEATURES

- :: Two locating methods let you use your preferred method of locating, while using the second method to verify your results.
  - Walkover enables the operator to pinpoint drill head location with peak and null techniques.
  - Time-saving DrillTo™ mode enables the drill operator to make real-time corrections to improve bore accuracy or avoid obstacles.
- :: Map your bore using GPS for more accuracy and efficiency.
- :: Robust radio offers increased interference immunity and faster information transfer for more efficiency on the jobsite.
- :: Louder speaker is clear even in high ambient noise areas, providing an additional peak locating method—by number or sound.
- :: Integrated Compass allows users to determine the magnetic heading of the tracker and the tool head (beacon) for faster orientation.
- :: Walkover tracking up to 110 feet with standard-size beacons (15" and 17") is deeper than anything else available. The long 2,000-foot range between the tracker and drill operator helps keep you more productive.
- :: Communicate with the tracker, update TK & TD software, and download bore information into TSR mobile with Android® or iOS (iPhone® / iPad®) mobile devices.
- :: TSR Mobile software provides As-Built report of completed bore path. Bore-path analyzer software shows which frequency works best for your particular job and conditions.
- :: Choose Li Ion, NiMH, or "C" Alkaline batteries for cost flexibility and better cold-weather performance.
  - Rechargeable Li Ion batteries deliver twice the battery life of Alkaline.
  - "C" batteries offer a "safety net" should you forget to recharge or lose charge on the jobsite.



**SUBSITE<sup>®</sup>**  
ELECTRONICS  
subsite.com





## TK RECON™ SERIES HDD GUIDANCE SYSTEM

Proven TK performance cuts through interference and the simple, four-button layout is easy to learn and simple to use.

### TK RECON SERIES HDD GUIDANCE SYSTEM SPECIFICATIONS

#### TRACKER

Dimensions	13 x 7 x 30 in. (330 x 178 x 762 mm)
Weight (with battery)	9 lbs (4.1 kg)
Operating temperature	-4 to 140°F (-20 to 60°C)
Environmental rating	IP65
Power source	C-Cell alkaline or NIMH rechargeable or Inspired Energy NB2038 Li Ion rechargeable
Battery life	10-16 hours
Display	Hi-resolution graphic
Audio output	Speaker
Telemetry range	2000 ft (610 m)
Telemetry channels	8-12
Accuracy	+/- 5% over testable range

#### TK RECON1™

Receiving frequencies	29 kHz
Depth with B pwr beacon (max)	45 - 50 ft (13.7 - 15.2 m)
Depth with H pwr beacon (max)	50 - 60 ft (15.2 - 18.3 m)
Depth with X pwr beacon (max)	65 - 70 ft (19.8 - 21.3 m)

#### TK RECON2™

Receiving frequencies	12 or 29 kHz
Depth with B pwr beacon	50 - 80 ft (15.2 - 24.3 m)
Depth with H pwr beacon (max)	60 - 95 ft (18.3 - 28.9 m)
Depth with X pwr beacon (max)	70 - 120 ft (21.3 - 36.5 m)

#### TK RECON4™

Receiving frequencies	1.5, 12, 20 or 29 kHz
Depth with B pwr beacon (max)	15 - 80 ft (4.7 - 24.3 m)
Depth with H pwr beacon (max)	35 - 95 ft (10.7 - 28.9 m)
Depth with X pwr beacon (max)	40 - 120 ft (12.2 - 36.5 m)

Depth Range numbers are based on the minimum and maximum of the individual tracker's receiving frequencies, using 15T, 17T, and 19T beacons

#### DISPLAY

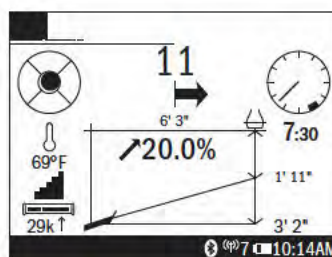
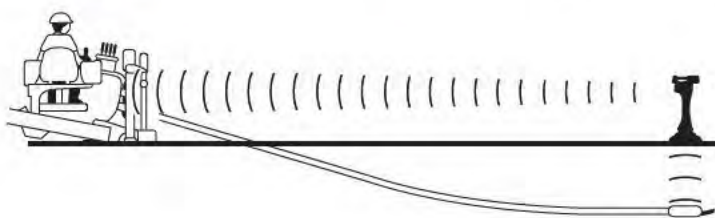
Operating temperature	-4 to 140°F
Environmental rating	IP65
Power source	Powered off the HDD unit power
Display	Hi-resolution graphic
Telemetry range	2000 ft (610 m)
Telemetry channels	8-12

#### TDR RECON REMOTE DISPLAY

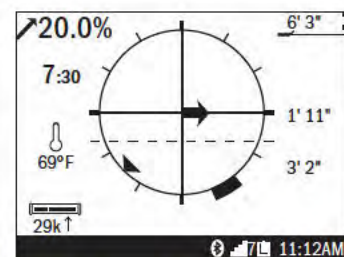
Dimensions	6 x 6 x 6 in. (152.4 x 152.4 x 152.4 mm)
------------	--

#### TD RECON IN-DASH DISPLAY

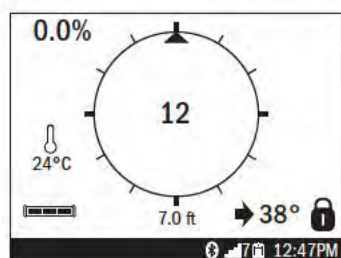
Dimensions	7 x 7 x 6.5 in. (177.8 x 177.8 x 165.1 mm)
------------	--



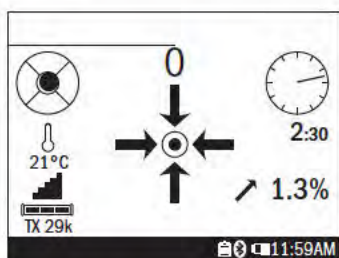
DrillTo™ Tracker Screen



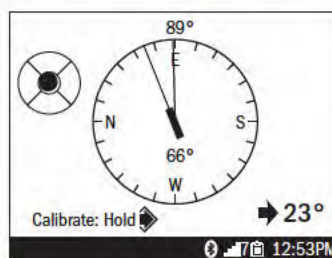
DrillTo™ Remote Display Screen



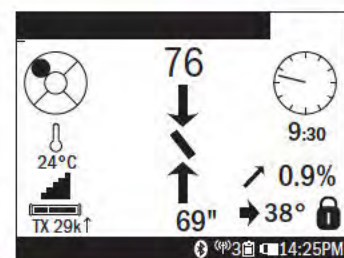
Remote Display Screen Walkover



Walkover Null Locate



Magnetic Compass Display



Walkover Peak Locate

## **5 Specificatie boorspoeling**





# TUNNEL-GEL<sup>®</sup> MAX

## Viscosifier

**Description** TUNNEL-GEL<sup>®</sup> MAX is a specially formulated, high-yield bentonite designed for use in tunneling and large diameter HDD operations. TUNNEL-GEL MAX promotes rapid viscosity development while maintaining effective borehole stabilization and enhanced filtration control in most water-based drilling fluids.

**Applications/Functions** *The use of TUNNEL-GEL MAX viscosifier promotes or assists the following:*

- Viscosifies water-based drilling fluids
- Reduces filtration by forming a thin filter cake with low permeability, resulting in borehole stabilization
- Improves hole-cleaning capability of drilling fluids

- Advantages**
- Can provide lubricity
  - Can mix easily and quickly reaches maximum viscosity
  - Can be effectively used in a wide range of concentrations
  - Can be effective in a variety of drilling applications.
  - Provides the option of using a variety of additives

<b>Typical Properties</b>	• Appearance	Tan Powder
	• Specific Density	2400 kg/m <sup>3</sup> ± 10%
	• pH (3% solution)	8.9

**Recommended Treatment** Using a Venturi hopper, or a colloidal mixer, add TUNNEL-GEL MAX viscosifier, slowly and uniformly to the entire circulating system or mix tank.

Approximate Amounts of TUNNEL-GEL MAX viscosifier Added to Freshwater, kg/m <sup>3</sup>	
Normal Drilling Conditions	30-40
Unconsolidated Formations	40-45

**Additional Information** **Note:** For optimum yield and performance, pre-treat make-up water with 0.5 – 1.0 kg/m<sup>3</sup> of soda ash.

---

**Packaging** TUNNEL-GEL<sup>®</sup> MAX viscosifier is packaged in 25-kg (55.1-lb) , 1000 kg (2204-lb) bags, and it is also available in bulk.

---

**Availability** TUNNEL-GEL MAX viscosifier is a regionally sourced product and may not be available through all Baroid Industrial Drilling Products Retailers. To locate the appropriate Baroid IDP retailer nearest you contact CEBO Holland.

**CEBO Holland, BV**

**Authorized Retailer, Baroid IDP**

Westerduinweg 4

NL-1976 BV IJmuiden

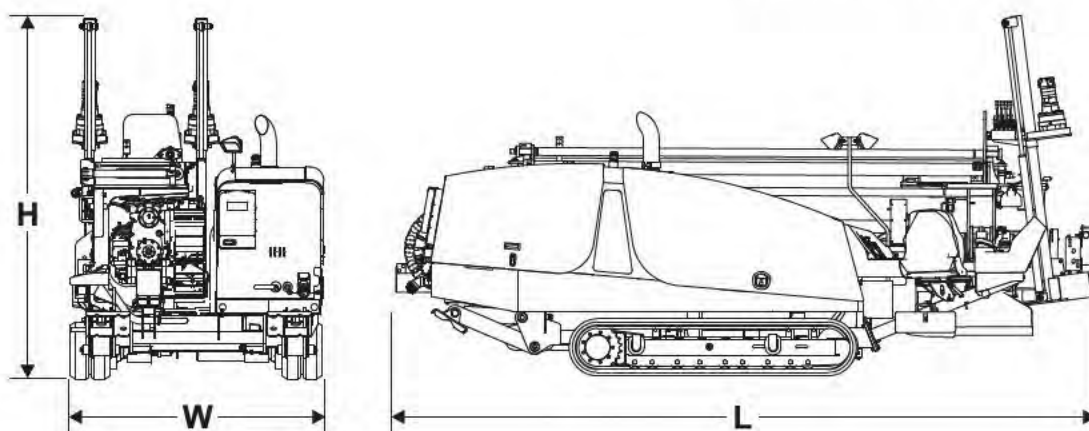
Customer Service: +31 (0)255-546262

---

## **6 In te zetten boorrig**



# Specifications



j22om072h.eps



Dimensions		U.S.	Metric
L, overall machine length			
	driving (per SAE J2022)	220 in	5.59 m
	transport (per SAE J2022)	221 in	5.61 m
W, overall machine width			
	base width (per SAE J2022)	80 in	2.03 m
	width with cab (per SAE J2022)	89 in	2.26 m
	width with cab, support removed (per SAE J2022)	88 in	2.23
H, overall machine height			
	driving (per SAE J2022)	119 in	3.02 m
	JT/AT large box, transport (per SAE J2022)	94 in	2.39 m
	JT/AT small box, transport (per SAE J2022)	92 in	2.34 m
Operating mass			
	JT unit (T4i base unit, no pipe), w/anchors and all fluids at 100%	17,075 lb	7 750 kg
	AT unit (T4i base unit, no pipe, w/anchors and all fluids at 100%	17,655 lb	8 010 kg
	Add JT drill pipe, full box and 2 pipes in drill frame	5,680 lb	2580 kg
	Add AT drill pipe, full box and 2 pipes in drill frame	5,000 lb	2270 kg
	Add cobble drill pipe, full box and 2 pipes in drill frame	5,690 lb	2580 kg
	Add cab option, heat and air	900 lb	410 kg
	Deduct Tier 3 engine option	105 lb	50 kg

## **7 Risicoanalyse;**

Risico Analyse afdeling, versie 20-11-2017



Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
1. Projectorganisatie				
1.01	Werkvoorbereiding / Planning	Onvoldoende aandacht voor Arbo- en Milieuzaken. Onvoldoende projectgerichte informatie van de opdrachtgever	KAM-afdeling betrekken bij voorbereiding Opvragen van projectgerichte V&G informatie ontwerpfase.	Werkvoorbereiding
1.02	Werkplekbezoek en oriëntatie	Niet geïnventariseerde risico's	Oriënterend werkplek bezoek. Analyseren van de risico's en gevaren van de werkplek/ omgeving.	Uitvoerder/ Voorman
1.03	Algemene werkzaamheden	Onvoldoende voorlichting en controle van medewerkers	Projectintroductie houden met iedereen die werkzaamheden gaat verrichten op het projectterrein	Uitvoerder
1.04			Vereiste certificaten en keuringen controleren van uitvoerenden	Uitvoerder
1.05			Bezoekers begeleiden en de vereiste PBM's verschaffen	Uitvoerder
1.06		Alcohol en drugsgebruik, ongevallen en letsel	Het bezit en/of onder invloed zijn van alcohol is verboden	Iedereen
1.07		Onvoldoende toezicht	Zorg voor vervanger tijdens afwezigheid van leidinggevende	Projectleider
1.08	Hygiëne / orde en netheid	Onervaren leidinggevende	Selectie van leidinggevende op basis van uit te voeren werk.	Projectleider
1.09		Rommel op en rond tracé, struikelen/vallen	Afval direct in container/afvalzak deponeren	Iedereen
1.10		Vuile schafwagens	Regelmatig opruim ronde houden	Iedereen
1.11			Regelmatig opruimen en legen van de schafwagens door gebruikers zelf	Iedereen
1.12			Ruim gereedschappen die niet gebruikt worden op	Iedereen
1.13		Losliggende kabels, struikelen/vallen	Bind de kabels op/pas de zogenoemde S-haken toe zodat men niet kan vallen	Iedereen
1.15	Communicatie omwonenden	Opwekken van agressie door onaangekondigd het terrein betreden, handgemeen.	Contact op nemen met eigenaar en/of betrokkenen Zorg dat betrokkenen op de hoogte zijn en een klachten formulier hebben met een contactpersoon Zorg voor goed communicatie en gebruik hulpmiddelen	opdrachtgever
2. Coördinatie op de bouwplaats				
2.01	Diverse werkzaamheden (gelijktijdig)	Geen/bepaalde overleg en coördinatie,	Coördinatie op de bouwplaats door uitvoerder	Uitvoerder
2.02			Overleg werkzaamheden afstemmen en risico's en beheersmaatregelen bespreken	Uitvoerder
2.03			Coördinatie overleggen voor uitvoeren intrekoperatie	Opdrachtgever/ Uitvoerder
2.04	Werkzaamheden onderaannemers	Onbekende risico's, niet nemen van beheersmaatregelen, ongevallen	Startwerk-overleg met onderaannemers	Uitvoerder
2.05		Het niet nakomen van veiligheidsvoorschriften en/of het niet naleven van de samenwerkingsverplichting door onderaannemers	Aanwijzingen geven, nemen van maatregelen	Uitvoerder
2.06	Betreden bouwplaats onbevoegden	Vandalisme, diefstal, ongevallen door gevaren op de werkplek	Borden verboden toegang en het werk plaatsen (koppelen met klemmen)	Uitvoerder
2.07			Opruimen materiaal en materieel, putten/sleuven zoveel als mogelijk aanvullen	Uitvoerder
2.08			Indien noodzakelijk beveiliging van bouwplaats instellen	Uitvoerder
3. Wegafzettingen en verkeersmaatregelen				
3.01	Werken nabij wegen	Aanrijdingsgevaar bij plaatsen van bebording	Draag reflecterende/fluoriserende PBM	Uitvoerenden
3.02		Onvoldoende communicatie met wegbeheerder	In overleg met opdrachtgever afspraken maken met wegbeheerder	Werkvoorbereiding
3.03		Onduidelijke verkeerssituatie voor verkeersdeelnemers	Verkeersplan opstellen	Opdrachtgever
3.04		Onvoldoende/onjuiste verkeersmaatregelen, aanrijdingen tot gevolg	Maatregelen treffen conform CROW 96a voor autosnelwegen Maatregelen treffen conform CROW 96b voor niet-autosnelwegen	Uitvoerder/ Opdrachtgever
3.05		Ongeval bij het wegrijden van voertuigen	Indien mogelijk operationeel parkeren (met de voorkant richting de weg)	Uitvoerenden
3.06		Slipgevaar weggebruikers	Wegen schoon houden van modder/grond, bij constateren z.s.m. opruimen/vegen	Uitvoerenden
3.07		Onjuist plaatsen van wegafzetting/-bebording, letsel medewerkers/weggebruikers	Het plaatsen van afzettingen door erkend bedrijf, interne cursussen veilig werken langs de weg	Uitvoerder
3.08		Onbekendheid van de verkeersmaatregelen door medewerkers	Medewerkers voorlichting geven over de genomen verkeersmaatregelen, cursussen veilig werken langs de weg	Uitvoerder
3.09	Werken nabij waterwegen	Verdrinking	Werkterrein inrichten zodat er niet naast waterwegen gewerkt hoeft te worden	Uitvoerder
3.10			Collectieve maatregelen treffen ter voorkoming te water te geraken	Uitvoerder
3.11	Het kruisen van wegen met materieel	Onvoldoende verkeersmaatregelen	Verkeersmaatregelen conform CROW96a/b en in overleg met wegbeheerder	Opdrachtgever
3.12		Achteruitrijden	Machinisten/chauffeur begeleiden bij manoeuvres vanaf een defensieve positie (niet op de weg), hierbij reflecterende/fluoriserende PBM dragen	Uitvoerenden
3.13		Aanrijdingsgevaar bij het regelen van het verkeer	Aanwijzingen aan het overige verkeer door gecertificeerd verkeersregelaar	Uitvoerder



Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
4. Inrichting werfterrein				
4.01	Ketenpark/ schafketen opstellen	Aanrijding bij uitstappen keet Schade of letsel door verkeershinder aan derden Letzel door struikelgevaar/aanrijdgevaar	Keten opstellen i.o.m. opdrachtgever / eigenaar locatie Bebording plaatsen i.o.m. beheerder Orde en netheid aanhouden	Uitvoerder
4.02	Keten	Ontbreken van hygiënische voorzieningen	Nieuwe jerrycans gebruiken en regelmatig schoonspelen	Uitvoerder
4.03	Lossen van platen	Oplopen van letsel door instabiliteit equipment	Aanvullen weggespoeld zand onder rijplaten	Uitvoerder
4.04	Parkeren	Blokkeren van het aanvoeren	Inrichten voldoende parkeergelegenheid	Uitvoerenden
4.05		Oplopen letsel door stuurloze auto	Auto parkeren met handrem of in versnelling	Uitvoerenden
4.06		Belemmerd uitzicht	Indien mogelijk operationeel parkeren (met de voorkant richting de weg)	Uitvoerenden
5. Aanvoeren/afvoeren materieel, transport				
5.01	Transportbewegingen	Gebrekkige organisatie, letsel door ongevallen	Begeleiden transporten	Uitvoerder
5.02	Aanvoer/afvoeren (zwaar)materieel	Kantelen/omvallen materieel	Draagkrachtige ondergrond	Uitvoerder
5.03			Bij twijfel over de stabiliteit van de ondergrond sondering uitvoeren om de stabiliteit te bepalen	Uitvoerder
5.04			Stempelen van kranen	Machinist
5.05			Aantoonbare onderrichte machinist voor bedienen kraan	Uitvoerder
5.06		Geblokkeerde wegen/bouwplaats/ manoeuvres (zwaar) materieel	Chauffeurs op bouwplaats begeleiden door medewerker met reflecterende kleding , medewerker geeft aanwijzingen van defensieve positie en blijft in zicht van chauffeur	Uitvoerder
5.07			Verkeersregelaar afroepen wanneer er aanwijzingen gegeven dienen te worden aan verkeer op de openbareweg	Uitvoerder
5.08			Chauffeurs uitsluitend afroepen wanneer er ruimte is om te laden/lossen	Uitvoerder
5.09	Uitrijden rijplaten en productiebuizen	Oplopen van letsel	Buiten bereik kraan blijven en communiceren	Uitvoerder
5.10	Buizen lassen	Afkeur las	Alle lassen volgens digitale laseisen vastleggen	Lasser
		Verwijderen rillen	Alle rillen bewaren en in een zak bewaren + tellen	Lasser

Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
<b>6. Grondwerk, putten en sleuven</b>				
6.01	Werkzaamheden in de bodem	Ontbreken van/gebreekte bodeminformatie, treffen van ontoereikende maatregelen, blootstelling aan gevaarlijke stoffen	Informatie aanleveren omtrent de bodem door opdrachtgever	Opdrachtgever
6.02	Werken in verontreinigde grond	Inademen van schadelijke dampen/stoffen Opname van schadelijke stoffen via de huid Brand en explosie gevaar Giftigheid van de stof (acute of vertraagde effecten)	Opstellen en naleven van Veiligheids & Gezondheidsplan voor het Werken in Verontreinigde grond	Werkvoorbereiding
6.03	Werkzaamheden in de bodem	Medewerkers niet op de hoogte van indicaties van verontreinigde grond	Bespreken met betrokken medewerkers over de Bodemverontreiniging	Uitvoerder
6.04		Aantreffen van verontreinigde grond, blootstelling aan gevaarlijke stoffen	Staken werkzaamheden en dit melden bij uitvoerder	Uitvoerenden
6.05			Melden bij opdrachtgever	Uitvoerder
6.06			Bodemonderzoek laten uitvoeren door opdrachtgever	Opdrachtgever
6.07			Aanleveren van informatie omtrent NGE in de bodem door opdrachtgever	Opdrachtgever
6.08		Aantreffen van Niet Gesprongen Explosieven, fataal letsel	Bij aantreffen werkzaamheden direct staken en ontruimen, afzetten gebied rondom vondst van 200 meter. Melden bij uitvoerder / 112 bellen/ Explosieven Opruimings Dienst inschakelen/ Melden bij opdrachtgever	Uitvoerenden/  Uitvoerder
6.09	Graven van en werken in putten en sleuven	Instortingsgevaar	Talud graven en instandhouden	Uitvoerder
6.10		Oplopen letsel door zich in het draaibereik van de machine te bevinden	Communiqueer met machinist en visueel contact houden	Uitvoerder
6.11		Raken van reeds aanwezige kabels en leidingen in de ondergrond bij graafwerkzaamheden	Vooraf graafmelding uitvoeren	Uitvoerder
6.12			Contact opnemen met kabels en leiding eigenaren/beheerders	Uitvoerder
6.13			Voorschriften van kabel- en leidingeigenaren aanhouden	Uitvoerder
6.14			KLIC-op de werkplek bespreken met betrokkenen bij de graafklus	Uitvoerder
6.15		Beschadigen van Kabels en leidingen, Elektrocutie en/of blootstelling aan medium van leiding	Voorzichtig voorsteken, machinaal niet dieper graven dan voorgestoken is. Nabij kabels en leidingen handmatig graven, werken conform CROW 250 Instructiekaart zorgvuldig graven	Uitvoerder
6.16			Ophangen en afschermen van kruisende/parallellopende kabels en leidingen opdat deze niet doorzakken of beschadigd raken. Voorschriften van kabel/leiding eigenaar/beheerder toepassen	Uitvoerder
6.17			Beschadiging door zettingen voorkomen door voldoende aan te vullen en te verdichten	Uitvoerder
6.18	Aanvullen en verdichten van putten en sleuven	Fysieke overbelasting	Regelmatig werkzaamheden afwisselen of rusten	Uitvoerder
6.19		In aanraking komen met draaiende machines	Communiqueer met machinist en visueel contact houden Bij geen communicatie of zicht geen activiteiten uitvoeren	Iedereen



Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
<b>7. Grondonderzoeken</b>				
7.01	Overgang grondlagen	Afwijken boortrace Afbreken boorbuis Stuurproblemen Vast lopen boring Verlies boring	In ontwerpfase de juiste grondsoort/laag gaan bochten	Engineer/ werkvoorbereider
7.02	Overgang zoet -/ zout water	Degeneratie boorspoeling Vast lopen boring Verlies boring	In ontwerpfase vermelden, zodat men in de uitvoering rekening kan houden	Engineer/ werkvoorbereider
7.03	Grind/ Grindbedden	Afwijken boortrace Afbreken boorkop Stuurproblemen Vast lopen boring/ verlies boring	In de juiste grondsoort het ontwerp opstellen. Als dit niet mogelijk is, dit vermelden aan de uitvoering	Engineer/ werkvoorbereider/ uitvoerenden
7.04	Loopzand	Dichtvallen van het gemaakte boorgat	Regelmatige controle op kwaliteit boorspoeling	Uitvoerenden
7.05	Obstakels	Niet kunnen passeren Afbreken boorkop Afwijken boortrace	Boring terug trekken en nogmaals proberen	Engineer/ werkvoorbereider
7.06	Boorradius	De radius te klein ontworpen voor de te gebruiken machine	In ontwerpfase de juiste radius aanhouden van de te gebruiken machine	Engineer/ werkvoorbereider
7.07	Lengteboring	Boring is te lang voor de machine in samenwerking met grondsoort en diameter	In ontwerpfase de gewenste machine aangeven	Engineer/ werkvoorbereider
<b>8. Pilotboring</b>				
8.01	Slechte menging boorspoeling	Instorten boorgat vastlopen pilot	De mengverhouding aanhouden zoals de fabrikant deze aangeeft Nadelige effecten kunnen in een aantal gevallen met speciale toevoegingen aan de boorspoeling worden gereduceerd.	Uitvoerenden/  Uitvoerder
8.02	Keuze boorbit anders dan verwacht	Stuurproblemen  Vastlopen pilot	Door juiste vooronderzoek van de bodemgesteldheid, in uitvoering beslissen welke het beste van toepassing is	Uitvoerenden/  Uitvoerder
8.03	Instabiele bovengrond	Muduitbraak t.p.v. instabiele bovengrond  Schade aan derden  Wegvallen bentoniedruk  Milieudelict	Door het debiet, de pompdruk en de voortgangssnelheid zoveel mogelijk te reduceren wordt het risico op een blow-out zoveel mogelijk beperkt;  Tevens zal de minimaal benodigde pompdruk zoveel mogelijk worden aangehouden; Door een (verhoudingsgewijs) zw aardere boorinstallatie als nodig in te zetten, om zodoende wat meer drukkracht als pompdruk te gebruiken, zal er ook een kleinere kans zijn op een blow-out;  Verder het constant (visueel) in de gaten houden van de retour stroom zal er toe bijdragen dat het risico van een blow-out te verwaarlozen zal zijn.	Uitvoerenden/  Uitvoerder
8.04	Verouderd materiaal en materieel	Defecteonderdelen van het boorrig  Verliezen van materieel/ boring	Aangeven voordat de werkzaamheden uitgevoerd gaan worden dat het materiaal/ materieel niet meer voldoet aan de eisen	Uitvoerenden/  Uitvoerder



Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
9. Ruimfase				
9.01	Het dichtsluiten van de Nozzels tijdens de uitvoering	Afname snijenschappen Vollopen ruimer en het blokkeren van het ruimproces	Juiste ruimer kiezen bij de grondsoort	Uitvoerenden/ Uitvoerder
9.02	Verkeerde keuze ruimer	Slechte menging cuttings en boorspoeling Verkeerde snijenschappen voor deze boring	Juiste ruimer kiezen bij de grondsoort	Uitvoerenden/ Uitvoerder
9.03	Snelheid ruimer	Instabiliteit boorgat en vervorming boorgat	Tijdens uitvoering controle uitvoeren op snelheid	Uitvoerenden/ Uitvoerder
9.04	Defecten aan ruimer	Tijdelijk blokkeren boorgat Verlies boring Vast lopen boring	Controle uitvoeren voordat men de ruimer gaat gebruiken	Uitvoerenden/ Uitvoerder
9.05	Obstakels in de grond	Tijdelijk blokkeren boorgat Verlies boring Vast lopen boring	De klic nalopen op obstakels. De niet vermelde obstakel kan men niet altijd in kaart brengen	Uitvoerenden/ Uitvoerder
10. Intrekfase				
10.01	Defecte Swivel	Overbelasting Overmatig gebruik olie/vet gevolg met milieuschade Stagnatie intrekproces	Controle uit blijven voeren tijdens het intrekproces.	Uitvoerenden/ Uitvoerder
10.02	Overschrijding maximale trekkracht op productiepijp	Overbelasting Stagnatie intrekproces	Controle uit blijven voeren tijdens het intrekproces. Niet meer dan de voorgeschreven maximale trekkracht.	Uitvoerenden/ Uitvoerder
10.03	Te stijle invoerbocht	Te hoge trekkracht waardoor de productiebuys beschadigd kan worden	Tijdens de ontwerpfasen de juiste hoeken aangeven en dit aanhouden tijdens de uitvoering	Uitvoerenden/ Uitvoerder
10.04	Beschadiging productiebuys	Afkeur buis Overbelasting/kromme buis Slechte verbindingen	Tijdens uitvoering met voorzichtig de buis behandelen. De overgangen moeten door een erkende lasser aan elkaar verbonden worden.	Uitvoerenden/ Uitvoerder

Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
11. Werken met boorequipment				
11.01	Elektrische connecties tussen de verschillend equipment	Gewond raken door electrocutie	Aarden van divers equipment	Uitvoerder
11.02	Boren	Weggliden bij boor of ontvangstgat	Tijdens het boren niet in de directe omgeving van de boor of het ontvangstgat komen en onbevoegden op afstand houden, boorgaten zichtbaar maken	Uitvoerenden
11.03		Letsel door wegzakken/vallen in mudpit	Mudpit onder talut graven en/of mudpit afzetten	Uitvoerder
11.04		Verwond raken door draaiende en bewegende kraan	Buiten draaicirkel van het graafmachine blijven	Uitvoerenden
11.05		Letsel door draaiende delen	Waar mogelijk draaiende delen afschermen	Uitvoerder
11.06			Geen loshangende kleding dragen en haar opbinden.	Uitvoerenden
11.07		Weg spuiten van boor-mud onder druk met letsel als mogelijk gevolg	Tijdens opstellen de fittingen, koppelingen en stangen visueel controleren, leidingen vastzetten met borgingspinnen/kettingen	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.08		Law aai van machine, gehoorschade	Law aai-bron zoveel mogelijk afschermen, omgeving op de hoogte stellen	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.09			Gehoorscherming verstrekken >80 dB(A)	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.10			Verplicht gehoorbescherming dragen >85dB(A)	Uitvoerenden/ Uitvoerder
				Uitvoerder

Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
11.11	Aanbrengen en/of losmaken van de boorbuis	Letsel bij het aanbrengen en/ of losmaken van de boorbuis/mantelbuis	Geen draaiende delen tijdens het aanbrengen/loskoppelen. Communicatie	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.12			Gebruik juiste gereedschappen en hijsmiddelen	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.13			Omgeving afschermen	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.14	Intrekken van de leiding	Letsel of schade bij vastlopen of aflopen van de streng van de rollenbaan	Draag zorg voor onderhoud en begeleiding van de streng tijdens de trekoperatie	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.15		Knellen van vingers tussen rollen tijdens trekken	Houd afstand tijdens de trekoperatie	Uitvoerenden
11.16		Letsel bij breken van hijsmiddelen tijdens de trekoperatie	Gebruik alleen gecertificeerde en gekeurde hijsmiddelen die op gewicht en/of trekkracht zijn afgestemd met het werk	Uitvoerder
11.17	Aanmaken van bentoniet / water	Inademen van stof	Gebruik van stoffilters (P3)	Uitvoerder
11.18		Geraakt worden door bewegend materieel.	Gebruik van gecertificeerd hijsapparatuur en hijsgereedschap. Geen personen nabij bewegend delen. Eén man die de aanwijzingen geeft.	Uitvoerder



**van gelder****Van Gelder Groep B.V.**

J.P. Broekhovenstraat 36  
8081 HC ELBURG  
Postbus 29  
8080 AA ELBURG  
Tel: (0525) 65 98 88  
Fax: (0525) 68 54 71  
E-mail: groep@vangelder.com

**Aannemingsmaatschappij  
Van Gelder B.V.**

J.P. Broekhovenstraat 36  
8081 HC ELBURG  
Postbus 29  
8080 AA ELBURG  
Tel: (0525) 65 98 88  
Fax: (0525) 68 54 71  
E-mail: aannemingsmaatschappij  
@vangelder.com

**Van Gelder Kabel-, Leiding-  
en Montagewerken B.V.**

Burg. Moslaan 11  
8051 CP HATTEM  
Postbus 20  
8050 AA HATTEM  
Tel: (038) 443 14 56  
Fax: (038) 444 37 39  
E-mail: klm@vangelder.com

**Van Gelder Rail B.V.**

3<sup>o</sup> Industrieweg 2  
8051 CM HATTEM  
Postbus 15  
8050 AA HATTEM  
Tel: (038) 443 14 22  
Fax: (038) 443 14 20  
E-mail: rail@vangelder.com

**Van Gelder Telecom B.V.**

2<sup>o</sup> Industrieweg 1  
8051 CM HATTEM  
Postbus 15  
8050 AA HATTEM  
Tel: (038) 444 80 60  
Fax: (038) 444 80 61  
E-mail: telecom@vangelder.com

**Van Gelder Verkeerstechniek B.V.**

Burg. Moslaan 11  
8051 CP HATTEM  
Postbus 20  
8050 AA HATTEM  
Tel: (038) 443 14 56  
Fax: (038) 444 37 39  
E-mail: verkeerstechniek@vangelder.com

**Van Gelder regio West**

Schillingweg 10  
2153 PL NIEUW-VENNEP  
Tel: (0252) 662 000  
Fax: (0252) 662 099  
E-mail: regiowest@vangelder.com

**Regionale vestigingen**

Almere  
Amersfoort  
Andelst  
Borne  
Den Haag  
Duiven  
Emmeloord  
Enschede  
Hardenberg  
Leeuwarden  
Ridderkerk  
Uden  
Zierikzee