A.Hak
Steenoven 2-6
4196 HG Tricht
Nederland

Oostzeestraat Zutphen

Boorplan HDD 3

12325101-009-R030



	N	Bedrijf	Paraaf
Opsteller	[redacted]	A.Hak Engineering	[redacted]
Verificatie		A.Hak Engineering	
Vrijgave		A.Hak Noord-Oost B.V.	
Goedkeuring		Liander	

Niets van dit rapport en/of ontwerp mag worden vermenigvuldigd, openbaar gemaakt en/of overhandigd aan derden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van A.Hak

Project:	Oostzeestraat Zutphen
Onderwerp:	Boorplan HDD 3
Documentkenmerk:	12325101-009-R030-1
Datum eerste uitgave:	30 januari 2026
Datum vigerende revisie:	8 juni 2026
Kenmerk hoofdaannemer:	12325101-009
Hoofdaannemer:	A.Hak Noord-Oost B.V. Voltastraat 64 7006 RW Doetinchem
Opdrachtgever:	Liander

Versie	Wijziging	Opsteller	Verificatie	Paraaf
1	Bundelconfiguratie voor HDD 030 B gewijzigd	OZE	RMU	

De wijzigingen in dit document zijn weergegeven met een groene kapitaal voor de desbetreffende alinea.

INHOUDSOPGAVE

1. PROJECTOMSCHRIJVING 1

2. UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN 2

2.1 Normen en eisen 2
2.2 Ontvangen documenten 2
2.3 Toe te passen materiaal 2

3. SITUATIEBESCHRIJVING 3

3.1 Te kruisen objecten 3
3.2 Bodemprofiel 3
3.3 Grondwaterstand 4
3.4 Kwelanalyse 4

4. BESCHRIJVING WERKMETHODE HDD 5

4.1 Inrichten van het werkterrein 5
4.2 De boorfases 5
4.3 Omgang met de boorvloeistof 5
4.4 Intrekken van de boorstreng 5

5. BEREKENINGSRESULTATEN 6

5.1 Boorspoeldrukken 6
5.2 Spanningsanalyse en trekkracht 7

6. IN TE ZETTEN MATERIEEL / MATERIAAL 8

6.1 Boormachine en bijbehorend materieel 8
6.2 Dodebedconstructie 8

7. PROJECTSPECIFIEKE RISICOANALYSE 9

8. CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN 10

BIJLAGE I **TEKENING**

BIJLAGE II **GRONDONDERZOEK EN GRONDWATERSTAND**

BIJLAGE III **BEREKENINGEN**

BIJLAGE IV **SPECIFICATIES MATERIEEL**

BIJLAGE V **SPECIFICATIES PLAATSBEPALINGSSYSTEEM**

BIJLAGE VI **KEURINGSDOCUMENTEN**

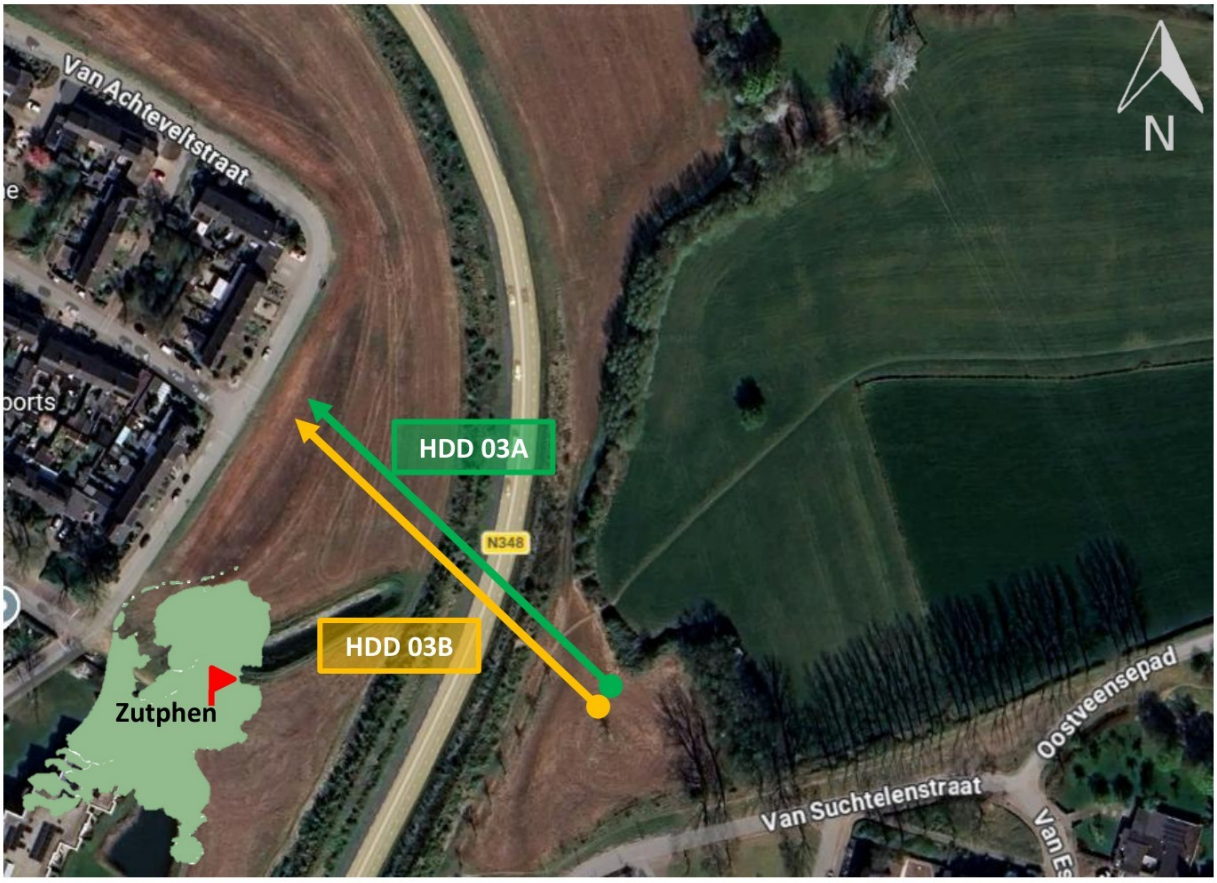
BIJLAGE VII **SPECIFICATIES BESTANDSDELEN BOORVLOEISTOF**

BIJLAGE VIII **ALGEMENE RISICO-INVENTARISATIE EN EVALUATIE**

1. PROJECTOMSCHRIJVING

Voor Liander gaat hoofdaannemer A.Hak een middenspanningskabeltracé aanbrengen in Rotterdam. Het tracé kruist hierbij de Polbeekseweg (N348) en enkele kabels en leidingen. Deze kruising wordt gerealiseerd door middel van twee parallelle gestuurde boringen (HDD's). Voor de kruising voeren wij de HDD's uit met bundels bestaande uit Ø110 mm en Ø160 mm HDPE-mantelbuizen.

Het intredepunt van de gestuurde boring is bepaald ten zuidwesten van de N348, nabij de Van Suchtelenstraat in Zutphen. Het uittredepunt bevindt zich aan de andere kant van de N348, nabij de van Achteveldstraat. De projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Projectlocatie te Zutphen

2. UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN

Voor het maken van dit boorplan hebben wij gebruik gemaakt van de geldende wettelijke eisen en normen. Eisen vanuit leidingeigenaren, vergunningverleners en/of belanghebbenden zijn meegenomen in het ontwerp van de boring.

2.1 Normen en eisen

De voor het werk gebruikte normen en eisen zijn benoemd in Tabel 1.

Ref.	Norm	Uitgave	Titel
[1]	NEN-EN 1997-1 + C1 + A1	2016	Geotechnisch ontwerp
[2]	NEN 3650	2020	Eisen voor buisleidingsystemen
[3]	NEN 3651	2020	Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken
[4]	NPR 3659 + A1 + C1	2006	Ondergrondse pijpleidingen – Grondslagen voor de sterkteberekening

Tabel 1 Normen en eisen

2.2 Ontvangen documenten

In Tabel 2 zijn de voor het boorplan gebruikte documenten weergegeven.

Ref.	Documentnummer	Datum	Documentnaam
[a]	PLAN_280420_01_01	11-09-2025	Oosterzeestraat Zutphen NW AC6a (N) – Liander
[b]	2500716/R01	30-01-2026	Geotechnisch Grondonderzoek N348 e.o. in Zutphen – Hutton Geotechniek
[c]	B33F1005	07-06-2018	Peilbuis – Grondwatertools.nl

Tabel 2 Gebruikte documenten

2.3 Toe te passen materiaal

Wij maken gebruik van leidingmaterialen met de eigenschappen zoals genoemd in Tabel 3.

Omschrijving	Eenheid	Eigenschap	Eigenschap
Leidingdiameter uitwendig	[mm]	160	110
Wanddikte	[mm]	14,5	10,0
Materiaal	[-]	HDPE	HDPE
Materiaal kwaliteit	[-]	PE100	PE100
Materiaalklasse	[-]	SDR 11	SDR 11
Aantal: HDD 030 A	[-]	1	6
Aantal: HDD 030 B	[-]	1	4

Tabel 3 Specificaties leidingmateriaal

3. SITUATIEBESCHRIJVING

3.1 Te kruisen objecten

De geprojecteerde boorlijn is op tekening weergegeven, zie BIJLAGE I. De boorlijn kruist:

- Provinciale weg Polbeekseweg N348 (beheer: provincie Gelderland);
- 2 vrijvervalriolen (beheer: Gemeente Zutphen & Provincie Gelderland);
- Diverse overige kabels en leidingen.

De geprojecteerde boorlijn voldoet aan de gestelde normen en eisen zoals beschreven in Tabel 1.

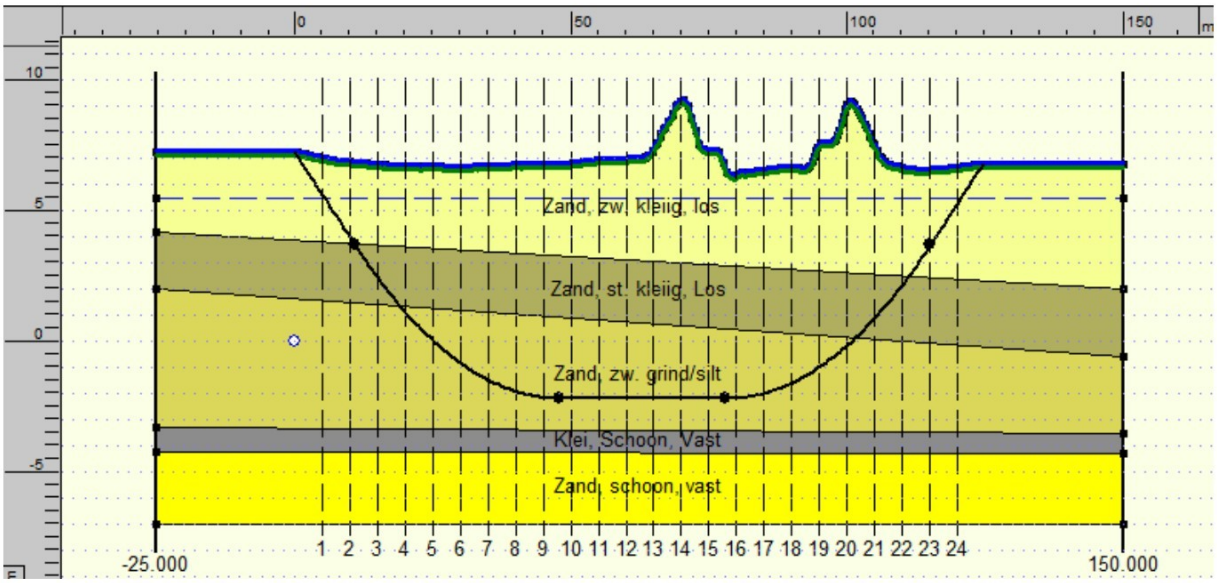
De gestuurde boringen lopen parallel aan 2 bestaande HDD's t.b.v. middenspanningskabels en zijn van ongeveer gelijke lengte. Nabij het intredepunt van HDD 030A bevinden zich nog 3 bestaande middenspanning HDD's welke in noordelijke richting van "onze" HDD's aflopen. HDD 030A kruist de bestaande middenspanningskabels ook nabij het intredepunt. Nabij de uittredepunten van beide boringen bevindt zich een vrijvervalriool.

De hoofdaannemer lokaliseert de middenspanningskabels, riolen en eventuele aanwezige kabels en leidingen in de nabijheid van het in- en uittredepunt. Indien een risico op schade van de kabels of leidingen aanwezig is, worden beschermende maatregelen genomen en worden de kabels en leidingen gemonitord.

3.2 Bodemprofiel

Wij hebben een representatief bodemprofiel opgesteld aan de hand van de ontvangen grondgegevens zoals vermeld in Tabel 2. Het gebruikte grondonderzoek is toegevoegd in BIJLAGE II. Wij hebben de grondparameters bepaald aan de hand van tabel 2.b van de NEN-EN 1997/NB 2019.

De boringen bevinden zich voornamelijk in het zand. De bovenlaag bestaat uit kleiig/siltig zand. Dieper treffen de boringen matig tot vast gepakt, licht tot matig grindig en siltig zand. In Figuur 2 is de gemodelleerde grondopbouw weergegeven.



Figuur 2 Schematische weergave bodemopbouw

3.3 Grondwaterstand

De grondwaterstand is afkomstig van Grondwatertools.nl. De peilbuisgegevens zijn bijgevoegd in BIJLAGE II.

Grondwaterstand	B33F1005
Freatische grondwaterstand	5,46 m +NAP

Tabel 4 Grondwaterstand

De grondwaterstand fluctueert in de tijd onder invloed van het weer en de seizoenen. In de berekeningen houden wij de gemiddeld hoogst gemeten (GHG) freatische waterstand aan.

3.4 Kwelanalyse

De boring kruist geen waterafsluitende pakketten en blijft geheel in de watervoerende lagen. Wij verwachten daarom geen verticale kwel vanuit het Pleistocene zandpakket.

4. BESCHRIJVING WERKMETHODE HDD

4.1 Inrichten van het werkterrein

Het boormaterieel voeren wij aan met vrachtwagens. De hoofdaannemer richt het terrein bij zowel het in- als het uittredepunt in met rijplaten. Aan zowel de intrede- als de uittredezijde graaft de hoofdaannemer mudpits voor de ontvangst van de uitkomende grond en boorspoeling.

4.2 De boorfases

Een gestuurde boring bestaat uit maximaal vier fases:

- Fase 1 – De pilotboring;
- Fase 2 – De ruimfase(s);
- Fase 3 – De wiper trip(s) / cleaning run(s);
- Fase 4 – Het intrekken van de boorstreng.

De pilotboring voeren wij uit met de Gyro Steering Tool, zie BIJLAGE V. Na de pilotboring verwachten wij dat wij één ruimfase uitvoeren. Aan de hand van de werkelijke grondsituatie en de verkregen boorgegevens, bepaalt de uitvoerder hoeveel ruimfases hij nodig acht. Na de ruimfases bepaalt de uitvoerder of een (of meerdere) wiper trip(s) nodig is voor het intrekken van de boorstreng.

4.3 Omgang met de boorvloeistof

Via de boorstangen pompen wij boorspoeling naar de boorkop, waar de boorspoeling via de nozzles de grond losspuit en transporteert via het boorgat naar de mudpits aan de in- en uittredezijde. Het gebruik van boorvloeistof versterkt verder de stabiliteit van het boorgat. Wij gebruiken voor deze boring OCMA van CEBO Holland B.V. als basis voor de boorvloeistof. De boorspoeldrukken worden continu gemeten bij de pomp. Indien de mudengineer dit nodig acht, past hij de samenstelling van de boorvloeistof aan.

Vrijkomende boorspoeling vangen wij op en voeren wij af. Wij nemen monsters van de boorvloeistof en laten deze testen door een extern bureau conform de NEN 5740 om verontreinigingen op te sporen. Verontreinigde boorvloeistof voeren wij af naar een erkend verwerker.

Het werkwater, voor het aanmaken van de boorspoeling, is vooraf op geleidbaarheid, PH-waarde en chloridegehalte getoetst. Het chloridegehalte van het water mag maximaal 3000 µS/cm zijn. Wij onttrekken het werkwater van een aftappunt in de nabijheid van de boring.

4.4 Intrekken van de boorstreng

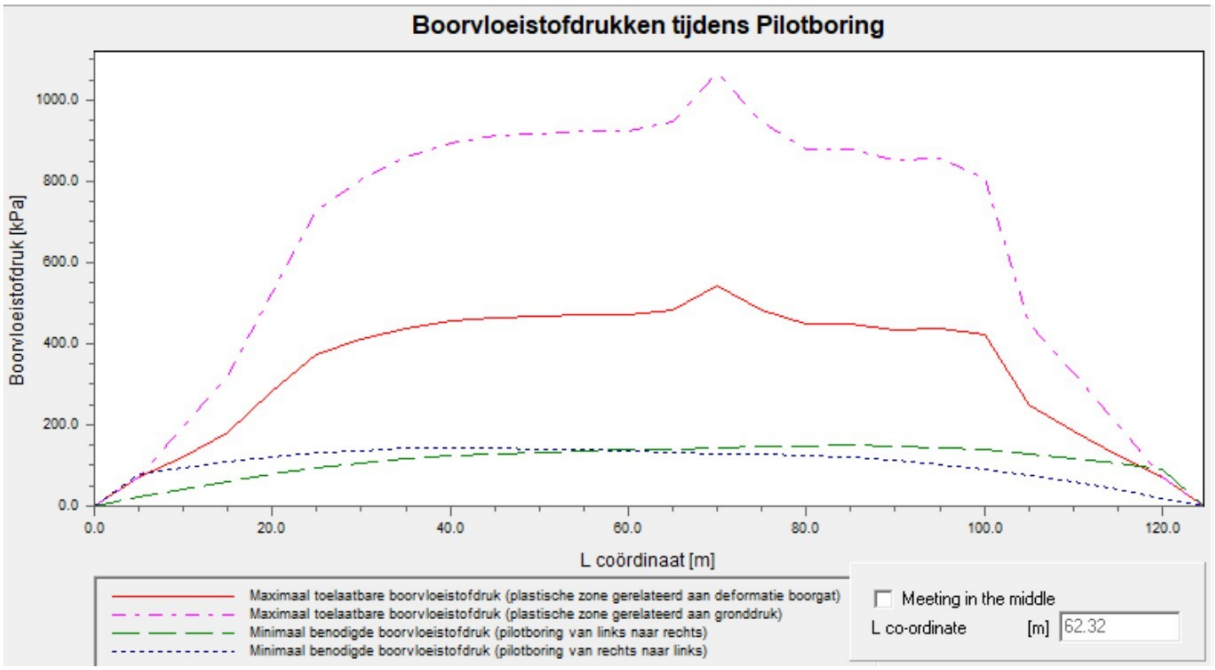
Voor het intrekken van de boorstreng is de boorstreng achter het uittredepunt opgesteld. Deze koppelen wij met een trekkop en swivel aan de ruimer of barrel. Wij trekken de boorstreng in één ononderbroken operatie in het boorgat.

5. BEREKENINGSRESULTATEN

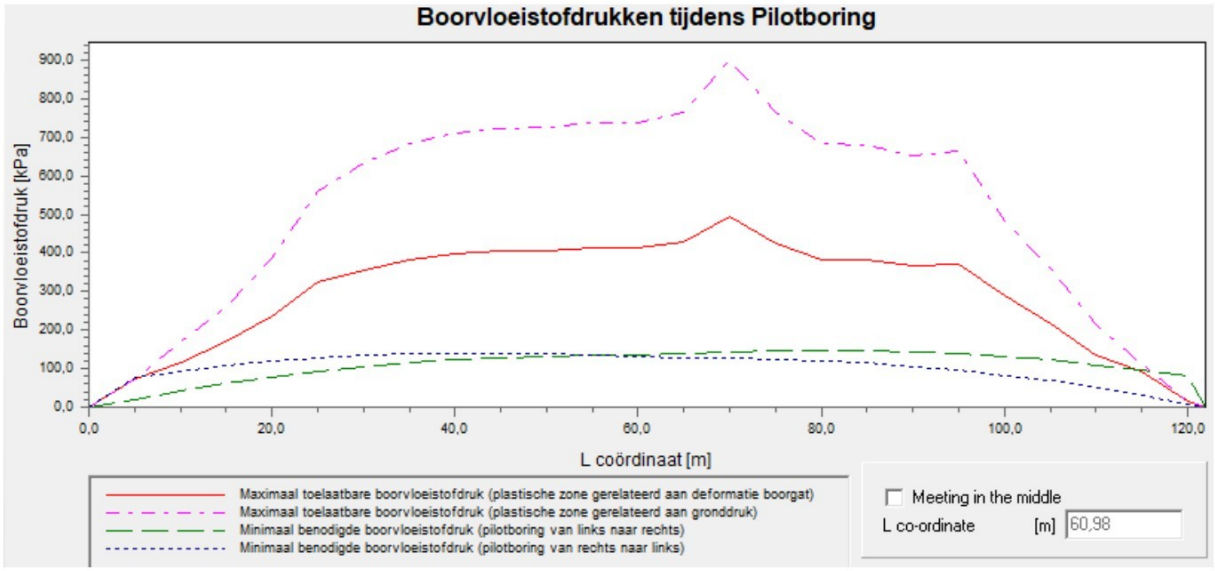
Met het geschematiseerde grondprofiel zijn berekeningen gemaakt in D-Geo Pipeline van Deltares. De software berekent de spanningen op de boorstreng tijdens de uitvoeringsfases en de benodigde boorvloeistofdrukken. De resultaten van de berekeningen zijn te lezen in BIJLAGE III.

5.1 Boorspoeldrukken

De boorspoeldrukken zijn berekend in de pilot-, de ruim- en de intrekfase. Om het risico op muduitbraak te minimaliseren, dient de minimaal benodigde boorspoeldruk kleiner te zijn dan de maximaal toelaatbare boorspoeldruk. De boorspoeldrukken in de pilotfase zijn maatgevend voor de boring, zie Figuur 3. Tijdens de pilotboring boren wij van rechts naar links (blauwe lijn).



Figuur 3 Boorspoeldrukken tijdens pilotboring HDD 030 A



Figuur 4 Boorspoeldrukken tijdens pilotboring HDD 030 B

In Figuur 3 is te zien dat tijdens de laatste 5 meter van het boren van HDD 030A de berekende boorspoeldruk groter is dan de toelaatbare boorspoeldruk en is het risico op muduitbraak het grootst. In Figuur 4 is te zien dat tijdens de laatste 6 meter van het boren van HDD 030B de berekende boorspoeldruk groter is dan de toelaatbare boorspoeldruk. Wij beheersen het risico op muduitbraak door de pompdruk tot een minimum te verlagen zodat de boorspoeldrukken lager zijn dan de maximaal toelaatbare boorspoeldrukken. Doordat deze gebieden nagenoeg gelijk vallen met de mudpits verwachten wij geen muduitbraken.

5.2 Spanningsanalyse en trekkracht

De boorstreng is berekend op spanningen (tijdens de intrek- en bedrijfsfase), deflectie en implosie. De berekeningen zijn bijgevoegd in BIJLAGE III. Uit de berekeningen volgt dat de boorstreng voldoet.

De verwachte trekkracht tijdens de intrekoperatie en bijbehorende spanningen zijn berekend in BIJLAGE III, inclusief een onzekerheidsfactor van 2,0 vanwege de aanwezigheid van grind conform de NEN 3650. De verwachte theoretisch maximale trekkracht is:

Boring	Benodigde trekkracht	Trekkracht incl. onzekerheidsfactor	Maximaal toelaatbaar op de boorstreng
HDD 030 A	29 kN / 3,0 ton	58 kN / 6,0 ton	255 kN / 26,0 ton*
HDD 030 B	22 kN / 2,2 ton	44 kN / 4,5 ton	192 kN / 19,6 ton*

Tabel 5 Resultaat trekkracht

* Op basis van de gesommeerde maximaal toelaatbare theoretische trekkracht per buis.

6. IN TE ZETTEN MATERIEEL / MATERIAAL

6.1 Boormachine en bijbehorend materieel

De boormachine dient een trekkracht te hebben van minimaal de trekkracht inclusief onzekerheidsfactor, zoals aangegeven in Tabel 5. Wij maken op basis van de planning en/of het te gebruiken meetsysteem gebruik van de 22 ton boormachine. Wanneer deze machine en/of bijbehorend materieel niet beschikbaar is door wijzigingen in de planning, maken wij gebruik van een gelijkwaardige machine en/of materieel. In BIJLAGE IV zijn de specificaties van het geplande materieel beschreven.

In Tabel 6 en Tabel 7 zijn de diameters van de boorkoppen en boorgaten tijdens de verschillende fases van de HDD's weergegeven.

Omschrijving	Eenheid	Pilotfase	Ruimfase	Wiper trip	Intrekfase
Boorkop / ruimer	[-]	Jet bit	FLC	Barrel Reamer	Barrel Reamer
Diameter boorkop/ruimer	[mm]	146	500	680	620
Diameter boorgat	[mm]	200	500	500	500

Tabel 6 Specificatie boormaterieel boorfases HDD 030A

Omschrijving	Eenheid	Pilotfase	Ruimfase	Wiper trip	Intrekfase
Boorkop / ruimer	[-]	Jet bit	FLC	Barrel Reamer	Barrel Reamer
Diameter boorkop/ruimer	[mm]	146	425	330	330
Diameter boorgat	[mm]	200	425	425	425

Tabel 7 Specificatie boormaterieel boorfases HDD 030B

6.2 Dodebedconstructie

De boormachine heeft op de machine een systeem waarmee hij zich verankert in de grond. Bij het verankeren van de machine houden wij rekening met de aanwezigheid van bestaande kabels en leidingen.

7. PROJECTSPECIFIEKE RISICOANALYSE

De algemene Risico-Inventarisatie en Evaluatie (RI&E) is bijgevoegd in BIJLAGE VIII. Hieronder staan de projectspecifieke risico's omschreven:

Calamiteit	Gevolg	Kans	Beheersmaatregelen
Kabels en leidingen liggen niet op de locatie conform de KLIC	Schade aan kabels en leidingen	Gering	▪ Opzoeken van eventuele kabels en leidingen bij het in- en uittredepunt in de mudpit; ▪ Beschermende maatregelen treffen indien nodig om schade te voorkomen.
Te hoge boorspoeldrukken tijdens de pilotfase	Muduitbraak	Gering	▪ De pompdruk verlagen bij het uittredepunt om de boorspoeldrukken te reduceren; ▪ Indien nodig grondverdringend boren.
Grind in de ondergrond	Overmatig verlies van boorspoeling	Nihil	▪ Indien nodig toevoegingen gebruiken in de boorvloeistof om het verlies van boorspoeling te reduceren.

Tabel 8 Projectspecifieke risico's

8. CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN

Op basis van de informatie van de gemaakte berekeningen en de informatie uit hoofdstuk 2 van het boorplan concluderen wij dat de boring voldoet aan de gestelde eisen en normen.

De aandachtspunten zijn:

Algemene aandachtspunten

- De verwachte trekkracht inclusief veiligheidsfactoren bedraagt 6,0 ton voor HDD 030A en 4,5 ton voor HDD 030B;
- De maximaal toelaatbare trekkracht bedraagt 26 ton voor HDD 030A en 19,6 ton voor HDD 030B;

Uitvoeringstechnische aandachtspunten

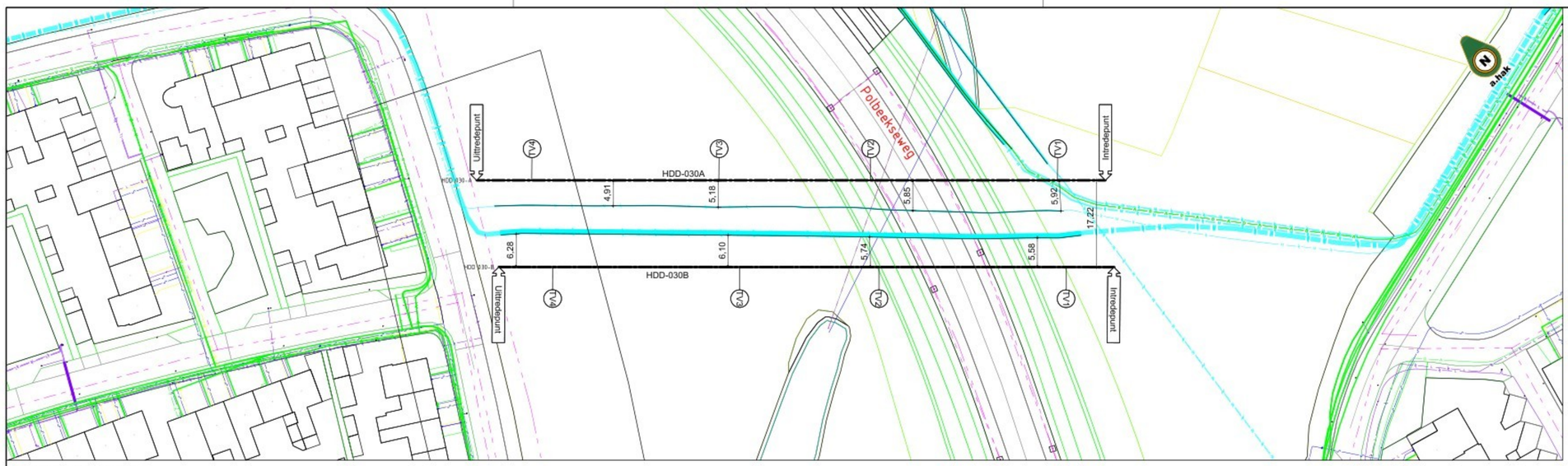
- Tijdens de laatste 5 tot 6 meter, ter hoogte van de mudpits, bestaat in de pilotfases een beheersbaar risico op muduitbraak;
- Bij de in- en uittredepunten bevinden zich diverse kabels en leidingen. Voor de uitvoering dienen deze inzichtelijk te worden gemaakt. Indien nodig dienen beschermende maatregelen getroffen te worden;

Bodem specifieke aandachtspunten

- De boorlijn bevindt zich voornamelijk in (matig tot hard) zand. Vanaf 1 meter boven NAP treffen de boringen grindig zand.

BIJLAGE I TEKENING

Onderdeel	Tekening
Situatie, algemeen plan en boorprofiel (Bovenaanzicht en langsdoorsnede)	12325101-009-BT010



Bovenaanzicht
Schaal: 1:500

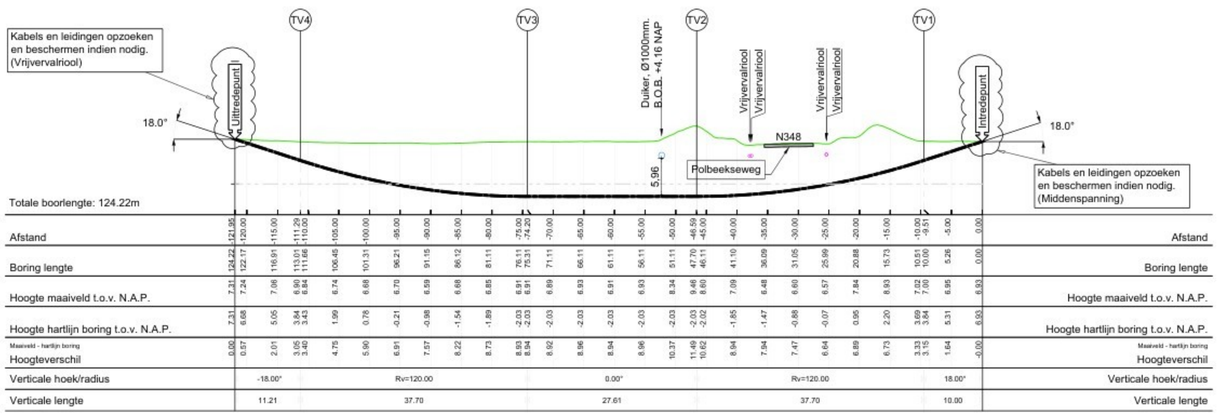


Situatie
Schaal: 1:2000

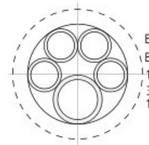
Buisleiding gevaarlijke inhoud	GAS	Datakabel	
Gasleiding hogedruk		Laagspanningskabel	
Gasleiding lagedruk		Middenspanningskabel	
Waterleiding		Hoogspanningskabel	
Warmteleiding		Mantelbuis	
Persleiding		Vervallen tracé	
Vrijvervalriool		Gestuurde boring derden	
Duiker		Kadastrale grens	
Gebied met kruisende K&L		Zonering kabel of leiding	

Legenda

Lengteprofiel HDD-030-A
Schaal: 1:500



Lengteprofiel HDD-030-B
Schaal: 1:500



Tangentpunten lijst 'HDD-030-A'			
Naam	X	Y	Hoogte
Intrede	211918.05	463136.54	6.78
TV1	211911.26	463143.21	3.69
TV2	211884.82	463169.21	-2.18
TV3	211863.40	463190.27	-2.18
TV4	211836.95	463216.27	3.69
Uittrede	211829.16	463223.93	7.24

Tangentpunten lijst 'HDD-030-B'			
Naam	X	Y	Hoogte
Intrede	211907.18	463123.07	6.93
TV1	211900.40	463129.74	3.84
TV2	211873.97	463155.75	-2.03
TV3	211854.28	463175.11	-2.03
TV4	211827.85	463201.12	3.84
Uittrede	211820.24	463208.59	7.31

Doorsnede boringen
Schaal: 1:10

Aandachtspunten

- Maten in meters en peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld;
- Diameters en materiaalmaten in millimeters, tenzij anders vermeld;
- Alle hoeken staan in het 360-graden stelsel.

Tekening gebaseerd op:
- Case nr.: 280420:
  Oosterzeestraat Zutphen NW AC6a (N);

d.d. 11-09-2025, tekenaar [redacted]

Lengteprofiel / Kabels en leidingen:
- Lengteprofiel op basis van AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland);
- Juiste ligging van kabels en leidingen tijdens uitvoering te bepalen door middel van proefsleuven;
- Alleen voor de boring relevante kabels en leidingen zijn weergegeven op het lengteprofiel;
- KLIC-nummer: 25O0137471_1

Opvraagdatum: 25-09-2025

NR	DATUM	WIJZIGING	GET.	GEZ.
2	10-03-2026	Doorsnede boring BT030-B aangepast		
1	14-11-2025	Intredepunt boring-B, 4 [illegible]d. Doorsnede [illegible] toegevoegd		

CONCEPT

Klant Liander
Project Oostzeestraat Zutphen
Locatie: Kruising N348
HDD Boring 030-A, 1xØ160 + 6xØ110mm. PE100 SDR11
HDD Boring 030-B, 1xØ160(MS), 3xØ110(MS), 1xØ110(Data) PE100 SDR11

a.hak
Steenoven 2-6
4791 HG Tricht
Postbus 151, 4790 CD Geldermalsen
T +31 345 579 271
E engineering@a-hak.nl
I www.a-hak.nl

Opdrachtnr.	Datum	Schaal/Type	Papier	Tekeningnummer	Revisie
[redacted]	10-10-2025	CONCEPT	A1	12325101-009-BT030A+B	2
		Blad 1 / 1	Schaal 1:500		

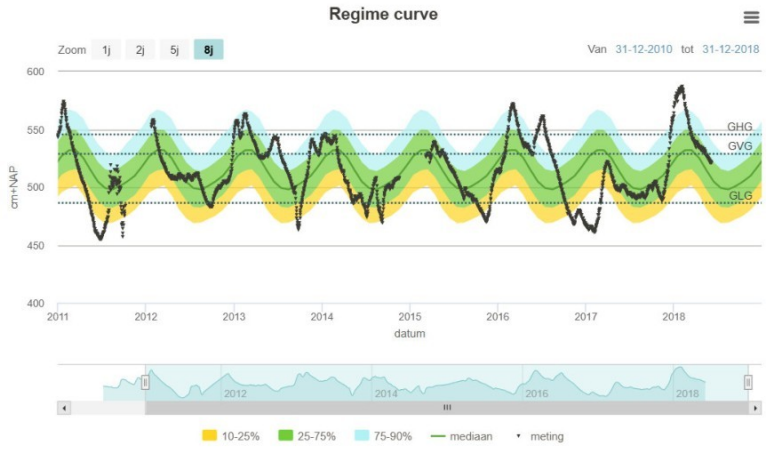
BIJLAGE II GRONDONDERZOEK EN GRONDWATERSTAND

Onderdeel	Bron
Sonderingen	DINOloket
Peilbuis	Grondwatertools.nl

Locatie peilbuis B33F1005

Filters in put	Bovenkant filter cm+NAP	Onderkant filter cm+NAP
001	435	335





Klimaatrepresentatieve grondwaterdynamiek	cm+NAP	cm-mv
GHG	545.6	259.4
GLG	486.6	318.4
GVG	528.6	276.4
RHG	541.9	263.1
RLG	490.4	314.6
Grondwatertrap	VIII	

Toon GXG

Toon maaiveld

Onderliggend model voldoet niet aan alle statistische eisen en een of meerdere modelparameters zijn onbetrouwbaar, waardoor getoonde karakteristieken en regimecurve onzeker zijn.

211875.000
211925.000
211975.000
463125.000
463075.000
463025.000

BH04
CPT04

Legenda

- Sondering
- Mechanische boring met 2 peilbuizen

N

0 10 20 m

Geotechnisch grondonderzoek

Opdrachtgever	A. Hak
Projectnummer	2500716
Schaal	1:500
Tekenaar	
Bijlage	1
Datum	29-01-2026
Formaat	A3

HUTTON GEOTECHNIEK

211775.000 211825.000 211875.000 211925.000

463225.000

463175.000

CPT05

Legenda

▼ Sondering

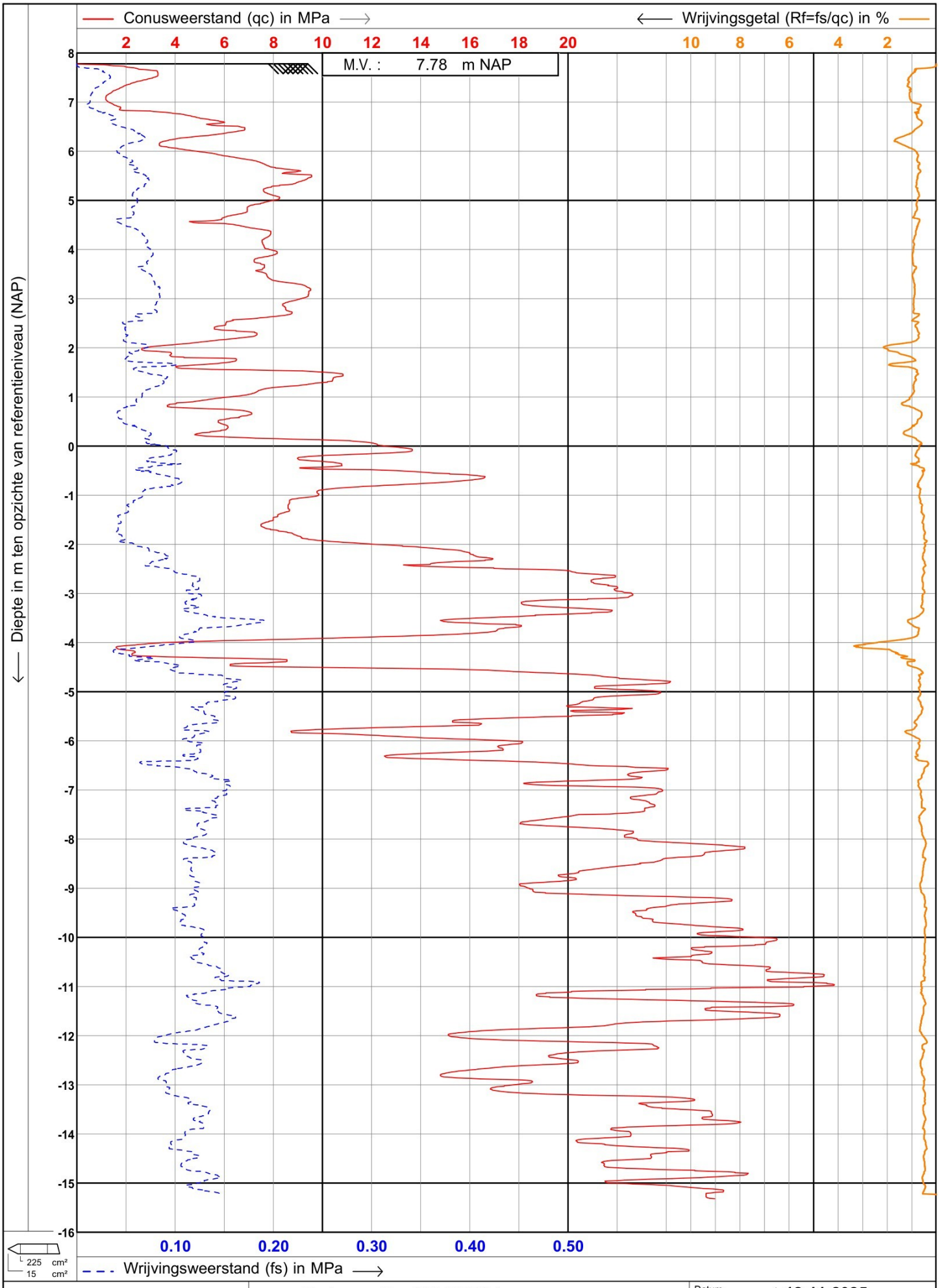
N

0 10 20 m

Geotechnisch grondonderzoek

Opdrachtgever	A. Hak
Projectnummer	2500716
Schaal	1:500
Tekenaar	
Bijlage	1
Datum	29-01-2026
Formaat	A3

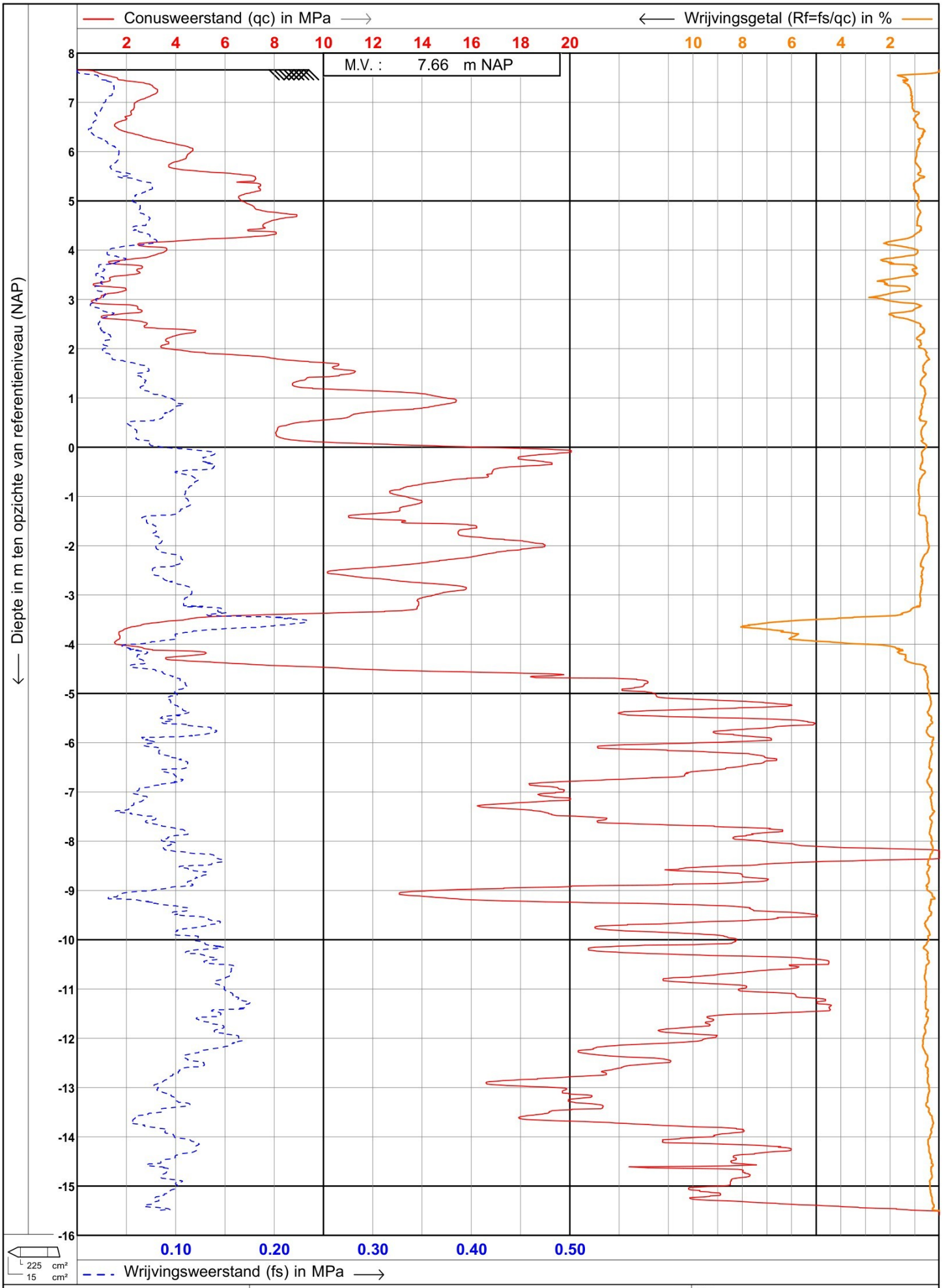
HUTTON GEOTECHNIEK



Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211938.6, 463085.61 RD**

Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**DP15CFPTXY.71618**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT04** 1/1



Test according ISO 22476-1

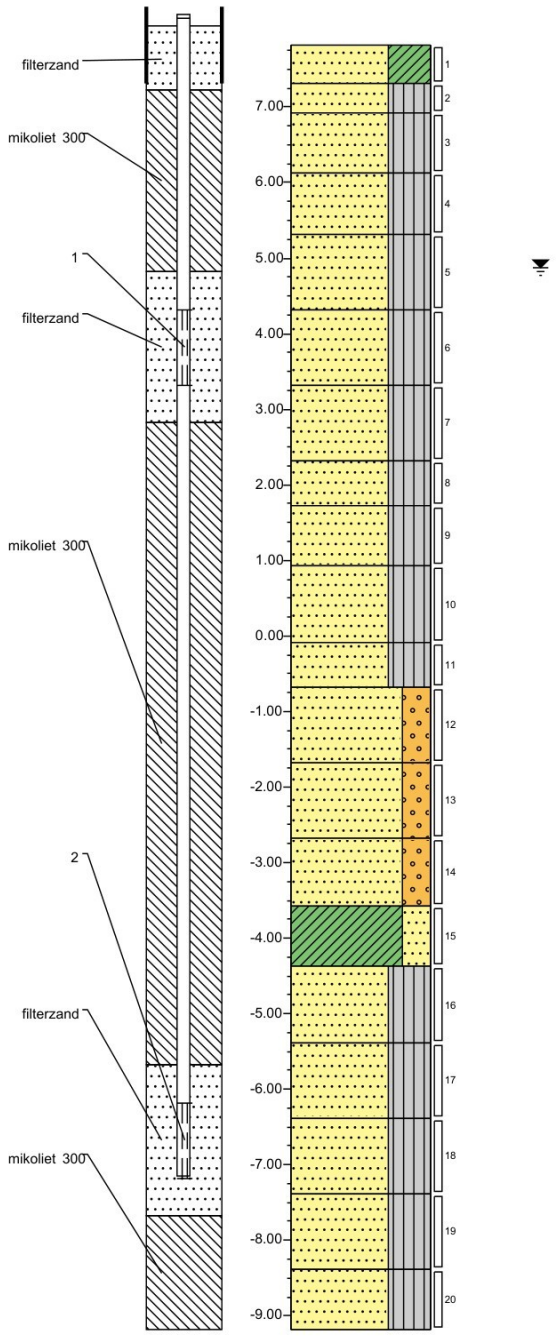
Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211815.95, 463211.75 RD**

Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**DP15CFPTXY.71618**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT05** 1/1

Projectcode: *2500716*
Naam: *Zutphen 2500716*

Boring: ***BH04*** ***Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688***

Uitvoering op: *2-12-2025*
Uitvoering door:
Maaiveldhoogte [m] NAP: *7.8204*
Grondwaterstand [cm-mv]: *295*
x-coordinaat [m RD]: *211938,05*
y-coordinaat [m RD]: *463087,13*



0.00	berm
0.50	Zand fijn 150-200, kleïg, sterk organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
0.90	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
1.70	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, Roest weinig , gelaagdheid niet intact
2.50	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
3.50	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
4.50	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
5.50	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
6.10	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
6.90	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig kleilensjes, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
7.90	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig kleilensjes, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
8.50	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig kleilensjes, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
9.50	Zand middelgrof 200-300, zwak grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
10.50	Zand middelgrof 200-300, zwak grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
11.40	Zand middelgrof 200-300, zwak grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
12.20	Klei, zwak zandig, weinig plastisch, niet antropogeen, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
13.20	Zand middelgrof 200-300, siltig, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
14.20	Zand middelgrof 200-300, siltig, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
15.20	Zand middelgrof 200-300, siltig, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
16.20	Zand middelgrof 200-300, siltig, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
17.00	

Schaal: *1:100*

Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

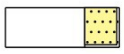
KEIEN (KEITJES)



KEIEN



KEIEN, met grind



KEIEN, met zand

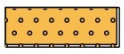


KEIEN, met silt

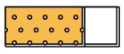


KEIEN, met klei

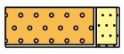
GRIND



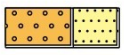
GRIND



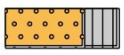
GRIND met keien (keitjes)



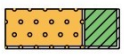
GRIND, zwak zandig



GRIND, sterk zandig

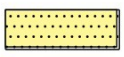


GRIND, siltig

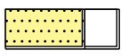


GRIND, kleiig

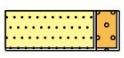
ZAND



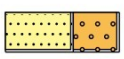
ZAND



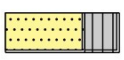
ZAND, met keien (keitjes)



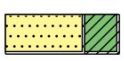
ZAND, zwak grindig



ZAND, sterk grindig



ZAND, siltig



ZAND, kleiig

SILT



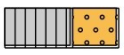
SILT



SILT, met keien (keitjes)



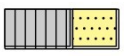
SILT, zwak grindig



SILT, sterk grindig

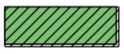


SILT, zwak zandig

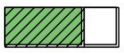


SILT, sterk zandig

KLEI



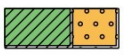
KLEI



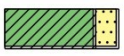
KLEI, met keien (keitjes)



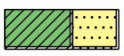
KLEI, zwak grindig



KLEI, sterk grindig



KLEI, zwak zandig



KLEI, sterk zandig

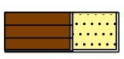
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



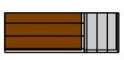
VEEN



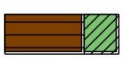
VEEN, zwak zandig



VEEN, sterk zandig

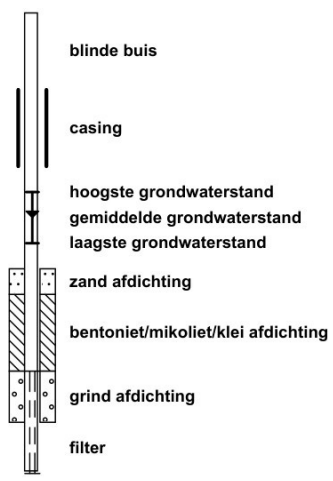


VEEN, siltig



VEEN, kleiig

peilbuis



geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

geroerd monster

ongeroerd monster

volumering

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

BIJLAGE III BEREKENINGEN

Onderdeel	Berekeningsmethode
Toelaatbare kromtestraal	D-Geo Pipeline
Minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldrukken	D-Geo Pipeline
Trekkrachtberekening	D-Geo Pipeline
Controle materiaalspanningen	D-Geo Pipeline
Controle opdrijven/zinken productleiding (ballasten)	D-Geo Pipeline

Rapport voor D-Geo Pipeline 24.1

Ontwerp van leidinginstallatie
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	A.Hak
Datum van rapport:	30/01/2026
Tijd van rapport:	15:00:44
Rapport met versie:	24.1.2.1914
Berekend met versie:	24.1.2.1914
Bestandsnaam:	HDD030A_DGeo
Projectbeschrijving:	Boring HDD 3A 1x Ø160 mm HDPE + 6x Ø110 mm HDPE

1 Invoergegevens

1.1 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-25.000	150.000			
1 - Z -	5.456	5.456			

1.2 Grondeigenschappen

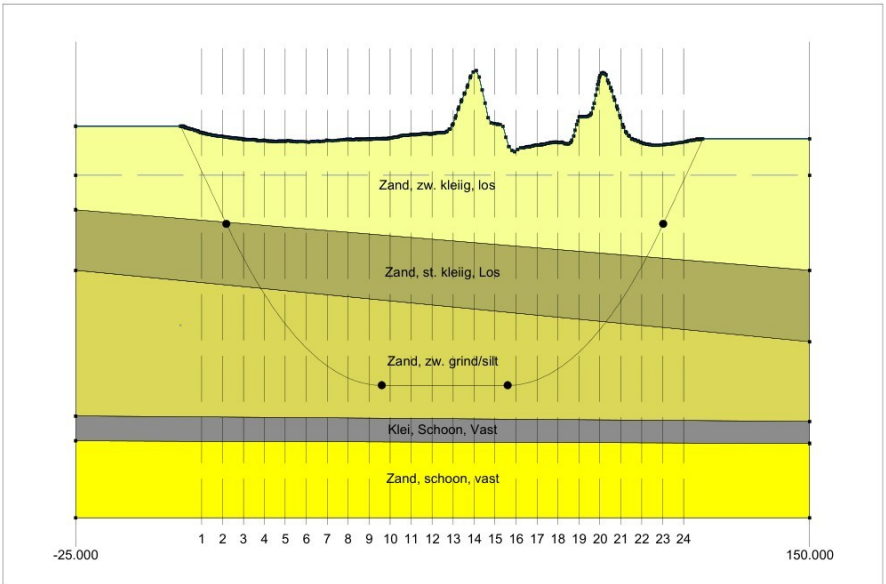
Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [gr]	Su top [kN/m²]	Su onder [kN/m²]
Zand, schoon, vast	19.50	21.50	0.00	37.50	0.00	0.00
Zand, zw. grind/silt	18.50	20.50	0.00	31.25	0.00	0.00
Zand, st. kleiig, Los	17.50	19.50	0.00	26.25	0.00	0.00
Klei, Schoon, Vast	19.50	19.50	14.00	21.25	150.00	150.00
Zand, zw. kleiig, los	17.00	19.00	0.00	27.50	0.00	0.00

Naam	Grondtype	Emod 100 [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
Zand, schoon, vast	-	-	92500.00	92500.00
Zand, zw. grind/silt	-	-	50000.00	50000.00
Zand, st. kleiig, Los	-	-	20000.00	20000.00
Klei, Schoon, Vast	-	-	7000.00	7000.00
Zand, zw. kleiig, los	-	-	12000.00	12000.00

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [gr]	Nu [-]
Zand, schoon, vast	-	-	0.35
Zand, zw. grind/silt	-	-	0.28
Zand, st. kleiig, Los	-	-	0.35
Klei, Schoon, Vast	-	-	0.45
Zand, zw. kleiig, los	-	-	0.33

1.3 Geometrie

1.3.1 Geometrie Sectie, Detail



1.3.2 Geometrie Bovenaanzicht

Bovenaanzicht

1.4 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	5.000	5.616
2	10.000	3.992
3	15.000	2.447
4	20.000	1.132
5	25.000	0.044
6	30.000	-0.824
7	35.000	-1.476
8	40.000	-1.915
9	45.000	-2.145
10	50.000	-2.183
11	55.000	-2.183
12	60.000	-2.183
13	65.000	-2.183
14	70.000	-2.183
15	75.000	-2.183
16	80.000	-2.167
17	85.000	-1.982
18	90.000	-1.587
19	95.000	-0.981
20	100.000	-0.160
21	105.000	0.881
22	110.000	2.147
23	115.000	3.645
24	120.000	5.270

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

1.5 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0.000	[m]
Y coördinaat linker punt	0.000	[m]
Z coördinaat linker punt	7.241	[m]
X coördinaat rechter punt	124.648	[m]
Y coördinaat rechter punt	0.000	[m]
Z coördinaat rechter punt	6.780	[m]
Hoek links	18.0000	[gr]
Hoek rechts	18.0000	[gr]
Kromtestraal links	120.000	[m]
Kromtestraal rechts	120.000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	25.000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-2.183	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0.0000	[gr]
Aantal horizontale bochten	0	

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

1.6 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	160.00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14.50	[mm]

Volumegewicht 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]
Volumegewicht 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]

Invoergegevens leiding no. 4

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]

Invoergegevens leiding no. 5

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]

Invoergegevens leiding no. 6

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]

Invoergegevens leiding no. 7

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]

1.7 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)	0.30	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0.000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0.20	[-]

1.8 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0.200	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0.076	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0.380	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0.076	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0.500	[m]
Uitwendige diameter leiding	0.313	[m]
Debiet tijdens pilotboring	500.0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	600.0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	300.0000	[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]

1.9 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/m³]
Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0.50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0.50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7.50	[-]

2 Boorvloeistofdrukken

2.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	72	72	21	80
2	115	169	42	95
3	168	260	62	110
4	250	410	79	121
5	326	564	94	131
6	359	640	107	137
7	385	688	117	142
8	402	718	124	144
9	410	732	130	144
10	413	736	133	141
11	417	745	136	139
12	418	747	138	136
13	432	774	141	133
14	501	910	144	130
15	431	772	147	128
16	392	695	149	125
17	393	699	150	120
18	381	680	148	113
19	392	704	144	103
20	392	699	138	91
21	234	386	129	77
22	169	266	118	60
23	115	166	104	40
24	69	69	89	19

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	50	50	19	21
2	115	130	38	42
3	167	213	56	62
4	209	294	72	79
5	320	458	85	94
6	355	539	96	103
7	382	604	104	110
8	400	646	110	113
9	408	666	113	115
10	410	672	115	114
11	415	684	116	113
12	416	687	117	112
13	429	724	118	111
14	498	901	119	111
15	428	721	120	110
16	389	617	120	108
17	390	622	119	105
18	377	595	113	100
19	384	626	103	92
20	354	606	91	82
21	233	360	77	70
22	165	220	60	54
23	115	129	40	37
24	48	48	19	18

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	42	42	20	19
2	115	115	39	38
3	167	191	58	56
4	208	269	75	72
5	315	406	88	85
6	353	484	99	96
7	381	548	108	104
8	398	590	113	110
9	407	611	115	113
10	409	617	114	115
11	413	628	113	116
12	414	631	112	117
13	427	668	111	118
14	495	853	111	117
15	426	666	110	116
16	387	562	108	114
17	388	567	105	110
18	375	539	100	104
19	379	568	92	96
20	328	532	82	85
21	233	334	70	72
22	163	199	54	56
23	114	114	37	38
24	42	42	18	18

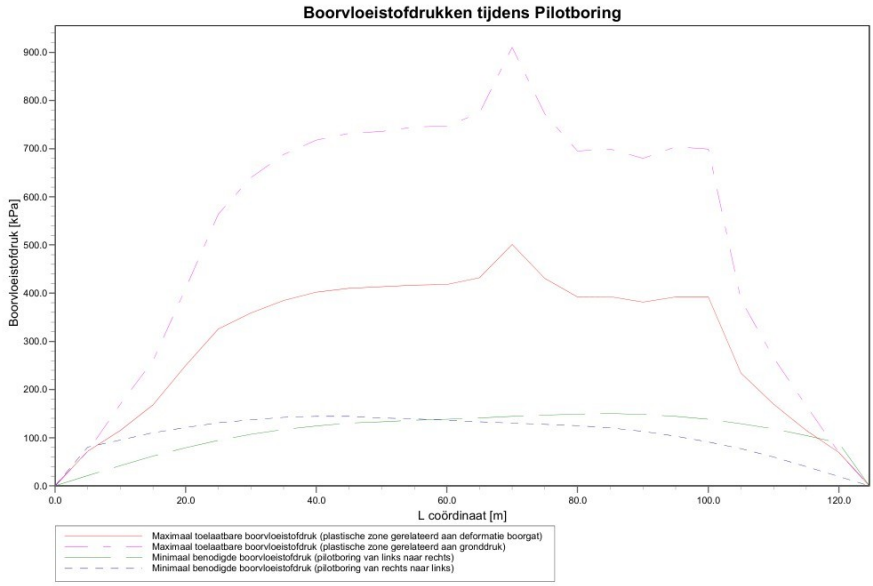
2.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	18	0	-	voldoet
2	36	15	2.46	voldoet
3	53	30	1.76	voldoet
4	67	43	1.56	voldoet
5	79	54	1.46	voldoet
6	89	63	1.41	voldoet
7	96	69	1.38	voldoet
8	100	74	1.36	voldoet
9	103	76	1.35	voldoet
10	103	76	1.34	voldoet
11	102	76	1.34	voldoet
12	102	76	1.34	voldoet
13	102	76	1.33	voldoet
14	102	76	1.33	voldoet
15	101	76	1.33	voldoet
16	101	76	1.33	voldoet
17	99	74	1.33	voldoet
18	94	70	1.34	voldoet
19	87	64	1.35	voldoet
20	78	56	1.38	voldoet
21	66	46	1.44	voldoet
22	52	33	1.56	voldoet
23	35	18	1.92	voldoet
24	17	2	9.00	voldoet

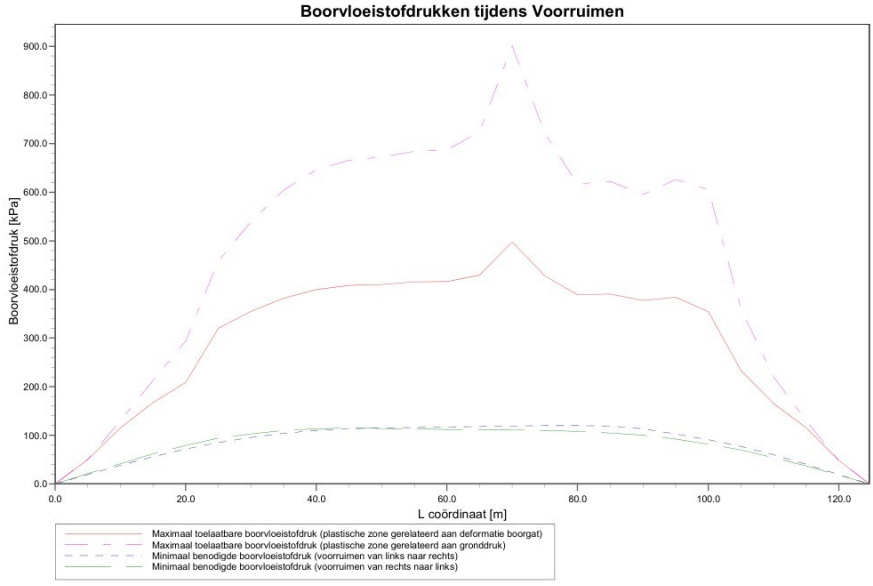
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1.10

2.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

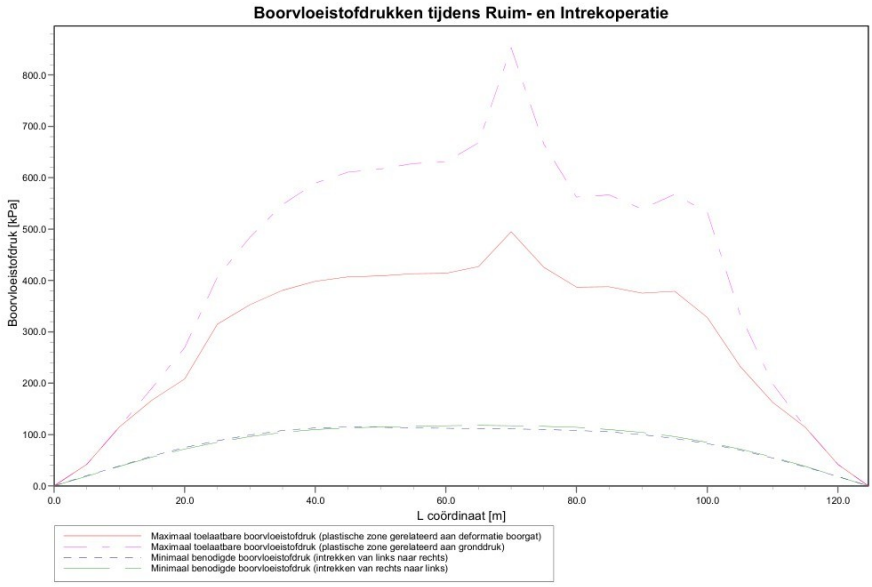
2.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



2.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



2.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



3 Gegevens voor Sterkteberekening

3.1 Algemene Gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes = 7 [-]
Diameter leiding	:	Do = 160.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14.50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10.00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10.00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10.00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10.00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10.00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10.00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
Equivalente diameter leiding	:	Do = 457.39 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 18.48 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 111205 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11.10 kN/m³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 25.000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0.30
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0.000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0.20

3.2 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	:	87.27	[kg/m]	
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	24.78	[kg/m]	

Resultaat	:	62.49	[kg/m]	(Leiding beweegt opwaarts)

3.3 Trekkrachtberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0.30)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0.000050 [N/mm²])

- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0.20)

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

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

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	9
T2	11	11
T3	49	17
T4	79	21
T5	117	27
T6	127	29

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 2.00 gebruikt en een belasting factor van 1.00.

4 Sterkteberekening van Ø160 mm HDPE PE100 SDR11: leiding no. 1

4.1 Materiaalgegevens van Ø160 mm HDPE PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buitendiameter	:	Do = 160.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14.50 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/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1.00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
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/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 216193 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 120.000 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 = 2.00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0.0001600 mm/mmK

4.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø160 mm HDPE PE100 SDR11: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 14.5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

4.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb) = 4.37 N/mm²

sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	0.73	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	3.57	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

4.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0.91	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	2.25	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	2.84	N/mm²

Tangentiele spanning:

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

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5.6E-3	1/mm
qr	=	0.0101	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0.60	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	0.39	N/mm²

4.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0.00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0.00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0.00	N/mm²

4.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0.33	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0.21	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0.36	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2.88	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2.11	N/mm²

4.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0.33	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0.00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0.00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0.00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0.00	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0.21	N/mm²
Tangentiele spanning:			
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0.36	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2.88	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1.000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1.000	
sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))			
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2.11	N/mm²

4.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø160 mm HDPE PE100 SDR11: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	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)	3.57	2.84	-	-	-
sigma_axiaal	8.00 (lang)	-	-	-	0.21	0.21
sigma_tangent	10.00 (kort)	-	0.39	-	-	-
sigma_tangent	8.00 (lang)	-	-	-	2.11	2.11

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2.2 mm (1.52% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 11.6 mm (8.00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 7.3 mm (5.00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

4.4 Toetsing op Implosie van Ø160 mm HDPE PE100 SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 115 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 76 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

5 Sterkteberekening van Ø110 mm HDPE PE100 (1): leiding no. 2

5.1 Materiaalgegevens van Ø110 mm HDPE PE100 (1): 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/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1.00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m³
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/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 314390 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 120.000 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 = 2.00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0.0001600 mm/mmK

5.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø110 mm HDPE PE100 (1): 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

5.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb) = 3.00 N/mm²

sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	0.73	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	2.68	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

5.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0.63	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	2.25	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	2.65	N/mm²

Tangentiele spanning:

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

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	8.2E-3	1/mm
qr	=	0.0069	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0.41	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	0.27	N/mm²

5.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0.00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0.00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0.00	N/mm²

5.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0.22	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0.15	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0.25	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2.91	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2.05	N/mm²

5.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0.22	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0.00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0.00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0.00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0.00	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0.15	N/mm²
Tangentiele spanning:			
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0.25	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2.91	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1.000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1.000	
sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))			
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2.05	N/mm²

5.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø110 mm HDPE PE100 (1): leiding no. 2

Belasting combinatie 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	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)	2.68	2.65	-	-	-
sigma_axiaal	8.00 (lang)	-	-	-	0.15	0.15
sigma_tangent	10.00 (kort)	-	0.27	-	-	-
sigma_tangent	8.00 (lang)	-	-	-	2.05	2.05

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1.5 mm (1.47% 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.

5.4 Toetsing op Implosie van Ø110 mm HDPE PE100 (1): 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 115 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 76 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m².

Einde Rapport

Rapport voor D-Geo Pipeline 24.1

Ontwerp van leidinginstallatie
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	A.Hak
Datum van rapport:	08/06/2026
Tijd van rapport:	13:15:02
Rapport met versie:	24.1.2.1914
Berekend met versie:	24.1.2.1914
Bestandsnaam:	HDD030B_DGeo
Projectbeschrijving:	Oostzeestraat Zutphen 12325101-009 - HDD 030 B Versie 1

1 Invoergegevens

1.1 Grondeigenschappen

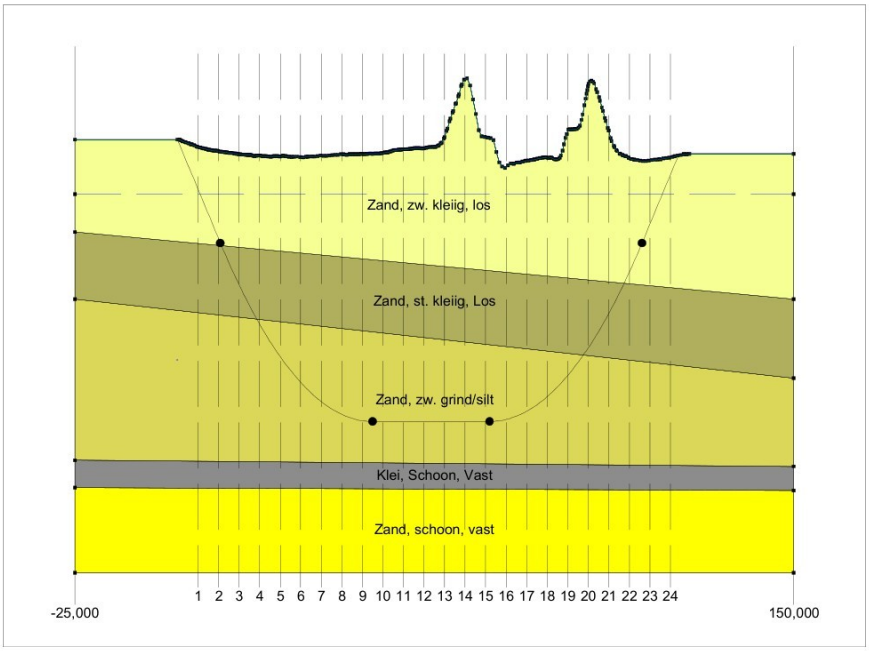
Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [gr]	Su top [kN/m²]	Su onder [kN/m²]
Zand, schoon, vast	19,50	21,50	0,00	37,50	0,00	0,00
Zand, zw. grind/silt	18,50	20,50	0,00	31,25	0,00	0,00
Zand, st. kleiig, Los	17,50	19,50	0,00	26,25	0,00	0,00
Klei, Schoon, Vast	19,50	19,50	14,00	21,25	150,00	150,00
Zand, zw. kleiig, los	17,00	19,00	0,00	27,50	0,00	0,00

Naam	Grondtype	Emod 100 [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
Zand, schoon, vast	-	-	92500,00	92500,00
Zand, zw. grind/silt	-	-	50000,00	50000,00
Zand, st. kleiig, Los	-	-	20000,00	20000,00
Klei, Schoon, Vast	-	-	7000,00	7000,00
Zand, zw. kleiig, los	-	-	12000,00	12000,00

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [gr]	Nu [-]
Zand, schoon, vast	-	-	0,35
Zand, zw. grind/silt	-	-	0,28
Zand, st. kleiig, Los	-	-	0,35
Klei, Schoon, Vast	-	-	0,45
Zand, zw. kleiig, los	-	-	0,33

1.2 Geometrie

1.2.1 Geometrie Sectie, Detail



1.2.2 Geometrie Bovenaanzicht

Bovenaanzicht

1.3 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0,000	[m]
Y coördinaat linker punt	0,000	[m]
Z coördinaat linker punt	7,241	[m]
X coördinaat rechter punt	121,951	[m]
Y coördinaat rechter punt	0,000	[m]
Z coördinaat rechter punt	6,728	[m]
Hoek links	18,0000	[gr]
Hoek rechts	18,0000	[gr]
Kromtestraal links	120,000	[m]
Kromtestraal rechts	120,000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	25,000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-2,029	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,0000	[gr]
Aantal horizontale bochten	0	

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

1.4 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	160,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,50	[mm]
Volumegewicht 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]
Volumegewicht 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]

Invoergegevens leiding no. 4

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]

Invoergegevens leiding no. 5

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]

1.5 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)	0,30	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]

1.6 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0,200	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,076	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0,425	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,076	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0,425	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,272	[m]
Debiet tijdens pilotboring	500,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	600,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	300,0000	[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]

1.7 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/m³]
Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7,50	[-]

2 Boorvloeistofdrukken

2.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	72	72	21	78
2	115	169	42	93
3	168	259	62	107
4	237	388	79	119
5	323	558	94	128
6	356	633	106	134
7	381	682	116	139
8	398	710	123	140
9	405	723	128	140
10	407	727	131	138
11	412	736	134	135
12	413	738	137	132
13	427	765	139	129
14	496	901	142	127
15	426	763	145	124
16	384	682	147	120
17	382	680	147	114
18	367	654	144	106
19	370	664	139	96
20	289	482	132	83
21	216	359	122	68
22	137	217	110	50
23	92	113	95	29
24	17	17	80	8

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	47	47	19	21
2	115	124	38	42
3	167	203	56	62
4	206	281	71	79
5	315	430	84	90
6	351	509	94	99
7	378	572	102	105
8	395	613	107	109
9	402	632	110	110
10	404	637	112	110
11	408	649	112	109
12	409	652	113	108
13	423	689	114	107
14	491	873	115	106
15	422	687	116	105
16	380	577	116	104
17	378	574	114	100
18	360	536	106	94
19	354	547	96	85
20	288	479	83	74
21	215	313	68	61
22	137	170	50	45
23	79	79	29	26
24	11	11	8	7

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	47	47	20	19
2	115	124	40	38
3	167	203	59	56
4	206	281	76	71
5	315	430	90	84
6	351	509	99	94
7	378	572	105	102
8	395	613	109	107
9	402	632	110	110
10	404	637	110	112
11	408	649	109	112
12	409	652	108	113
13	423	689	107	114
14	491	873	106	115
15	422	687	105	116
16	380	577	104	114
17	378	574	100	109
18	360	536	94	101
19	354	547	85	92
20	288	479	74	79
21	215	313	61	65
22	137	170	45	48
23	79	79	26	28
24	11	11	7	8

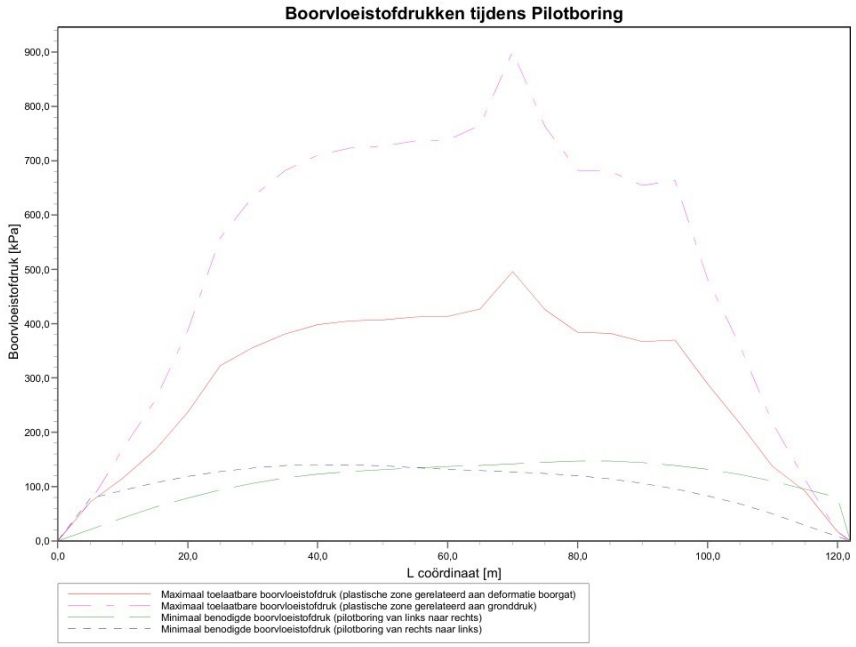
2.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	18	0	-	voldoet
2	36	15	2,46	voldoet
3	53	30	1,76	voldoet
4	67	43	1,56	voldoet
5	78	53	1,47	voldoet
6	88	62	1,41	voldoet
7	94	68	1,38	voldoet
8	99	72	1,36	voldoet
9	101	75	1,35	voldoet
10	101	75	1,35	voldoet
11	100	75	1,34	voldoet
12	100	75	1,34	voldoet
13	100	75	1,33	voldoet
14	100	75	1,33	voldoet
15	99	75	1,33	voldoet
16	98	74	1,33	voldoet
17	95	71	1,33	voldoet
18	89	67	1,34	voldoet
19	81	60	1,36	voldoet
20	71	51	1,40	voldoet
21	58	39	1,48	voldoet
22	43	26	1,67	voldoet
23	25	10	2,54	voldoet
24	7	0	-	voldoet

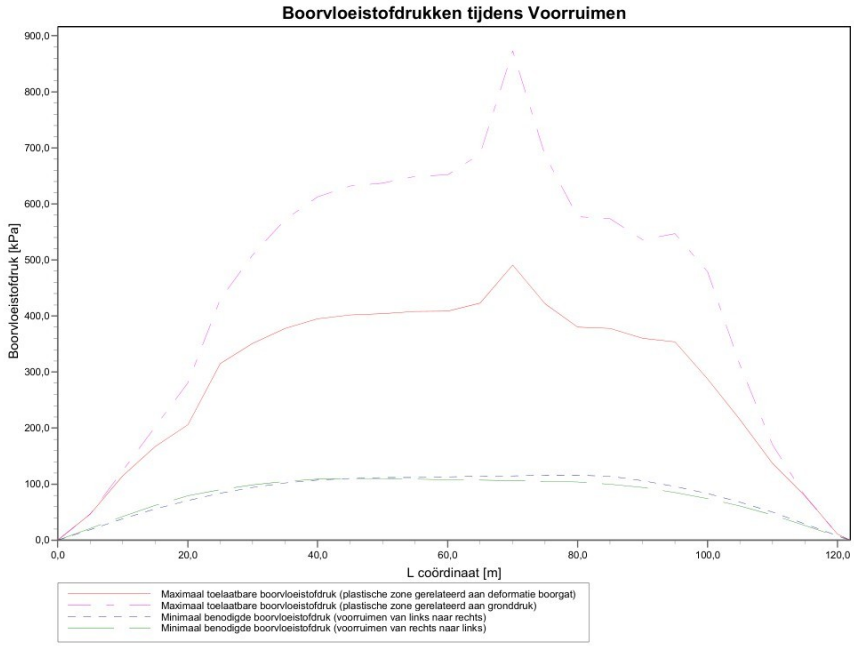
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

2.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

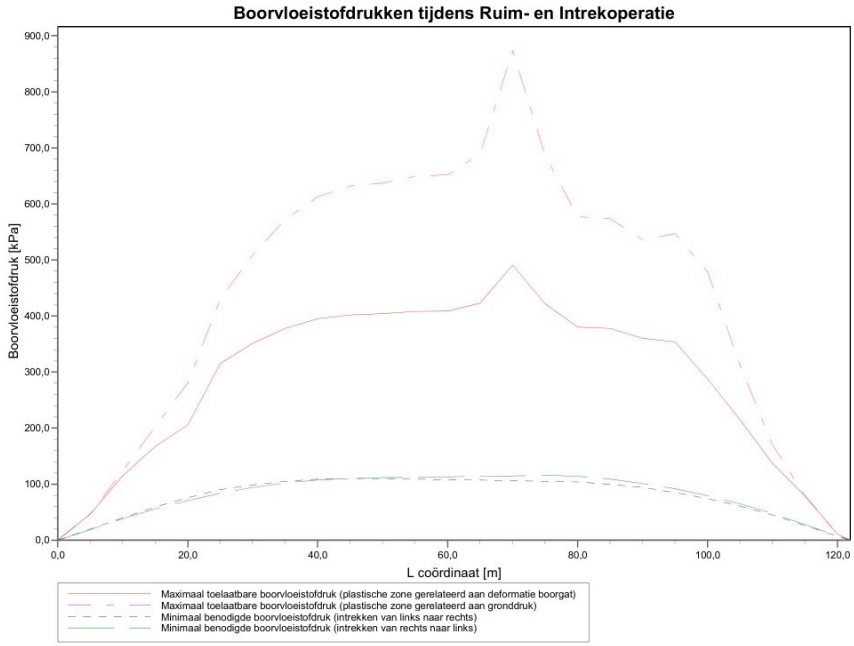
2.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



2.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



2.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



3 Gegevens voor Sterkteberekening

3.1 Algemene Gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes = 5 [-]
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Equivalente diameter leiding	:	Do = 370,22 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 17,31 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 127080 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,10 kN/m³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 25,000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,30
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20

3.2 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	:	65,76	[kg/m]	
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	18,67	[kg/m]	

Resultaat	:	47,10	[kg/m]	(Leiding beweegt opwaarts)

3.3 Trekkrachtberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,30)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20)

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

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

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	7
T2	11	8
T3	49	13
T4	77	15
T5	115	21
T6	124	22

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 2,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00.

4 Sterkteberekening van 160mm HDPE SDR11: leiding no. 1

4.1 Materiaalgegevens van 160mm HDPE SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buitendiameter	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 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 = 124 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
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/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 216193 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 120,000 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 = 2,00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

4.2 Resultaten Sterkteberekening van 160mm HDPE SDR11: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

4.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb)	=	4,37	N/mm²
sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	0,71	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	3,55	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

4.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,91	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	2,27	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	2,86	N/mm²

Tangentiele spanning:

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

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5,6E-3	1/mm
qr	=	0,0101	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,60	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	0,39	N/mm²

4.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

4.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,33	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,21	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,36	N/mm²

sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,88	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2,11	N/mm²

4.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,33	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,21	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,36	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,88	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2,11	N/mm²

4.3 Controle van de Berekende Spanningen van 160mm HDPE SDR11: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	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)	3,55	2,86	-	-	-
sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,21	0,21
sigma_tangent	10,00 (kort)	-	0,39	-	-	-
sigma_tangent	8,00 (lang)	-	-	-	2,11	2,11

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,52% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 11,6 mm (8,00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 7,3 mm (5,00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

4.4 Toetsing op Implosie van 160mm HDPE SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 110 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 75 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m².

5 Sterkteberekening van 110mm HDPE SDR11 (1): leiding no. 2

5.1 Materiaalgegevens van 110mm HDPE SDR11 (1): 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 = 124 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
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/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 314390 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 120,000 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 = 2,00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

5.2 Resultaten Sterkteberekening van 110mm HDPE SDR11 (1): 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

5.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb)	=	3,00	N/mm²
sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	0,71	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	2,66	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

5.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,63	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	2,27	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	2,67	N/mm²

Tangentiele spanning:

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

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	8,2E-3	1/mm
qr	=	0,0069	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,41	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	0,27	N/mm²

5.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

5.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,22	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,15	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,25	N/mm²

sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,91	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2,05	N/mm²

5.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,22	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,15	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,25	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,91	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2,05	N/mm²

5.3 Controle van de Berekende Spanningen van 110mm HDPE SDR11 (1): leiding no. 2

Belasting combinatie 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	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)	2,66	2,67	-	-	-
sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,15	0,15
sigma_tangent	10,00 (kort)	-	0,27	-	-	-
sigma_tangent	8,00 (lang)	-	-	-	2,05	2,05

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,5 mm (1,47% 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.

5.4 Toetsing op Implosie van 110mm HDPE SDR11 (1): 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 110 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 75 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m².

Einde Rapport

BIJLAGE IV SPECIFICATIES MATERIEEL



Boorrig 22 ton

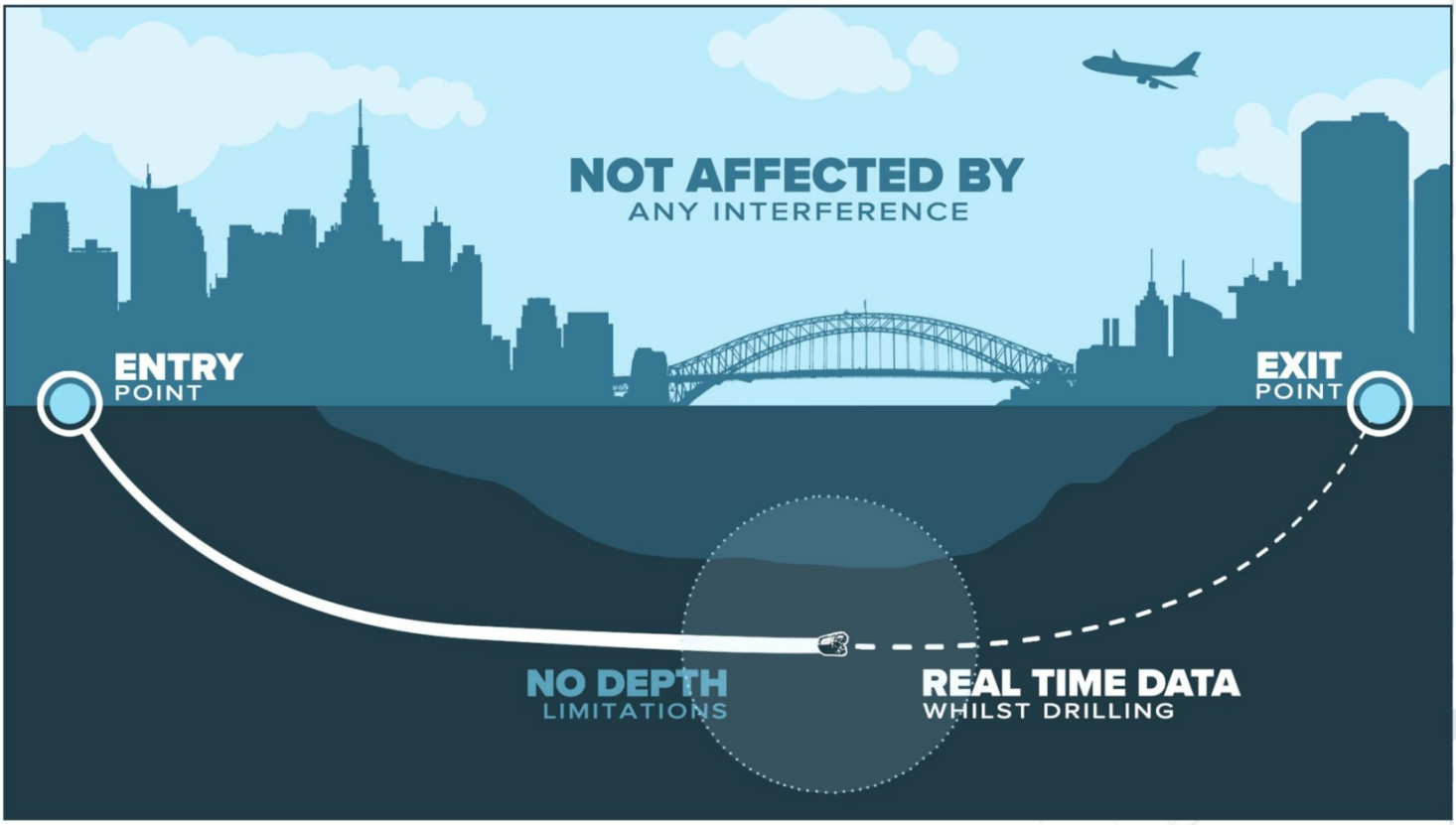
a.hak
DRILLCON

Technische specificaties :

Fabricaat	MT22 Powerdrill
Trekkracht	22,5 ton
Drukkracht	22,5 ton
Mechanisme	Tandheugel
Afmetingen LxBxH	7400 x 2350 x 2650 mm
Gewicht	14,9 ton
Rupsonderstel LxB	
Motor	
Hellingshoek	0° - 22°
Boormotor koppel	10.000 Nm
Lavette	Slaglengte t.b.v. boorstangen 4.500 mm
Boorstangen	AT89 76mm L = 4,5m
Swivel	30 ton
Ruimers en Flycutters	
Boorkop	Jet Bit 3,5”
Mix- en pompunit	
Transport	Transport op 8x4 kraanauto

BIJLAGE V SPECIFICATIES PLAATSBEPALINGSSYSTEEM

Drillguide GST



Brownline's Drillguide Gyro Steering Tool allows for any HDD project to be completed with extreme accuracy, in a safe and cost efficient manner. Whether a project involves installing underground utilities in congested urban or remote and nearly inaccessible areas, under lakes, rivers or roads or in environmentally sensitive areas; the Drillguide GST can be used on any HDD project.

The Drillguide GST is unaffected by any external interference and offers real time location monitoring of the drill head. While drilling this continuous communication with the drill head provides a constant flow of data and extremely accurate X, Y and Z position without depth limitations. The GST's mud pressure sensor constantly monitors internal and annular pressure to mitigate inadvertent returns.

Together with its industry leading grade of accuracy of 0.04° on Azimuth and 0.01° on Pitch, the Drillguide Gyro Steering Tool distinguishes itself from all other conventional HDD steering systems and locators.

Tool benefits

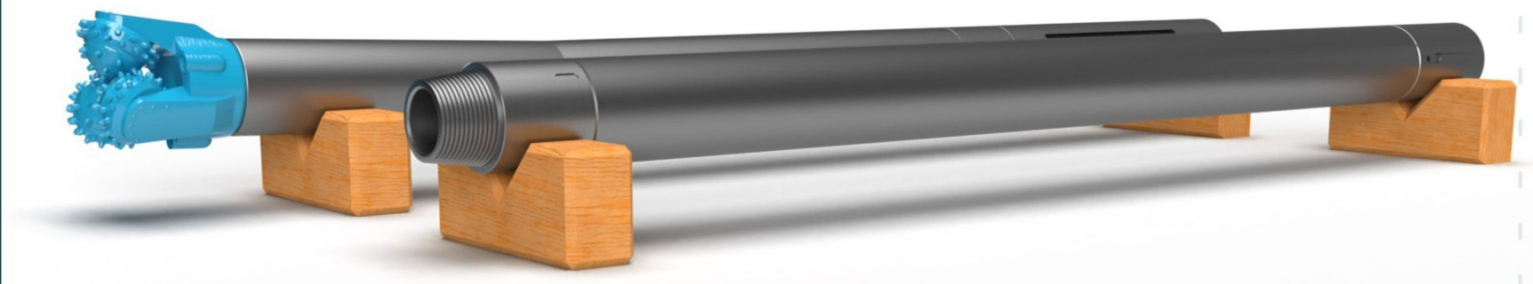
- Industry leading accuracy
- Unaffected by any external interference
- Unlimited horizontal and vertical curves for every type of HDD job
- Fast set-up for safe and cost efficient operations

Brownline

Duurzaamheidsring 180
4231EX Meerkerk
The Netherlands

+31 (0) 183 353 824
info@drillguide.com
www.drillguide.com

Drillguide GST



5-3/4" - 146 mm Gyro Steering Tool specifications

Tool OD	5-3/4" – 146 mm
Tool length (bit/shoulder)	15,3' – 466 cm
Thread connection pin/box	4-1/2" REG
Recommended make-up torque	5900 ftlb – 8 kNm
Sensor(s) Accuracy	Azimuth 0.04° / Pitch 0.01° / Toolface 0.02°
Shoulder to sensor distance	27,5" – 70 cm
Net weight	970 lbs – 420 kg
Hole/drill bit size	6-3/4" – 200 mm
Minimum bending radius	330' – 100 mtr
Maximum flow rate	130 gl/min – 500 ltr/min
Annular pressure sensor position (distance from pin shoulder)	8' – 244 cm
Annular pressure sensor range	0 to 870 psi – 6000 kPa – 60 bar
Maximum allowed inner mud pressure	750 psi – 5000 kPa – 50 bar
Inner mud pressure sensor range	0 to 2175 psi – 0 to 15000 kPa – 0 to 150 bar
Maximum allowed torque (on tool housing)	8850 ftlb – 12 kNm
Maximum allowed push/pull (on tool housing)	33.000 lb – 15 t
Maximum allowed temperature (on tool)	158° f – 70° c
Maximum allowed shock (on tool)	50 g (half sine wave)
Maximum allowed vibration (on tool)	20 g up to 200 Hz
Electric power (input on surface)	230V-50Hz / 110V-60Hz
Electric power (output to downhole tool)	56 Volts DC
Recommended downhole wireline	8 AWG – 6 mm^2

This tool will allway's be deployed as a compleet set

Brownline

Duurzaamheidsring 180
4231EX Meerkerk
The Netherlands

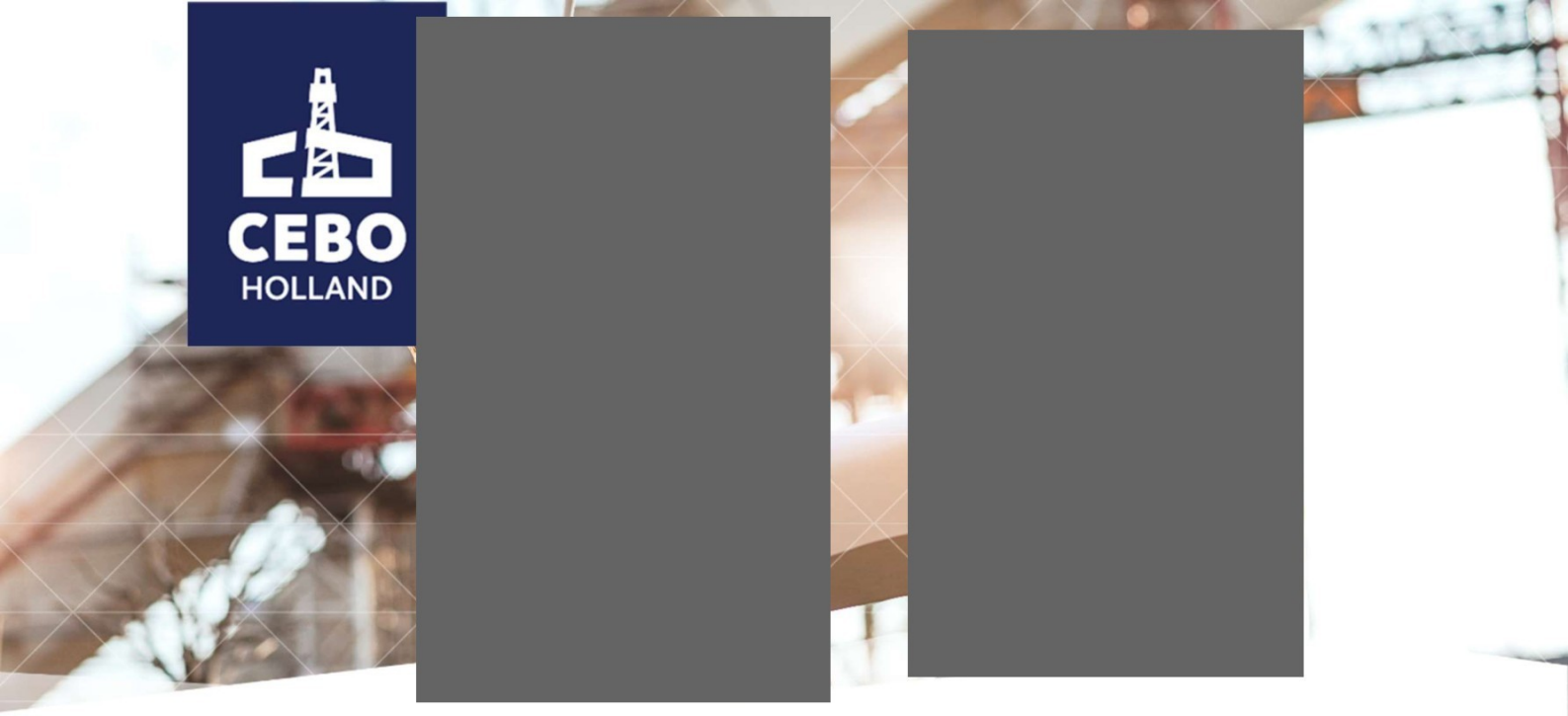
+31 (0) 183 353 824
info@drillguide.com
www.drillguide.com

BIJLAGE VI KEURINGSDOCUMENTEN

- Op verzoek worden de keuringsdocumenten van het materieel separaat aangeleverd;
- De keuringsdocumenten zijn op het werk aanwezig en in te zien.

BIJLAGE VII SPECIFICATIES BESTANDSDELEN BOORVLOEISTOF

Product	Productnaam	Herkomst	Eigenschap
Bentoniet	OCMA	CEBO Holland B.V.	Basis voor boorvloeistof



Product Data Sheet

CEBOGEL® OCMA

Construction

CEBOGEL® OCMA is a sodium-activated Bentonite, defined as our most concentrated Bentonite drilling product (up to 8%). Under pumping conditions, CEBOGEL OCMA is subject to shear thinning and becomes easily flowable; when motionless, the fluid thickens into a gel-like structure, allowing for effective suspension and carrying of large cuttings. CEBOGEL OCMA is a versatile drilling Bentonite, ideal for large-diameter HDD operations due to its high gel strength and stable viscosity. CEBOGEL OCMA can be recycled and reused efficiently.

Typical Properties		
Parameter	Test method / In accordance with	Required
Moisture content	% on wet / Halogen 150°C	≤ 15%
Grain size	Passing 125 µm dry sieve	≥ 95% < 125 µm
Specific density	-	≈ 2300 kg/m³
Bulk density	-	≈ 900 kg/m³
600 Reading* (7%)	Fann 35A Viscometer	45 – 55
Yield Point* (7%)	Fann 35A Viscometer	22 – 32
30 min Fluid Loss* (7%)	API Filter Press	≤ 17 ml

NOTE: Sample preparation 24.5 ± 0.01 g of CEBOGEL® OCMA are added to 350 ± 5 ml deionized water with temperature between 18°C and 22°C while stirring on a Fann® Multi-Mixer. Measurements are taken directly after sample preparation.

In so far as we can ascertain, the above-stated information is correct. However, we are unable to provide any guarantees with regard to the results that you will achieve with this. This specification is provided on the condition that you determine yourself to what degree it is suitable for your purposes.

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJmuiden
The Netherlands

info@cebo.com
www.cebo.com
Tel. +31(0)255-546262

Certification & Accreditation

- **Complies with OCMA specifications as laid down for API Specification 13A.**
- **CEBOGEL OCMA is LAGA certified in Germany by Horn & Co. Analytics, proving its environmental harmlessness.**

Mixing & Application

The properties of CEBOGEL OCMA are optimized when the make-up water has a conductivity of <1000 µS/cm, a pH between 7.5 - 10 and total hardness of < 100 ppm. Add CEBOGEL OCMA slowly and uniformly through a Venturi-Hopper into a high shear mixing system. Circulate the slurry until the Bentonite is fully dispersed.

Recommended Use

Consolidated formations: 60 – 70 kg/m^3
Unconsolidated formations: 65 – 75 kg/m^3

CEBOGEL OCMA is available in 25 kg bags, 1000 kg Big Bags and as bulk.

Version; 05-2023

In so far as we can ascertain, the above-stated information is correct. However, we are unable to provide any guarantees with regard to the results that you will achieve with this. This specification is provided on the condition that you determine yourself to what degree it is suitable for your purposes.

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJmuiden
The Netherlands

info@cebo.com
www.cebo.com
Tel. +31(0)255-546262

CEBO HOLLAND

BIJLAGE VIII ALGEMENE RISICO-INVENTARISATIE EN EVALUATIE

Uitleg scoringsmethodiek en acties n.a.v. risicoscore

Aan de diverse activiteiten en de bijbehorende gevaren worden scores toegekend om het risico te bepalen.
De kans * het effect van het gevaar bepaald de risicoscore.

Hieronder is toegelicht wanneer welke scores kunnen worden toegekend aan de kans (onderdeel A) en het effect (onderdeel B).
Tevens is aangegeven welke actie vereist is bij welke risicoscore (onderdeel C).

Onderdeel A

Score	Kans	Omschrijving
1	**Hoogst onwaarschijnlijk**	Is nog nooit voorgekomen.
2	**Onwaarschijnlijk**	Is al een keer voorgevallen, enkele materiële / menselijke gevolgen.
3	**Waarschijnlijk**	Komt regelmatig voor, enkele materiële / menselijke gevolgen.

Onderdeel B

Score	Effect	Omschrijving (P=People, M=Materiaal, E=Environment, R=Reputatie)
1	**Klein**	**1. Gering / beperkt letsel of effect op gezondheid (P).** Inclusief EHBO en medische behandeling of beroepsziekte). Niet nadelig voor uitvoering van werkzaamheden of arbeidsongeschiktheid. **2. Geringe / beperkte schade (M).** Kortstondige verstoring van het equipement. Herstelkosten minder dan € 2000 en/of verstoring van operatie minder dan een paar uur). **3. Geringe milieuschade (E)**. Geen externe klachten. Geen blijvend effect op milieu. **4. Geringe / beperkte invloed bij publiek**, **geen bezorgdheid (R)**. Enige aandacht van lokale pers/politiek met mogelijk negatieve gevolgen voor operaties.
2	**Aanzienlijk**	**1. Ernstig letsel of effect op gezondheid (P).** Ongeval met arbeidsverzuim, incl. blijvende gedeeltelijke invaliditeit of arbeidsongeschiktheid. Blijvend letsel zoals gehoorbeschadiging, chronisch letsel. **2. Plaatselijke schade (M).** - Productie gedeeltelijk buiten bedrijf. Herstelkosten minder dan € 10000 en/of verstoring van operatie minder dan een paar dagen); **3. Plaatselijke overschrijding van wettelijke normen. (E).** Lokale milieuschade. Milieu-effect in directe omgeving (vele klachten). **4. Aanzienlijke invloed (R).** Ruime aandacht van lokale pers. Geringe nationale aandacht van pers/politiek. Negatieve opstelling van lokale overheden en actiegroepen.
3	**Ernstig**	**1. Blijvende invaliditeit of meerdere dodelijke slachtoffers (P).** Als gevolg van een ongeval of beroepsziekte (vergiftiging, kanker). **2. Grote schade – gedeeltelijk / of geheel verlies van equipement (M)**. Herstelkosten meer dan € 10000 en/of verstoring van operatie minder dan 2 weken); **3. Langdurige overschrijding van wettelijke normen (E)**. Ernstige milieuschade. Aanzienlijke maatregelen noodzakelijk om verontreinigde milieu naar originele staat terug te brengen. **4. Nationale invloed (R).** Landelijke publieke bezorgdheid. Ruime aandacht van landelijke pers en/of politiek. Mogelijk beperkende maatregelen en gevolgen voor vergunningverlening.

Onderdeel C

Risicicoscore	Prioriteit	Actie
1 en 2	**Aanvaardbaar Risico**	Aanvullende maatregelen zijn niet noodzakelijk; Men kan nadenken over een meer kosteneffectieve oplossing of een verbetering die geen extra kostenpost vormt. Controle is vereist om te verzekeren dat de maatregelen worden gehandhaafd.
3 en 4	**Matig Risico**	Men moet pogen het risico te verminderen, waarbij men de preventiekosten goed moet bijhouden en moet beperken; Risicobeperkende maatregelen moeten binnen een vastgesteld tijdsbestek worden geïmplementeerd. Wanneer een matig risico met zwaar letsel in verband wordt gebracht, kan het nodig zijn dit risico nader te beoordelen. Door de kans op letsel nauwkeuriger te bepalen, kan men de behoefte aan verbeterde maatregelen vaststellen.
6	**Belangrijk Risico**	Met de arbeid mag niet worden begonnen totdat het risico is gereduceerd. Het kan nodig zijn een aanzienlijke hoeveelheid middelen in te zetten om het risico te verminderen. Waar het werk in uitvoering betreft, moet dringend actie worden ondernomen.
9	**Onaanvaardbaar Risico**	Men mag de arbeid niet beginnen of voortzetten zolang het risico niet is gereduceerd; Indien zelfs met uitputtende maatregelen niet mogelijk is het risico te verminderen, moet men een verbod uitvaardigen op verrichting van de werkzaamheden.

45.#	Onderwerp:	HDD Boringen								
	Activiteit	Risico / blootstelling / gevaar	K	E	Risico	Genomen of te nemen maatregelen	K	E	Risico	Verantwoordelijke
1	Mud bassins, in- en uittrede	**Toegang tot (mud-) bassins** Gevaar: vallen of zich in mud bassin bevinden. Gevolg: verdrinking	2	3	6	Mud bassins en in- en uittrede punt dienen deugdelijk te worden afgezet met hekwerk of nylon net (skigaas) Zorgdragen dat onbevoegden niet in de buurt van de mud bassins kunnen komen Zorgdragen dat het mud basis voldoende inhoud heeft om de geproduceerde mud hoeveelheid op te vangen	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Ontvangst en vertrekput Gevaar: Wegglijden of inzakken boorlijn	2	3	6	Tijdens het boorproces geen toegang tot de directe omgeving van vertrek- en of ontvangstput Verboden toegang voor onbevoegden in deze directe omgeving Zie maatregelen mud bassins	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
2	Indrukken of trillen van grondwerende constructie t.b.v. opstelling boormachine	Gevaar: vallende lasten/ damwand /beknelling Gevolg: lichamelijk letsel met arbeidsverzuim grondwerker/ machinist.	2	3	6	Zie Heien en trekken damwand (zie tab 41) Opvolgen van de specifieke procedure (indien aanwezig) De persoonlijke beschermingsmiddelen bij deze activiteiten zijn veiligheidsschoeisel, veiligheidshelm, gepaste werkkleding (bij voorkeur een overall), werkhandschoenen, gehoorbescherming en waar nodig verkeersveiligheidvest en veiligheidsbril. Zie tab 12 Gebruik van hijs- en hefhulpmiddelen	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
3	Opstellen boormachine (incl. overig equipement)	**Medewerkers bevinden zich tussen boormachines bij het uitvoeren van andere werkzaamheden.** Gevaar: beknelling/ Aanrijdgevaar. Gevolg: dodelijke afloop.	2	3	6	Maak aparte looppaden om transportwegen te ontlasten en samenkomst gemotoriseerd verkeer en niet gemotoriseerd verkeer te voorkomen. Zorg voor afstemming van de werkzaamheden bij start-werk.	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Gebruik boormachine. Gevaar: wegzakkende of omvallende machines bij een zachte of ongelijkmatige ondergrond. Gevolg: lichamelijk letsel met arbeidsverzuim grondwerker/ machinist.	2	3	6	Beoordeel vooraf de ondergrond op draagkracht en begaanbaarheid en bepaal welke maatregelen nodig zijn om het risico op wegzakken of kantelen van de machine te voorkomen. Het kan nodig zijn om de ondergrond te verstevigen, bijv. met draglineschotten, rijplaten e.d. Zorg voor een werkwijze waarbij grondwerkers zo veel mogelijk buiten de draaicirkel van de machine kunnen blijven, en het risico, dat zij geraakt worden als een machine verzakt of omvalt, zo klein mogelijk is. Bespreek dit met alle betrokkenen.	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
4	Gebruik van eventuele mud retour leidingen tijdens boorproces	Gevaar: vallen- en of struikelen over mud retour slangen. Gevolg: breuk/verrekking van spieren, tijdelijk verzuim.	2	2	4	Tijdens ontwerpfase het gebruik van mud retour leidingen bespreken en in ontwerptekeningen routes aangeven	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
		Letsel derden door onvoldoende afscherming van mud retour slangen over eventuele openbare fietspaden / wandelpaden. Gevaar: vallen- en of struikelen over mud retour slangen. Gevolg: breuk/verrekking van spieren, tijdelijk verzuim.	2	2	4	Bij kruisingen van openbare paden en/of fiets of wandelpaden overkluizing, leidingbruggen en/of jumpers toepassen. Zorg voor afdoende verlichting en attentie wanneer kruisen noodzakelijk is. Bespreek mogelijkheden van verkeersregelaar en/of tijdelijke afzettingen en bebordingen.	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
5	Tijdelijke elektrische installaties	Gevaar: Brand-, explosie-, en elektrocutiegevaar. Gevolg: brandwonden/dodelijk ongeval.	2	3	6	Aanbrengen van elektrische installaties door erkend monteur (in bezit van NEN 3140/NEN1010)	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		<u>Kwaliteit</u> Gevaar: Stroomstoring aan systemen, stroomuitval. Gevolg: uitloop van de planning	2	2	4	Aanbrengen van aarding door erkend bedrijf (inclusief rapportage aarding) Inzet uitsluitend gekeurd en deugdelijk materiaal/materieel	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
6	Lassen en slijpen aan constructies, hulpmiddelen en leidingen	**Uitvoeren laswerkzaamheden.** Gevaar: Blootstelling aan lasrook/damp. Gevolg: irritatie aan de ogen, keel-en luchtwegklachten, metaaldampkoorts. Lange termijn: mogelijkheid op kanker en schadelijk voor de voortplanting (reprotoxisch) Grenswaarde: 1 mg/m3 over een gemiddelde werkdag van 8 uur	2	3	6	Keuze lasproces welke zorgt minste blootstelling Rekening houden met aanwezige materialen Zorg voor deugdelijke ruimteventilatie en bronafzuiging. Zorg voor tijdig en periodiek onderhoud aan de bronafzuiging conform onderhoudsplanning.	1	3	3	Projectleider
						Verwijder deklagen (olie, vet, coating en verf) zoveel mogelijk Las met het hoofd uit de pluim Zorg dat de afstand van de opening bronafzuiging tot het werkstuk niet groter is dan de diameter van de opening. Gebruik PBM's: verbeterde laskap voorgevormd helm materiaal met P3 filter. Let op: Bij benzeen: gasfilter plaatsen in unit Bij kwik : andere motorunit benodigd en filter Controleer of de bronafzuiging naar behoren werkt en meld afwijkingen. Vervang gebruikte filters op tijd.				Lasser

45.#	Onderwerp:	HDD Boringen								
	Activiteit	Risico / blootstelling / gevaar	K	E	Risico	Genomen of te nemen maatregelen	K	E	Risico	Verantwoordelijke
						Voorlichting over lassen en risico's bij indiensttreding en elk jaar opnieuw. Informeren van lassers over tijdig vervangen filters en gebruik afzuiging. Toezien op dragen van de juiste laskappen en filters.				Uitvoerder
		Uitvoeren las- en slijpwerkzaamheden Gevaar: hoge geluidsniveau overschrijding 80 dB (A). Gevolg: blijvende gehoorschade	2	2	4	Probeer geluidsniveau te reduceren door keuze lasproces Voer de werkzaamheden gescheiden van andere werkzaamheden uit (niet tegelijker tijd) Vergoot afstand tussen geluidsbron en medewerkers zoveel mogelijk Afschermen lasplek met verplaatsbare/ geluidsabsorberende lastenten Gebruik PBM's: gehoorbescherming/laskap	1	2	2	Projectleiding
		Foutief gebruik slijpschijf Gevaar: bezwijken of springen van slijpschijf. Gevolg: Snijwonden/ amputatie lichaamsdelen	2	3	6	Dragen PBM's en inzet kundig personeel. Inzet uitsluitend gekeurd en deugdelijk materieel / materiaal Gebruik het juiste type schijven. Gebruik altijd de beschermkap Let op houdbaarheid van de schijven	1	3	3	Medewerkers
7	Gebruik van Propaan, zuurstof en-of acetyleen flessen	**Opslag van zeer licht ontvlambare stoffen** Gevaar: ontbranding/brandgevaar. Gevolg: Lichamelijk letsel en brandwonden	2	3	6	Flessen rechtop plaatsen / opslaan, opslag flessen conform PGS15 Visuele controle uitvoeren op slangen en koppelingen Niet roken nabij gas, propaan of acetyleenflessen Brandblusapparatuur aanwezig, zo nodig binnen handbereik	1	3	3	Medewerkers
		Gasflessen op project. Gevaar: Lekkage, Giftige explosieve atmosfeer, bevriezing, verstikking of vergiftiging.	2	2	4	Opstelling van drukhouders moeten zodanig zijn dat zij niet kunnen verschuiven en tegen omvallen zijn beschermd. De flessen worden tijdig gekeurd en beproefd. Let op de houdbaarheidsdatum voor gebruik. Sla gasflessen goed geventileerd of in een buitenruimte op. Flessen rechtop plaatsen / opslaan, opslag flessen conform PGS15 Visuele controle uitvoeren op slangen en koppelingen Brandblusapparatuur aanwezig, zo nodig binnen handbereik Bij lekkage: Waarschuw deskundige Blijf altijd bovenwinds van de lekkende drukhouder Houd andere uit de buurt en wijs ze op het gevaar.	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
8	Aanwezigheid van Kabels, leidingen, Slangen en/of andere obstakels op de werkvloer	Gevaar: vallen- en of struikelen Gevolg: breuk/verrekking van spieren, tijdelijk verzuim.	2	2	4	Aanwezige Kabels en slangen op juiste manier plaatsen (bij elkaar) Zorg voor voldoende verlichting (avond, nacht en wintertijden) Vaste looproutes voorzien van kabel- en leidingbruggen / trappen	2	2	4	Projectleider/ Uitvoerder
9	Aanmaak van Bentoniet in mixunit, mixproces van Bentoniet tijdens aanmaak van boorspoeling	**Stofvorming tijdens het mixproces / inademen van droge grondstoffen** Gevaar: inademing stof Gevolg: irritatie aan de ogen, keel-en luchtwegklachten	2	2	4	Gebruik van juiste PBM's (stofkappen, volgelaat masker met stoffilters) Uitvoeren van activiteiten door mud operator in juiste windrichting	2	2	4	Medewerkers
10	Aan en afvoeren van boorspoeling	**Letsel door boorspoeling onder hoge druk** Gevaar: bestaande leiding kan onder spanning staan en losschieten en letsel veroorzaken. Gevolg: arbeidsverzuim, blijvende gedeeltelijke invaliditeit	2	3	6	Visuele controle op slangen, koppelingen en fittingen op slijtage en drukklasse Inzet van deugdelijk materieel Gebruik van voorgeschreven PBM's tijdens slanghandling activiteiten	1	3	3	Medewerkers
11	HDD proces Pilotboring	Gevaar: blootstelling aan draaiende delen. Gegrepen worden door ronddraaiende delen. Gevolg: snijwonden/amputatie lichaamsdelen	2	3	6	Verboden om loshangende kleding te dragen (veiligheidsvestjes) bij draaiende delen Waar mogelijk de draaiende delen afschermen Verboden toegang voor onbevoegden bij draaiende delen Dubbel portofoonverkeer voor zowel intrede- als uittrede zijde (boormeester en uittrede medewerker) Mogelijkheid tot visueel (camera) toezicht vanuit stuurcabine (boormeester) Geen handcontact tijdens draaiende processen Passende handschoenen (op maat) tijdens boorstang handling	1	3	3	Medewerkers
		<u>Milieu</u> Vervuiling door bentonietspoeling door mud uitbraak	2	2	4	Voorafgaande projectuitvoering is schouw van locatie noodzakelijk Inzicht in aanwezige (grond) rapportages, bekendheid van grondgesteldheid Voorafgaande projectuitvoering communicatie met opdrachtgever m.b.t. geroerde grondsituatie en bekendheid hiervan (werkzaamheden uit verleden) Achtzaamheid in 'risicovolle' gebieden qua vervuiling (denk aan regio Botlek / Zuidwest Nederland)	2	2	4	Projectleider/ Uitvoerder

45.#	Onderwerp:	HDD Boringen								
	Activiteit	Risico / blootstelling / gevaar	K	E	Risico	Genomen of te nemen maatregelen	K	E	Risico	Verantwoordelijke
12	HDD proces (los)koppelen van boorstangen	Gevaar: blootstelling aan draaiende delen. Gegrepen worden door ronddraaiende delen. Gevolg: amputatie lichaamsdelen/dood. Let op: in het verleden zijn hiermee dodelijke ongevallen geweest. Dit risico is het groots bij de pipe side. Bij de RIG side minder problemen door de aanwezige bediening.	3	3	9	Waar mogelijk draaiende delen afschermen Draag vaste kleding. Verboden om loshangende kleding te dragen (veiligheidsvestjes) bij draaiende delen. Werk nooit met maar één portofoon. Minimaal 2 mensen op pipeside (buiten) Inzet van aantoonbaar opgeleide en ervaren medewerkers bij de RIG en de Pipeside. Zorg voor driedubbel portofoonverkeer tijdens koppelhandling (machinist/boormeester /pipesite handling). Inzet van visuele (camera) controle of extra medewerker vanuit stuurcabine naar pipesite / ontvangstput. Verboden toegang voor onbevoegde in de buurt van koppelproces *Optioneel: pipeside uitrusten met een camera of noodstop.*	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
13	HDD proces intrekoperatie	Gevaar: Beknelling en- of letsel door rollende leidingstukken. Gevolg: arbeidsverzuim, blijvende gedeeltelijke invaliditeit	3	3	9	Verboden voor onbevoegden in de buurt van rollenstellen / cradles tijdens intrekoperatie Voorlichting intrekoperatie aan alle betrokken medewerkers voorafgaande proces. Inzet van deugdelijk en gekeurde middelen Opstellen hijsplan bij complexe hijsactiviteiten (boogstraal/kattenrug)	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Letsel tijdens het opstellen van HDPE (bundel) leidingen i.v.m. werking HDPE tijdens koude of warme omgevingstemperaturen	2	2	4	Uitleg tracé en werkruimte vooraf bespreekbaar maken met OG HDPE (bundel-) leidingen borgen tegen werking Vroegtijdige communicatie m.b.t. weersomstandigheden	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
		Letsel en/of gevaarlijk omgevings-situatie bij gebruik van HDPE op haspels	2	3	6	Vroegtijdige communicatie m.b.t. leverantie van materialen Anticiperen op leverantie van eventuele haspels, denk aan hijs-as, tweesprong kettingen, haspelwagen, aanhanger etc. Overleg met UITV & WVB m.b.t. werkmethoden en uitvoerbaarheid Borging tegen spanning	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Kwaliteit Opstellen van kattenrugconstructie i.v.m. juiste boogstraal tijdens intrekoperatie	2	2	4	Inzet door gecertifieerde en erkende kraanbedrijven Opstellen van hijsplan voor complexe kattenrug opstellingen Inzichtelijkheid in bodemgesteldheid op locatie van kattenrugopstelling Inzet van gecertificeerde/gediplomeerde machinisten Onderlinge portofooncommunicatie tussen hijsbegeleider en machinisten Zorg voor visueel contact met machinisten	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
		Breken van hijsmiddelen Gevaar: vallende lasten/ damwand Gevolg: lichamelijk letsel met arbeidsverzuim grondwerker/ machinist.	1	3	3	Inzet van deugdelijk en gekeurd materieel Visuele controle op in te zetten hijsmiddelen Inzet van voorgeschreven hijsmiddelen welke op gewicht en trekkracht zijn afgestemd op de werkzaamheden	1	3	3	Medewerkers
14	HDD Boorproces (pilot, Ruimen, Intrekken)	Kans op bentoniet uitbraak (blow-out) tijdens HDD processen	3	3	9	Uitvoeren van continue monitoring van mud drukken tijdens het boorproces Extra monitoring bij punten waar dekking minimaal is (in- en uittrede)	1	3	3	Medewerkers
15	Aanwezigheid van ondergrondse (voorziene) obstakels	**Kwaliteit** Kans op materieelschade tijdens boorproces	2	3	6	Inzicht in bodemgesteldheid / grondonderzoek rapportages Markeren van voorziene obstakels Regelmatige controle van locatie waar obstakels bekend zijn Indien mogelijk en- of noodzakelijk de obstakels afschermen Inzet van een adequaat meetsysteem om boorlijn constant inzichtelijk te hebben	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
16	Aanbrengen van Casing tijdens HDD boorproces	**Lasbreuken** Gevaar: beknelling Gevolg: arbeidsverzuim, blijvende gedeeltelijke invaliditeit	1	3	3	Lassen casings door ervaren medewerkers Gebruik de voorgeschreven PBM's Inzet van juiste, gekeurde hijsmiddelen Buiten bereik van hijslasten blijven Verboden zicht onder hijslasten te bevinden Constante communicatie en visueel zichtbaar voor machinist	1	3	3	Medewerkers
17	Calamiteiten tijdens boorproces	Gevaar: brand en- of explosie tijdens uitvoering van HDD proces. Gevolg: brandwonden/dodelijk ongeval.	1	3	3	Aanwezigheid van getrainde EHBO en BVH medewerkers op jobsite Aanwezigheid van hoogstnoodzakelijke gevaarlijke stoffen op jobsite Instructie en voorlichting voor betrokken medewerkers Aanwezigheid van noodplan/calamiteitenlijst op projectsite Juiste type en aantallen blusmiddelen aanwezig op projectsite	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder

45.#	Onderwerp:	HDD Boringen								
	Activiteit	Risico / blootstelling / gevaar	K	E	Risico	Genomen of te nemen maatregelen	K	E	Risico	Verantwoordelijke
18	Avond- en of nachtwerkzaamheden	Onvoldoende verlichting tijdens avond- en of nachtactiviteiten (nachtshifts 24/7) Gevaar: vallen- en of struikelen over obstakels. Gevolg: breuk/verrekking van spieren, tijdelijk verzuim.	2	3	6	Inzet van externe lichtbronnen Extra voorlichting voor betrokken medewerkers over nachtactiviteiten en extra risico's Medewerkers voorzien van extra verlichting in vorm van helmlampen voor terreingebruik (auto / bouwlocatie)	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Milieu Gevaar: lichtvervuiling Gevolg: verstoring van natuurlijk habitat door avond en nachtactiviteiten	3	2	6	Inzet van milieuvriendelijk verlichting ook rekening houden met type verlichting i.v.m. wild en vogels. Inzet van geluidsarme apparaten en indien niet mogelijk dan geluid reducerende (hulp-) aggregaten Communicatie met directe omgeving m.b.t. werkzaamheden (stakeholders) Opvolgen van maatregelen welke voortkomen uit de project MAR en Milieurapportages	3	2	6	Projectleider/ Uitvoerder
19	Het nemen van samples door 'derden' tijdens uitvoering Pilotboring HDD proces	Uitvoering van sample name tijdens het pilotproces door 'derden' Gevaar: blootstelling aan diverse risico's	2	3	6	Aanbrengen van looproute naar samplepunt Fysieke afscheiding met hekwerk bij sample locatie (mudpit) Aanstelling van bevoegde personen welke sample activiteiten mogen uitvoeren	2	3	6	Projectleider/ Uitvoerder