



DATUM: 18-12-2025

DOCUMENTNAAM: 2500461 WMO HDD01

VERSIE: 1

PROJECT REFEEENTIE: 2500461

OPDRACHTGEVER: Adinf

N810 te Groessen

HDD 01

Werkmethodeomschrijving



Van Leeuwen Sleufloze Technieken

Ampereweg 17, 3442 AB Woerden (NL) - T +31 (0) 348 44 14 99 - www.vlst.com

Van Leeuwen
Sleufloze Technieken



Project: 2500461E VIA15, N810

Documentnaam: 2500461 WMO HDD01

Datum eerste uitgave: 18-12-2025

Opdrachtgever: Adinf
Joop Geesinkweg 310
1114AB Amsterdam-Duivendrecht


Vergunninghouders: Lumen Technologies
Stekkenbergweg 4
1105 AJ Amsterdam

Colt Technology Services
Van der Madeweg 12
1114 AM Amsterdam

EXA Infrastructure
Koolhovenlaan 120
1119 NH Schiphol-Rijk

Ziggo
Boven Vredebургpassage 128
3511WR Utrecht

SSGA
Zeeweg 5
1271VV Huizen

	Naam	Instantie	Paraaf
Auteur		Van Leeuwen Sleufloze Technieken	
Interne Controle		Van Leeuwen Sleufloze Technieken	
Autorisatie Projectleiding		Van Leeuwen Sleufloze Technieken	
Goedkeuring Opdrachtgever		Adinf	

Versie	Wijziging	Opsteller	Controle	Datum
02				
03				
04				
05				

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
2	UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN	4
2.1	Normen en eisen	4
2.2	Gebruikte documenten	5
2.3	Toe te passen materiaal	5
3	BESCHRIJVING SITUATIE HDD	6
3.1	Vergunningverlener(s)	6
3.2	Kabels & leidingen	6
3.3	Beschrijving in- en uittrede	7
3.4	Bodemopbouw	8
3.5	Grondwaterstand	8
3.6	Kwelanalyse	8
4	BESCHRIJVING WERKMETHODE	9
4.1	Uitvoering	9
4.1.1	Inrichten werkerterrein	9
4.1.2	Pilot	9
4.1.3	Ruimen	9
4.1.4	Buis intrek	9
4.1.5	Revisie	10
4.2	Boorvloeistof	10
4.3	Geplande werktijd	10
5	IN TE ZETTEN MATERIEEL	11
5.1	Uitvoeringsparameters boormachine	11
5.2	Plaatsbepaling	12
5.3	Afwijkingstoleranties	13
6	BEREKENINGEN	14
6.1	Boorspoeldrukken	14
6.2	Trekkracht	15
7	PERSONEEL, ORGANISATIE EN COMMUNICATIE	16
7.1	Personeel en taken	16
7.2	Wijze van registreren en rapporteren	17
7.3	Certificering	18
8	RISICOANALYSE	19
9	CONCLUSIE	20
	BIJLAGEN	

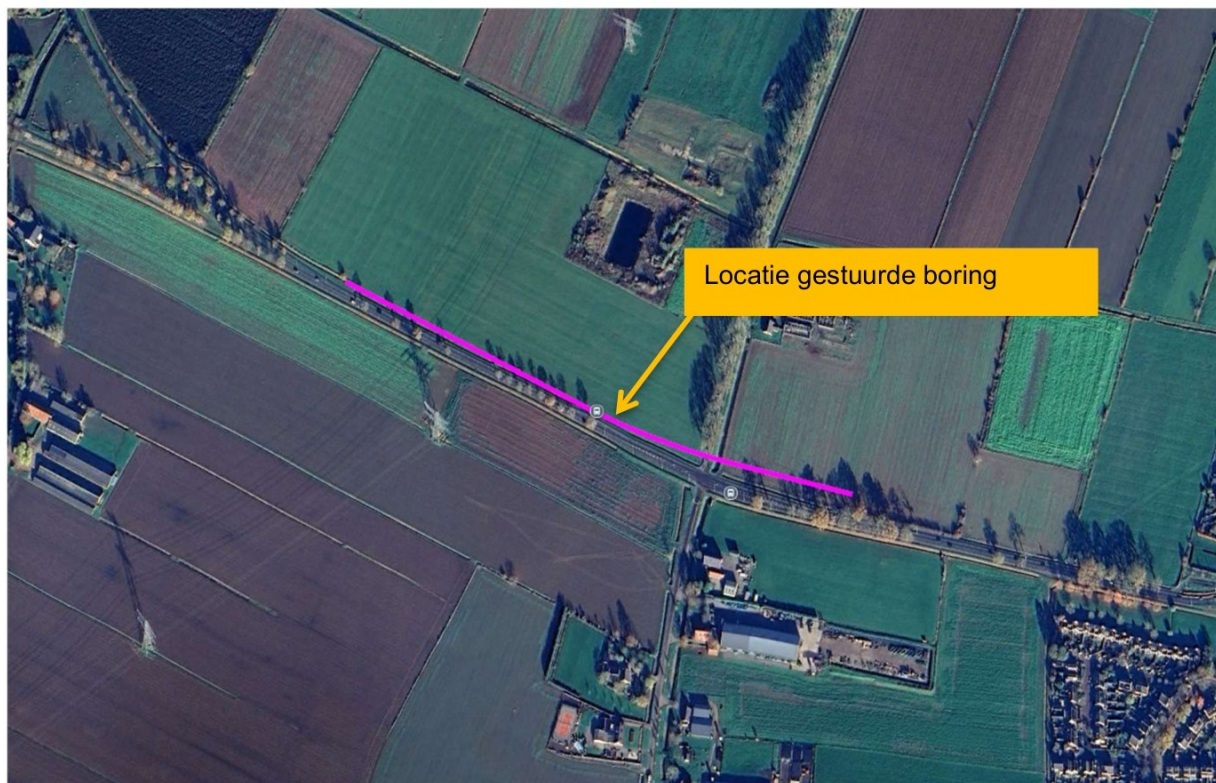
1 INLEIDING

Voor Lumen, Colt, EXA, Ziggo en SSGA dienen meerdere datakabels aangelegd te worden. Het tracé kruist hierbij een toekomstige Rijksweg en verschillende kunstwerken hiervan. De weg zal op moment van uitvoering al deels zijn gerealiseerd. Deze kruising wordt gerealiseerd door middel van een horizontaal gestuurde boring (HDD).

Voor het aanvragen van de vergunning bij het Rijkswaterstaat en de provincie Gelderland is een werkmethodeomschrijving (boorplan) nodig. In opdracht van Adinf heeft Van Leeuwen Sleufloze Technieken (VLST) deze werkmethodeomschrijving gemaakt.

In deze werkmethodeomschrijving wordt toegelicht welke stappen nodig zijn om de boring uit te kunnen voeren. Door middel van berekeningen en de ontwerptekening wordt de uitvoerbaarheid onderbouwt.

Hieronder is een overzicht van de boorlocatie weergegeven.



Figuur 1: Huidig situatieoverzicht

2 UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN

De werkmethodeomschrijving en tekening zijn opgesteld aan de hand van de wettelijke eisen en normen conform tabel 1. De geldende eisen zijn verwerkt in deze werkmethodeomschrijving en tekening. Verdere toelichting van de eisen van de vergunningsverleners staan beschreven in hoofdstuk 3. De, voor de uitvoering benodigde, toestemmingen en vergunningen zijn in het bezit van de hoofdaannemer en indien gewenst beschikbaar op locatie.

2.1 NORMEN EN EISEN

De voor het werk te hanteren normen en eisen staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1: Normen en Eisen.

Ref.	Doc.nr.	Uitgave	Titel
a	Eurocode 7	2012	Geotechnisch ontwerp
b	NEN 3650	2020	Eisen voor buisleidingsystemen.
c	NEN 3651	2020	Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken.
d	NPR 3659	2006	Ondergrondse pijpleidingen - Grondslagen voor de sterkteberekening.
e	Juni 2019- v1.0	2019	Richtlijn Boortechnieken
f	-	2025	Omgevingsverordening Gelderland

2.2 GEBRUIKTE DOCUMENTEN

Naast de normen en eisen als genoemd in tabel 1 zijn de gebruikte documenten zoals in tabel 2 gebruikt voor het opstellen van de werkmethodeomschrijving en tekening.

Tabel 2: Gebruikte Documenten.

Nr.	Titel	Uitgever	Kenmerk	Versie	Datum	Status
1	KW75 - Folie contouren_3D	Adinf	-	-	-	-
2	GG-XX-Boringen N810 (1)	Adinf	-	-	-	-
3	Geotechnisch onderzoek	Dinoloket	CPT000000122333, CPT000000165489, CPT000000166594	-	2020	Uitgevoerd

2.3 TOE TE PASSEN MATERIAAL

In tabel 3 zijn de eigenschappen verwerkt van het toe te passen buismateriaal.

Tabel 3: eigenschappen materiaal omhullende mantelbuis.

Omschrijving	Eenheid	Boring
Techniek	[-]	HDD
Soort buis	[-]	Omhullende mantelbuis
Aantal buizen	[-]	1
Buisdiameter	[mm]	315
Wanddikte in mm	[mm]	28.6
Materiaal	[-]	HDPE
Materiaal kwaliteit	[-]	PE100
Wanddikte verhouding	[-]	SDR11
Lengte boring	[m]	587,83

Tabel 3: eigenschappen materiaal in te trekken buizen.

Omschrijving	Eenheid	In te trekken mantelbuizen	In te trekken mantelbuizen
Aantal buizen	[-]	10	5
Buisdiameter	[mm]	40	50
Wanddikte in mm	[mm]	3.6	4.5
Materiaal	[-]	HDPE	HDPE
Materiaal kwaliteit	[-]	PE100	PE100
Wanddikte verhouding	[-]	SDR11	SDR11
Lengte boring	[m]	587,83	587,83

3 BESCHRIJVING SITUATIE HDD

Het boortracé kruist de toekomstige Rijksweg ter hoogte van het viaduct dat de provinciale weg N810 kruist. Hiervoor dient vergunning te worden aangevraagd bij Rijkswaterstaat en de provincie Gelderland. De omgeving van het boortracé is van tevoren geschouwd door een medewerker van VLST. Bij het kadaster is een oriëntatiemelding opgevraagd (25O0166373). Uit dit vooronderzoek blijkt dat rekening gehouden moet worden met onderstaande punten.

3.1 VERGUNNINGVERLENER(S)

Rijkswaterstaat

Vanuit de Richtlijnen Boortechnieken (Juni 2019-v1.0) is naar voren gekomen dat de boorlijn minimaal 5 meter uit de kunstwerken van het viaduct moet blijven. In dit geval geldt dat onder andere voor de aan te brengen damwanden en folie. De boring voldoet aan deze voorwaarden.

Provincie Gelderland

Vanuit de omgevingsverordening Gelderland is er naar voren gekomen dat de aan te brengen mantelbuis minstens 1m buiten de weg moet worden aangelegd. De boring voldoet aan bovengenoemde voorwaarden.

3.2 KABELS & LEIDINGEN

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

Uit de opgevraagde Klic-melding 25O0166373 is gebleken dat een drietal eisvoorzorgsmaatregelen van toepassing zijn:

- **N.V. Nederlandse Gasunie Oost, buisleiding gevaarlijke inhoud:**
 - De te realiseren gestuurde boring kruist meerder keren een buisleiding gevaarlijke inhoud. Vanuit de eisvoorzorgsmaatregel blijkt dat de minimale onderlinge afstand 5,00 meter dient te zijn.
 - De boring voldoet aan deze eis.

3.3 BESCHRIJVING IN- EN UITTREDE

Het intredepunt is gepland in het weiland ten noorden van de N810 en ten oosten van de toekomstige Rijksweg. Op het moment van uitvoering zal dit gebied al opgehoogd zijn, hier is in het dwarsprofiel rekening mee gehouden. Om het materieel en materiaal op te kunnen stellen dient het terrein vlak te zijn en begaanbaar voor vrachtverkeer. Om deze locatie veilig te bereikbaar te maken is een verkeersplan opgesteld aan de hand van de huidige verkeerssituatie. Indien de situatie voor uitvoering veranderd zal het verkeersplan hier op worden aangepast conform de CROW 96B.



Figuur 2: Overzicht huidige situatie intredepunt

Het uittredepunt is gepland in de berm van de N810 ten westen van de toekomstige Rijksweg. Het maaiveld ter plaatsen van de mudpit blijft hier voornamelijk ongewijzigd. Ook deze locatie is te bereiken vanaf de N810 en is meegenomen in het verkeersplan.

Om de buis uit te leggen moet gebruik worden gemaakt van het naastgelegen weiland. Hier zal de buis worden gelast en worden uitgelegd op rolstellen. Hiervoor dient van tevoren toestemming worden gevraagd.



Figuur 3: Overzicht huidige situatie uittredepunt

3.4 BODEMOPBOUW

Aan de hand van het grondonderzoek zijn de grondparameters bepaald op basis van de NEN9997, tabel 2.b; representatieve waarden voor de grondeigenschappen. Het gebruikte grondonderzoek is toegevoegd in bijlage B.

De bovenste 2 á 3 meter bestaat uit een slappe kleilaag. Vanaf ca. 8m NAP tot en met -20m NAP bevindt zich een aaneengesloten schone zandlaag die vast gepakt is. De boring bevindt zich in de dikke zandlaag, hier bestaat een kans op grind.

3.5 GRONDWATERSTAND

De grondwaterstand is afkomstig van Grondwatertools.nl. Zie bijlage B voor de gegevens van de peilbuis. Het filter van de peilbuis zit op 7,46m NAP, dit bevindt zich net onder de kleilaag.

Tabel 4: Grondwaterstand.

Grondwaterstand	
Freatische grondwaterstand	7,89 m +NAP

De gegevens in tabel 4 zijn een moment opname. De grondwaterstand verandert over tijd onder invloed van het weer, seizoenen en lokale werkzaamheden.

3.6 KWELANALYSE

De grondslag onder de toplaag van klei bestaat uit een aaneengesloten zandpakket, de waterstand in deze zandlaag is de freatische grondwaterstand. Hier is dus geen sprake van een stijghoogte en dus zal geen kwel optreden.

Dit wordt bevestigd door de waterspanningsmeting uit sondering CPT000000165489 (zie bijlage B).

4 BESCHRIJVING WERKMETHODE

Het principe van een gestuurde boring is uit te leggen in meerdere stappen. In eerste instantie wordt een pilotboring langs de geplande lijn geboord van de ene naar de andere zijde van het te kruisen object. Na het afronden van de pilotboring zal de ruim- en intrekoperatie starten waarmee de buis in het geboorde gat wordt getrokken. Deze techniek kan onder en boven het grondwaterniveau worden toegepast.

4.1 UITVOERING

4.1.1 INRICHTEN WERKTERREIN

Het uitvoeren van de HDD wordt gedaan met de 80-tons machine, waarvoor een werkterrein van 2000 m² nodig is. Het boormaterieel voeren wij aan met vrachtwagens. De hoofdaannemer zorgt dat het werkterrein van de projectlocatie bereikbaar is. Aan zowel de in- als de uittredezijde dienen de mudpits gegraven te worden.

In het verlengde van de uittredezijde wordt het terrein langs het fietspad en in het weiland afgezet voor het opstellen van de in te trekken leiding.

4.1.2 PILOT

Vanaf het intredepunt maakt de boorkop door drukken en rotatie een pilotboring. Door de boorstangen en de boorkop wordt de boorspoeling gepompt die de grond voor de boorkop lossput en weggevoerd. Na het inbrengen van de lengte boorstangen, worden de meetgegevens verzameld. Het monitoren van deze boring wordt uitgevoerd met de Gyro Steering Tool, wat betekent dat alle gegevens digitaal worden gemonitord. Zie paragraaf 5.3 voor verdere toelichting. Gedurende de monitoring kunnen afwijkingen worden geconstateerd, indien dit het geval is wordt in overleg tussen de boormeester en surveyor een correctie gemaakt. Nadat de pilotboring succesvol is uitgevoerd, wordt de volgende fase in gang gezet.

4.1.3 RUIMEN

Na het afronden van de pilotboring bepaald de boormeester hoeveel ruimfases hij verwacht. Tijdens het ruimen wordt het boorgat op een gewenste diameter gebracht van 1,3x de diameter van de buis/bundel voordat deze worden ingetrokken.

4.1.4 BUIS INTREK

Na het ruimen van de boorgang zal de buis worden ingetrokken. De buis is voor het intrekken, in het verlengde van het uittredepunt opgesteld vooraf getest. De buis wordt gekoppeld met een trekkop, swivel en een ruimer aan de boorstangen. Vervolgens wordt de leiding in één ononderbroken operatie, door de boormachine naar het intredepunt getrokken. Tijdens het intrekken wordt de buis begeleid met een mobiele kraan.

4.1.5 REVISIE

Na afloop van de werkzaamheden worden de revisiegegevens ter beschikking gesteld aan de tekenaar. Ondertussen wordt het materieel gedemonteerd en gedemobiliseerd.

4.2 BOORVLOEISTOF

Bij de boring wordt gebruik gemaakt van Bentoniet HV waarvan de eigenschappen zijn terug te vinden in bijlage G. Bij de boorkop wordt de losgespoten grond (cuttings) gemengd met de boorvloeistof. Vanuit de mudpit wordt de boorvloeistof naar de recycle-unit verpompt. De recycle-unit verwijdert de cuttings uit de boorvloeistof. De boorvloeistof (mud) die vrijkomt uit de recycle wordt tijdelijk opgeslagen in mudbasins waarna wij de schone boorvloeistof hergebruiken op het project. Niet vervuilde boorspoeling die op een bepaald moment overtollig is, wordt afgevoerd naar depot voor hergebruik.

4.3 GEPLANDE WERKTIJD

De geplande werktijd is bepaald in overeenstemming met de ingeschatte voortgangssnelheid per fase. Bij een gestuurde boring moeten de onderstaande fasen als opvolgend worden uitgevoerd. Het aanvoeren, lassen (en eventueel beproeven) van de buizen, opstellen van de equipment en lokaliseren van de kabels en leidingen zullen voorafgaand aan de pilotfase worden gerealiseerd.

De planning is gebaseerd op de voortgangssnelheid van onderstaande fasen, deze bepalen het kritieke pad van de snelheid van de boring.

Voortgangssnelheid bij de pilotboring; ca. 25—50 m/uur

Voortgangssnelheid bij de ruimfase; ca. 30—50 m/uur

Voortgangssnelheid bij het intrekken; ca. 30—50 m/uur

Tabel 5: Planning

Werkplan en Planning		Werkdagen									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	HDD										
1	Aanvoer materieel, voorbereiden werklocatie										
2	Lokaliseren kabels en leidingen, lassen en beproeven										
3	Machine opstellen t.b.v. boring										
4	Uitvoeren pilotboring										
5	Ruimen										
6	Intrekken										
7	Afvoer materieel										

De planning kan afwijken in de praktijk, deze planning is een inschatting op basis van de uit te voeren werkzaamheden.

5 IN TE ZETTEN MATERIEEL

In onderstaande tabel is aangegeven welk materieel voor dit project gebruikt wordt. Op basis van de planning en de gevraagde trekkracht gebruiken wij de 80-tons boormachine. Door wijzigingen in beschikbaarheid of planning is het mogelijk dat de voorgestelde machine niet beschikbaar is. In dat geval maken wij gebruik van een machine die in ieder geval voldoet aan de eis voor minimale trekkracht. Voor de verdere specificaties van de boormachine zie bijlage E.

Tabel 6: Overzicht boorrig.

Eenheid		
Boormachine	[-]	PD80/43
Maximale trekkracht	[ton]	80
Boorstangen	[-]	4½IF NC50 S135
Boorkop	[-] [mm]	Bendsub + Rollercone 200
Ruimer fase ruimen	[-] [mm]	Flycutter 410
Ruimer fase intrekken	[-] [mm]	Barrel 350
Intrekvoorziening	[-]	Swivel
Meetsysteem		Gyro Steering Tool

5.1 UITVOERINGSPARAMETERS BOORMACHINE

Onderstaande tabel presenteert de maximale specificaties tijdens de verschillende fasen van de gestuurde boring. Naar inziens en ervaring van de boormeester en/of uitvoerder kan hiervan worden afgeweken.

Tabel 7: Specificaties boring per fase.

		Pilot	Ruimen	Intrekken
Boorkop / ruimer	[type]	Bendsub + Rollercone	FLC	Barrel
Diameter boorkop /ruimer	[mm]	200	400	350
Boorgat	[mm]	250	410	410
Nozzles ruimer	[mm]	afh. van boorkop	afh. van boorkop	afh. van boorkop
Aantal	[stuks]	1 à 3	1 à 3	1 à 3
Drukkracht / Trekkracht	[kN]	800	800	800
Koppel	[kNm]	< 43	< 43	< 43
Spoeling druk	[bar]	0—70	0—70	0—70
Max debiet	[l/min]	0—2000	0—2000	0—2000

5.2 PLAATSBEPALING

De keuze van het meetsysteem is afhankelijk van diverse factoren. De belangrijkste zijn:

- De boormachine,
- De boorstangen,
- De toegankelijkheid van het terrein,
- De ontwerpdiepte van de boring,
- De aanwezigheid van verstorende bronnen,
- De door de vergunningverleners vereiste nauwkeurigheid,
- De door de opdrachtgever vereiste nauwkeurigheid.

Van Leeuwen Sleufloze Technieken B.V. zet voor dit project de Gyroscop Steering Tool in.

Het draadgebonden, gyroscopisch (optisch), meetsysteem is gekoppeld aan een computerprogramma en meet de drie hoeken (azimuth, pitch, roll) van de boorkop ten opzichte van het geografische Noorden. De meetsonde is direct achter de boorkop geplaatst. De meetdata en de gemeten hoeken worden van de meetsonde naar de computer gezonden. De signalen van de receiver worden door bijbehorende software verwerkt tot exacte geografische boorkopposities. De gemeten en berekende posities worden vergeleken met het vooraf in de software geladen gewenste traject van de boorkop. Afwijkingen van het gemeten traject, ten opzichte van het vooraf berekende traject, worden geregistreerd door de meetdeskundige. Op basis van deze afwijkingen worden in overleg instructie betreft links/ rechts sturen en op/ neer sturen op het machinistenscherm weergegeven. Verder worden de drie gemeten hoeken (azimuth, pitch en roll) in graden op het scherm weergegeven, samen met andere belangrijke waarden voor de boring.

Het gemeten en gewenste boortraject wordt opgeslagen en kunnen, op ieder gewenst moment, op het scherm worden weergegeven of worden afgedrukt.

Het meetsysteem is ongevoelig voor storingsbronnen van buitenaf. Nauwkeurigheden voor wat betreft:

Azimuth: 0,04° richting t.o.v. het geografische noorden
Pitch: 0,01° helling
Roll: 0,02° klokstand

Zie bijlage F voor de verdere technische specificaties.

5.3 AFWIJKINGSTOLERANTIES

Na uitvoering van het werk kan het zijn dat door eventuele afwijkingen correcties zijn gemaakt door de boormeester. Hierdoor kan de uitgevoerde boorlijn afwijken van de theoretische. Wij hanteren de maximaal toegelaten afwijkingen van de theoretische lijn, zoals omschreven in NEN 3650-1:2020 (tabel 8).

Tabel 8: Maximaal toegelaten afwijking van theoretische lijn van de boring zoals gespecificeerd door NEN 3650-1:2020 tabel F.1.

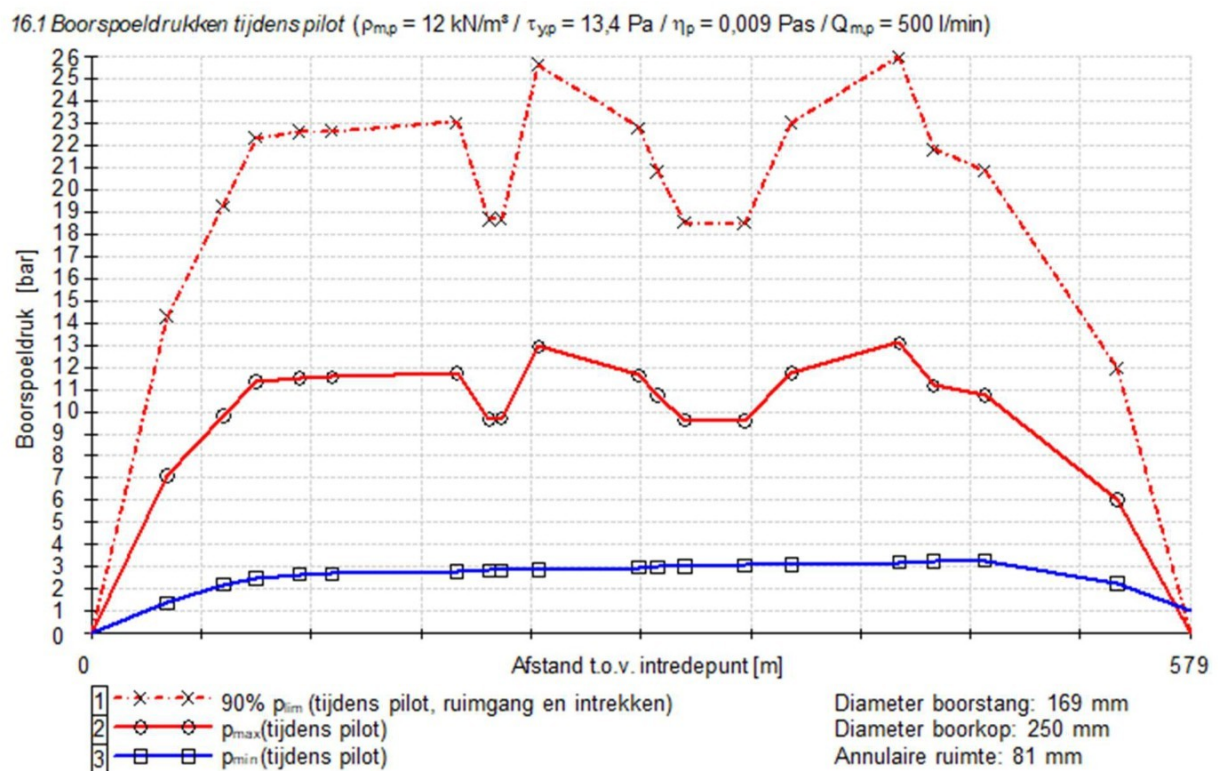
Richting	Maximale Uitvoeringsafwijking
Verticaal	+1/-1 m
Horizontaal:	
• In lengterichting t.p.v. uittredepunt	+5/-2 m
• In dwarsrichting t.p.v. uittredepunt	+1/-1 m
• In dwarsrichting tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-5 m
Bochtstralen	<10%

6 BEREKENINGEN

De berekeningen zijn gerealiseerd met het programma Sigma van adviesbureau Schrijvers BV. De grondparameters voor de benodigde berekeningen zijn gebaseerd op bijgevoegde grondonderzoeken in bijlage B en afgeleid aan de hand van de NEN 9997, Tabel 2.b; Representatieve waarden voor de grondeigenschappen. Om de grondwaterstand in te schatten is gebruik gemaakt van peilbuisgegevens. Op basis van deze gegevens is de grondwaterstand bepaald op ca. 7,89 meter ten opzichte van NAP. De berekeningen zijn terug te vinden in bijlage C.

6.1 BOORSPOELDRUKKEN

De resultaten van de berekeningen rondom de muddruk van de maatgevende pilotfase is in onderstaand figuur weergegeven. Voor de grafiek van de ruimfase en alle bijbehorende tabellen wordt verwezen naar Bijlage C. Tijdens de pilotfase boren wij van links naar rechts.



Figuur 4: Boorspoeldrukken Pilot

In bovenstaande afbeelding is te zien dat de boorspoeldruk over de laatste 15 meter groter is dan de toelaatbare boorspoeldruk. De boorspoeldrukken zullen hierdoor bij het benaderen van het uittrede een hoger risico voor een blow-out vormen. Ter beheersing van dit risico moeten de boorspoeldrukken en rotaties verlaagd worden.

6.2 TREKKRACHT

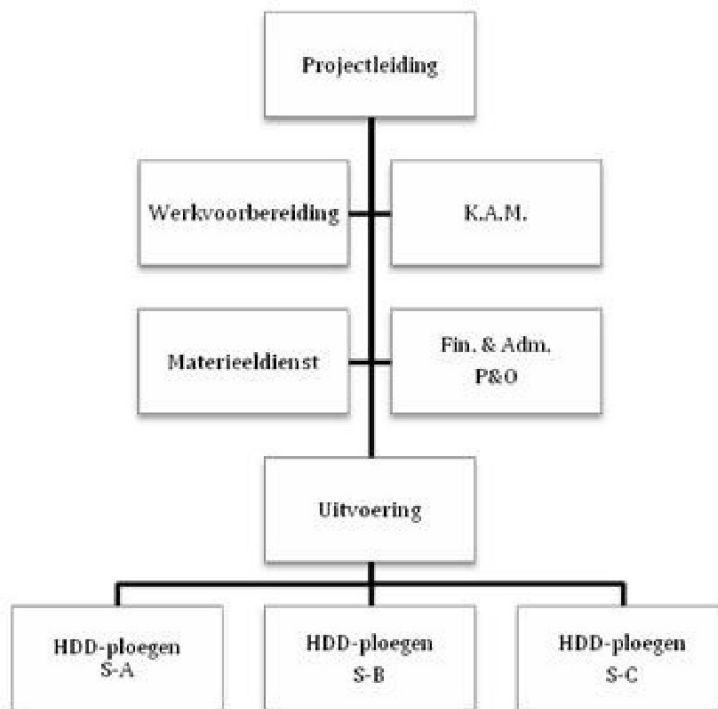
De te verwachten trekkracht is berekend voor een onge vulde (0%) buis met een onzekerheidsfactor van 1,4. Uit de berekeningen blijkt dat de boormachine minimaal 172,15kN (17,22 ton) aan trekkracht moet kunnen genereren om de 1xØ315 mm mantelbuis in te trekken (tabel 9).

Tabel 9: Resultaat trekkracht

Berekende trekkracht incl. veiligheidsfactor (ongevuld)	Toelaatbare trekkracht
172,15 kN / 17,22 ton	257,33 kN / 25,73 ton

De buis is berekend op spanningen, deflectie en implosie. Uit de berekening blijkt dat de buis met betrekking tot de optredende spanningen, deflectie en implosie voldoet en binnen de gestelde marges blijft.

7 PERSONEEL, ORGANISATIE EN COMMUNICATIE



Figuur 5: Organogram HDD ploegen VLST

7.1 PERSONEEL EN TAKEN

De werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door ervaren personeel. De boormeester is een medewerker van Van Leeuwen Sleufloze Technieken B.V. met geruime ervaring in het vakgebied.

De metingen worden uitgevoerd met de Gyro Steering Tool door Browline B.V. Bij deze meetsystemen meet de surveyor elke boorstang vanaf de boorkop.

De personele bezetting tijdens de boorwerkzaamheden is als volgt ingedeeld (afhankelijk van de in te zetten rig):

Tabel 9: Personeelsinzet.

Functie	Aantal	Functieomschrijving
Projectleider	1 man	Algehele leiding Deels aanwezig
Uitvoerder	1 man	Deels aanwezig
Boormeester	1 man	Bediening boormachine Aanspreekpunt op de werkplek Bijhouden registraties en logboeken
Mudman	1 man	Vervaardigen boorspoeling Analyseren boorspoeling Hand- en spandiensten
Surveyor/ Boorassistent	1-2 man	Handling boorbuizen Hand- en spandiensten Metingen en registraties meetsysteem

7.2 WIJZE VAN REGISTEREN EN RAPPORTEREN

De uitvoerder en boormeesters houden logboeken, mud registraties en dagrapporten bij. Gegevens van de pilotboring worden verwerkt op een revisietekening en aan de opdrachtgever ter beschikking gesteld. De parameters worden afgelezen op analoge meters in de besturingscabine en, incl. eventuele opmerkingen, per stang geregistreerd in een logboek. Wij hanteren de volgende eenheden voor de bijgehouden parameters:

Tabel 10: Parametereenheden.

Parameters	Eenheid
Druk- / trekkracht rig	kN
Draaimoment	kNm
Muddruk	Bar
Mudflow	l/min
Lengte Boorstangen	m

Logboeken en dagrapporten zijn aanwezig on-site en inzichtelijk voor directie en opdrachtgever. In bijlage H is een voorbeeld weergegeven van de registratiesheets.

7.3 CERTIFICERING

De werkmethodeomschrijving is opgesteld in overeenstemming met het zorgsysteem van Van Leeuwen Sleufloze Technieken. Dit zorgsysteem is gecertificeerd conform:

Tabel 11: Certificeringen.

Norm	Versie & toelichting
NEN-EN-ISO	9001:2015 gecertificeerd
CKB	2023 (ST-A, ST-B, ST-C, ST-D)
VCA	2017/6.0
EP2019 ProRail	Cat. 8 Gestuurd boren Subcat. S-A, S-B, S-C Certificaathouder: Van Leeuwen Sleufloze Technieken B.V.
EP2019 ProRail	Cat. 9 Persingen Open frontboringen subcat. SD-A, SD-B, SD-C, SD-D Gesloten frontboringen subcat. SE-A, SE-B Certificaathouder: Aannemingsbedrijf Klarenbeek B.V.
DCA	2025 Drilling Contractors Association
VPL-T4	Veiligheidsladder trede 4, versie 4.0-2016 Safety Culture Ladder Original step 4

8 RISICOANALYSE

De algemene Risico-Inventarisatie en Evaluatie (RI&E) staan vermeld in bijlage I. Hieronder staan de project-specifieke risico's omschreven:

Tabel 12: Project-specifieke Risico-Inventarisatie.

Calamiteit	Gevolg	Kans	Beheersmaatregel
Kabels en leidingen liggen niet op de locatie conform de KLIC	Schade aan kabels en/of leidingen	Gering	<ul style="list-style-type: none">• De kabels en leidingen opzoeken bij de in- en uittreden in de mudpit.• Indien nodig beschermende maatregelen treffen om schade te voorkomen
Weg slaan PE-buis	Ongeval medewerker en/of verkeersdeelnemers	Gering	<ul style="list-style-type: none">• Zekeren PE-buis bij loskoppelen van haspel.• Begeleiden buis bij invoeren in boorgat.

9 CONCLUSIE

Op basis van de gemaakte tekeningen, berekeningen en de verkregen informatie uit hoofdstukken 2 en 3 van het boorplan, komen wij tot de conclusie dat de boring voldoet aan de gestelde normen en eisen.

De algemene aandachtspunten zijn:

- Zowel bij het in als het uittredepunt dienen verkeersmaatregelen getroffen te worden om het werkterrein te bereiken. Hiervoor is een verkeersplan opgesteld.
- Het werkgebied van zowel het in- als het uittredepunt moet worden voorzien van rijplaten.
- De buis moet uitgelegd worden in het naastgelegen weiland, hier moet toestemming voor worden gevraagd.
- Op het moment van uitvoering is het maaiveld bij intredezijde opgehoogd, hier is rekening mee gehouden in het dwarsprofiel.

De uitvoeringstechnische aandachtspunten zijn:

- De boorspoeldrukken zullen bij het benaderen van het uittrede een hoger risico voor een blow-out vormen. Ter beheersing van dit risico zullen de boorspoeldrukken en rotaties verlaagd moeten worden.
- De berekende trekkracht bedraagt 17,22 ton voor een onge vulde buis (0%), de toelaatbare trekkracht is 25,73 ton.
- Als de situatie op locatie wijzigt voor uitvoering zal het verkeersplan en de opstelling worden aangepast.

De bodem specifieke aandachtspunten:

- De bodem bestaat vanaf ca. 2 meter diepte uit een vast zandpakket, hier is een kans op grind.

BIJLAGEN

BIJLAGE A TEKENING

- 2500461-VT01

BIJLAGE B GRONDONDERZOEKEN EN GRONDWATERSTAND

- CPT000000122333
- CPT000000165489
- CPT000000166594

BIJLAGE C SIGMA BEREKENING

- 2500461-SB01

BIJLAGE E SPECIFICATIES MATERIEEL

- PD80/43 80 ton

BIJLAGE F SPECIFICATIES PLAATSBEPALINGSSYSTEEM

- Gyro Steering Tool Working Procedure
- Brownline Methodeverklaring NL
- Brownline - specsheet - Drillguide GST 170 (27T-150T)

BIJLAGE G SPECIFICATIES BOORSPOELING

- Bentoniet - HV MSDS
- Product Info - Bentoniet - HV

BIJLAGE H REGISTRATIESHEETS

- Dagrapport
- Logboek gestuurde boring
- Mud registratie

BIJLAGE I TECHNISCHE UITVOERINGSRISICO'S

BIJLAGE A TEKENINGEN

Ontwerptekeningen

Algemeen plan en boorprofiel (bovenaanzicht en langsdoorsnede).

- 2500461-VT01

Opstelling boorstelling

- 2500461-VT01



SITUATIE
SCHAAL 15000

Tangentpunten lijst 'HDD0'				GECONTROLEERD DOOR ONDERSTAANDE	
Naam	X	Y	Hoofte		
Intride	205889.87	4390.272	10.44	...	
Tu1	205553.30	4394.379	-0.52		
Tu2	2004.883	4394.384	-0.21		
Tu11	2004.782	4394.412	-0.21		
Tu2	2002.02	4394.522	-0.21		
Tu3	20077.25	4396.918	-0.59		
Tu4	200718.99	4396.913	-0.52		
Uitride	200889.45	4396.7735	10.03		



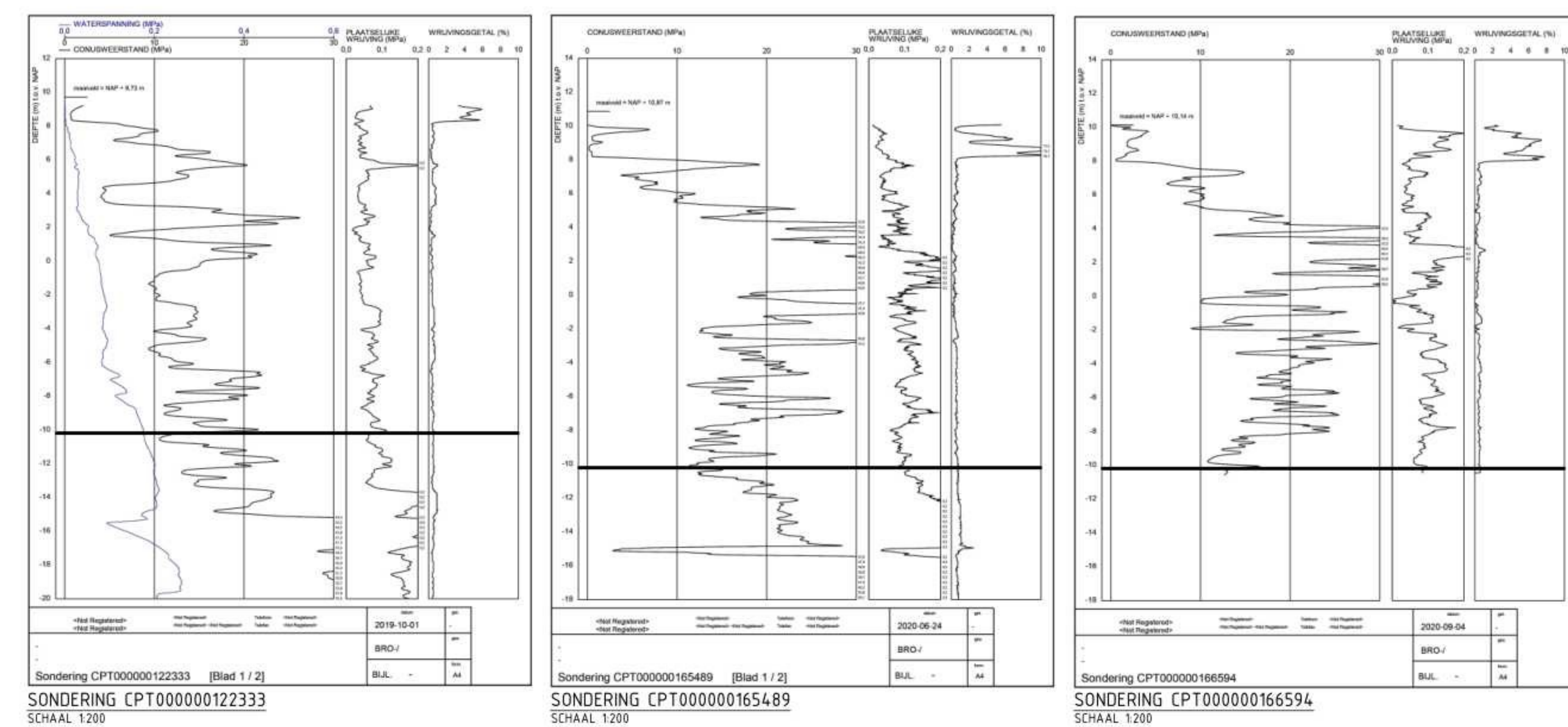
BOORGANG #432mm:
1x BUIS HPE Ø375mm PE100 SDR11 (t.b.v. MANTELBUIZEN) VULLINGSGRAAD 43%
MET DAARIN:
10x BUIS HPE Ø40mm PE100 SDR11
5x BUIS HPE Ø50mm PE100 SDR11



FOTO NR.2 D.D. 14-02-2025



FOTO NR.1 D.D. 14-02-2025



LEGENDA

GAS

3442

Foto NR.

DE LIGGING VAN DE BESTAANDE KABEL(S) EN LEIDING(EN) IS THEORETISCH EN INDICATIEF. EXACTE LOCATIE MOET TER PLAATSE WORDEN GECONTROLEERD EN/OF VASTGESTELD. IN-/UITTREDEPUNT a.d.v. WERKELIJKE SITUATIE KABELS & LEIDINGEN TE BEPALEN.

KABELS EN LEIDINGEN GEBASEERD OP KLIC-MELDING 2500166373 (14-11-2025).
DIEPTELIGGING KABELS EN LEIDINGEN ONBEKEND TENZIJJ WEERGEGEVEN.
DWARSPROFIEL OP BASIS VAN SURFACE UIT GG-XX-Boringen N810 (1)
ONDERGROND OP BASIS VAN PDOK.

Nr	Datum	Wijziging	GET
----	-------	-----------	-----

VL **Van Leeuwen**
Sleuflowe Techniek

ST **Sleufoze Techniek**
 Vijzelmolenlaan 11, 3447 GX Woerden www.vst.com

Project	NOUW TE LEGGEN TRACE TE GROESSEN
Onderwerp	HORIZONTAAL GESTUURDE BORING

LENGTE 578,83m, 1x ϕ 315mm SDR11
 N810 TE GROESSEN

Vergunninghouder	LUMEN COLT EXA ZIECO SOGA
------------------	---------------------------

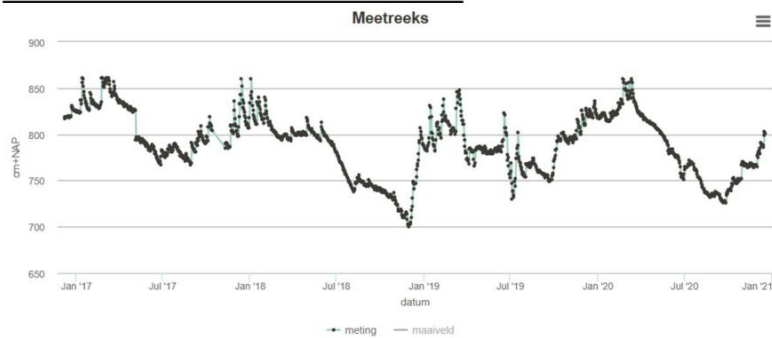
Projectleider R. SALES	Geleerd M. RIKKWIJL	Datum tekening 26-11-2025	Schaal 1:10 / 1:500 / 1:5000	Fase VERGUNNING
---------------------------	------------------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------

Kanbark	Gehuwd door	Datum getrouwd	Finaat	blad	Tekeningnummer
-	i. CODINGA	25-11-2025	A.0.9 (184/1998)	1 / 1	2500461-VT01
Coördinaatsel: X-Y Rijkscadebaak (RO) 2 Normaal Amsterdam, Pst. (NAP)					

BIJLAGE B GRONDONDERZOEKEN

Onderdeel	Bron
Sonderingen	DinoLoket
Peilbuis	Grondwatertools

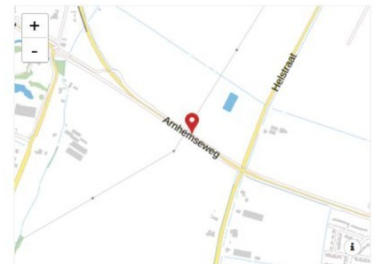
Locatie Peilbuis B40E1540:



Eigenschappen meetreeks voor analyse periode

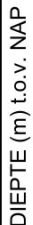
Startdatum analyse periode	07-12-2016
Einddatum analyse periode	18-12-2020
Aantal waarnemingen	1446
Gemiddelde	789
Standaard deviatie	31.8
Minimum	700
10-percentiel	743
50-percentiel (mediaan)	793
90-percentiel	826
Maximum	861

Filters in put	Bovenkant filter cm+NAP	Onderkant filter cm+NAP
001	746	646

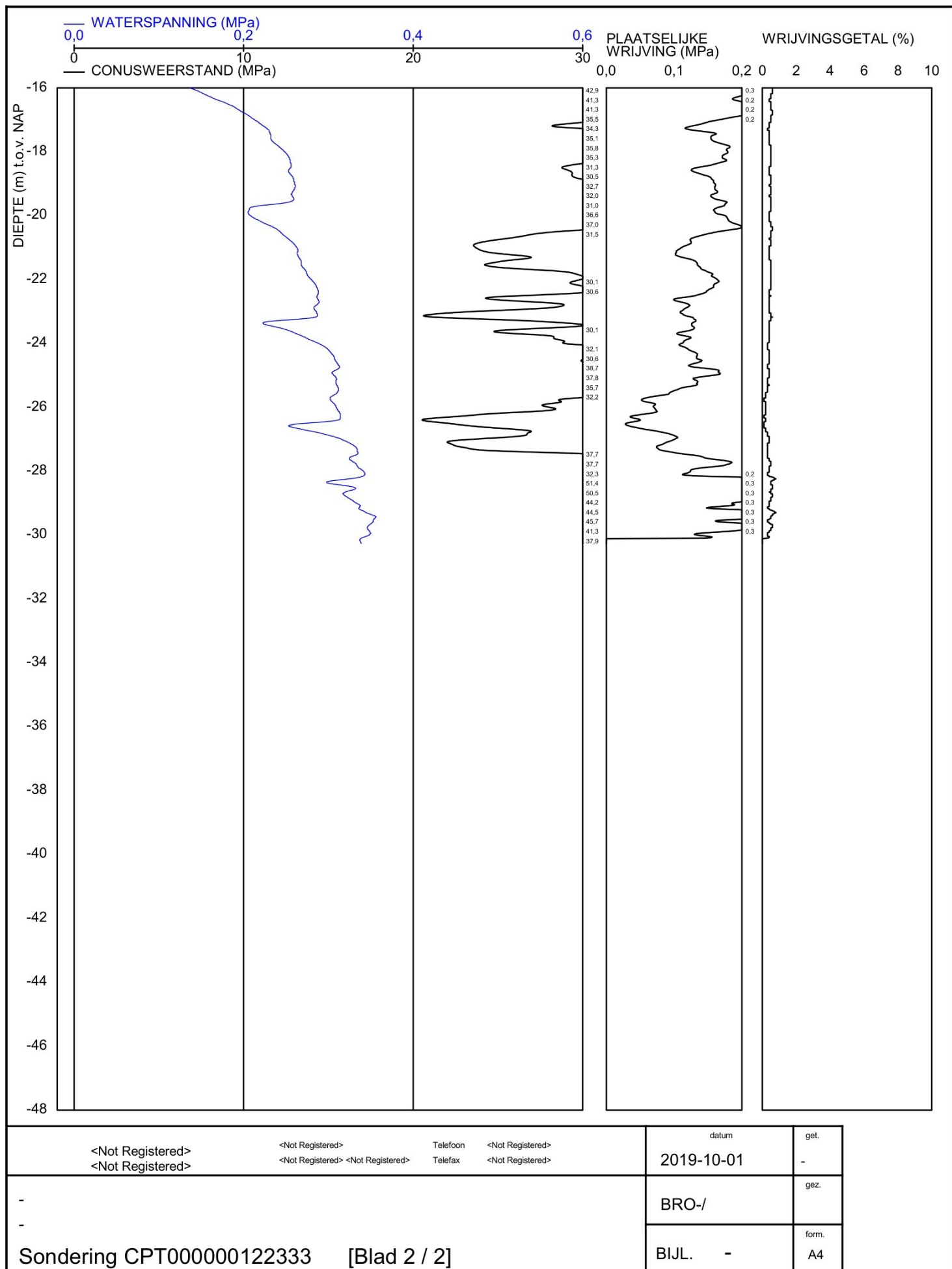


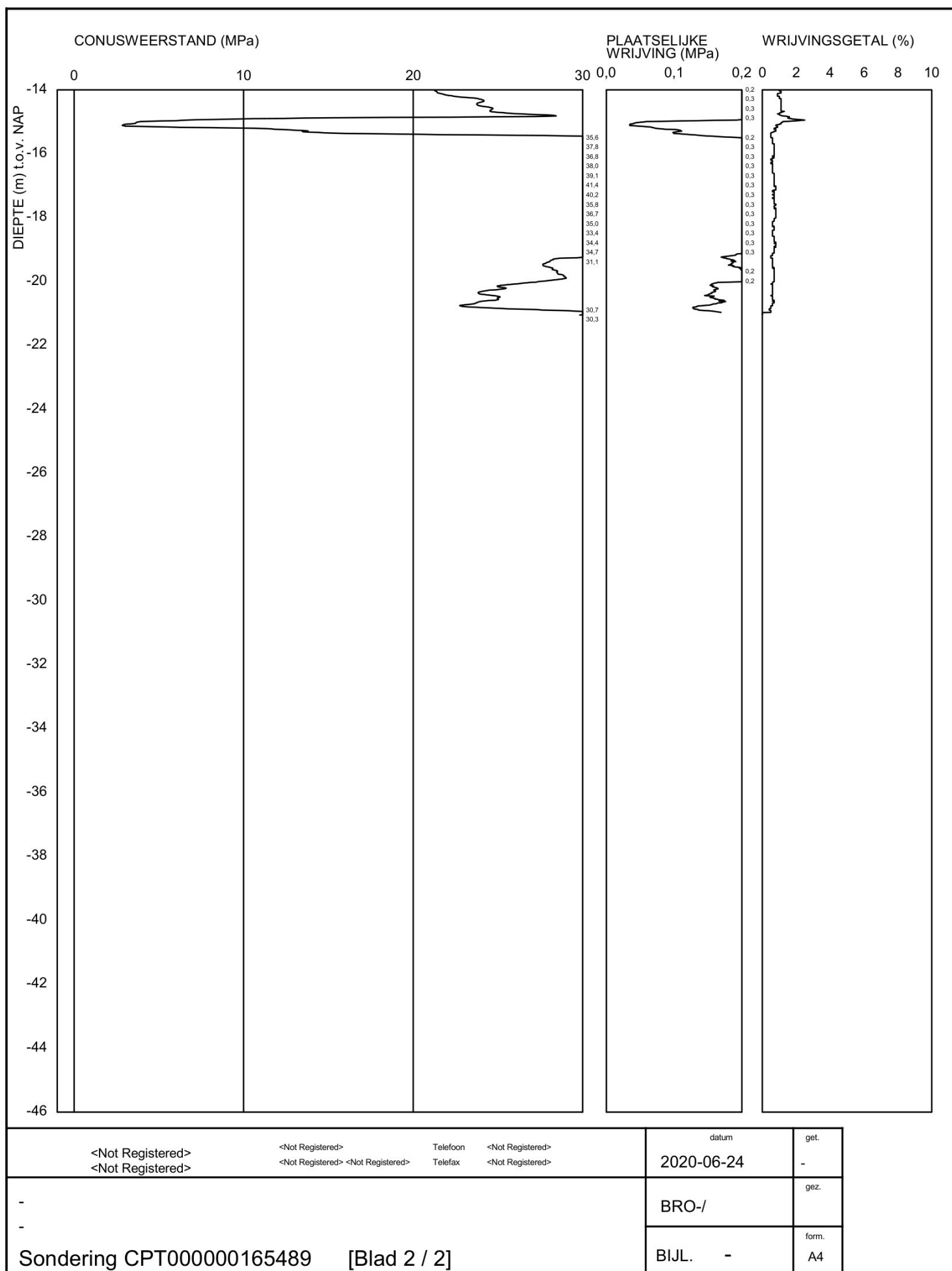
Locatie overzicht sonderingen:

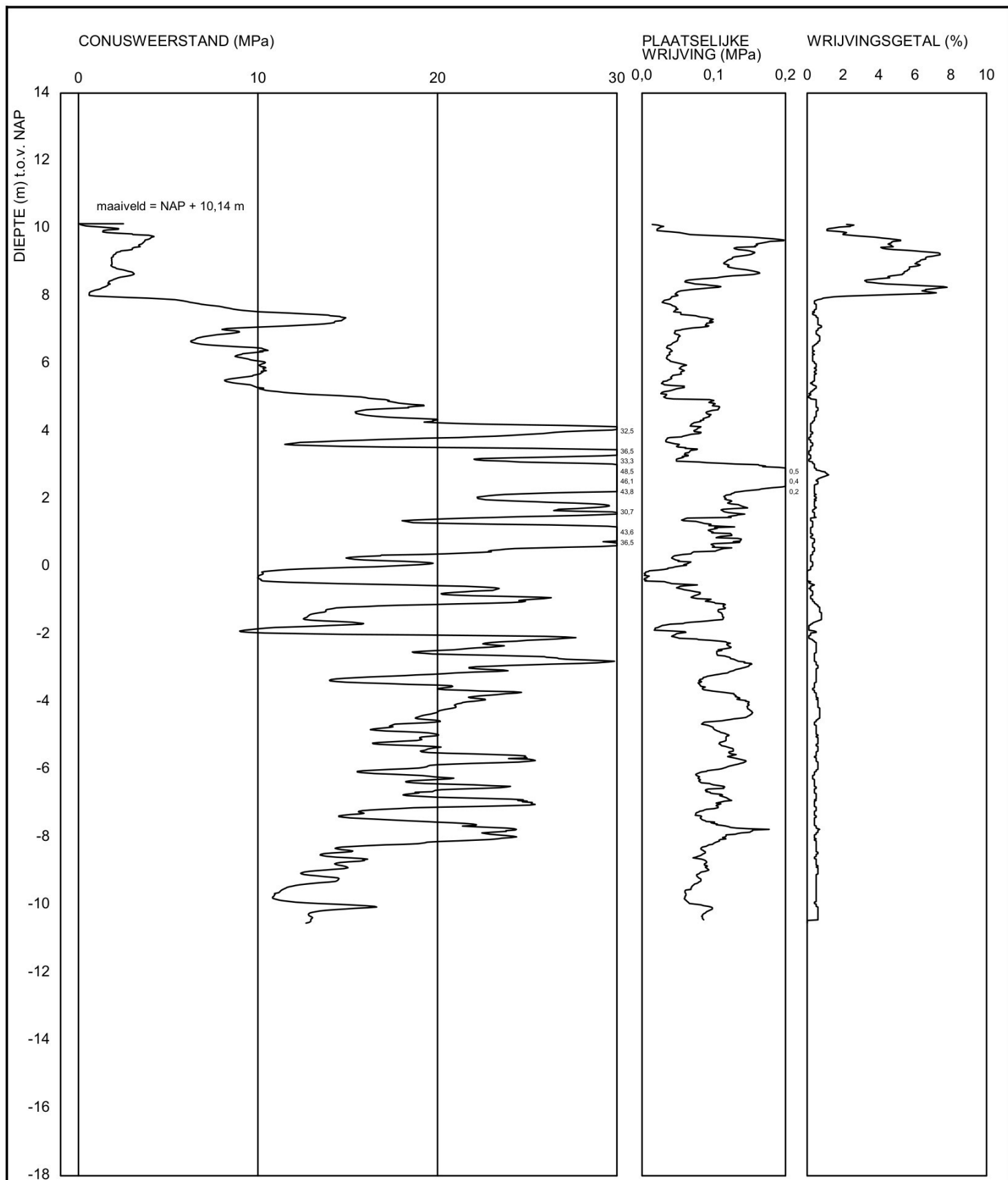




—







<div><Not Registered></div> <div><Not Registered></div>					<div><Not Registered></div> <div><Not Registered></div>	<div>Telefoon</div> <div>Telefax</div>	<div><Not Registered></div> <div><Not Registered></div>	<div>datum</div> <div>2020-09-04</div>	<div>get.</div> <div>-</div>
<div>-</div> <div>-</div> <div>Sondering CPT000000166594</div>								<div>BRO-/</div>	<div>gez.</div>
								<div>BIJL.</div> <div>-</div>	<div>form.</div> <div>A4</div>

BIJLAGE C SIGMA BEREKENING

Ontwerpberekening

Toelaatbare kromtestraal

- HDPE: Toegestane straal $75 \times D$ (gelegd en onder druk) $23,6 \text{ m}^1$ minimaal
- Boorstangen: $R = 150 \text{ m}^1$ minimaal (Gyro)

Minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldrukken

- 2500461-SB01

Trekkrachtberekening

- 2500461-SB01

Controle materiaalspanningen

- 2500461-SB01

Controle opdrijven/zinken productleiding (ballasten)

- 2500461-SB01

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020				Sigma 2025 1.4 ©	
Algemene gegevens					
Naam van het project : 2500461E VIA15, N810 Projectonderdeel : HDD01					
Materiaalgegevens					
Materiaalsoort:	PE				
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11				
Gegarandeerde minimale treksterkte	MRS	= 10	N/mm²		
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-		
Toelaatbare lange duur zuivere trekspanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm²		
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm²		
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm²		
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)		
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-		
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m³		
Toelaatbare deflectie	δ	= 8,00	%		
Leidinggegevens					
Uitwendige middellijn	D _e	= 315,00	mm		
Wanddikte	d _n	= 28,7	mm		
Procesgegevens					
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)			= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken					
Totale lengte	L	= 578,83	m		
Totale horizontale lengte	L _{hor}	= 574,00	m		
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 100,00	m		
Intredehoek (bij boorstelling)	α_1	= 16,00 / 28,67	° / %		
Uittredehoek (bij rollenbaan)	α_2	= 16,00 / 28,67	° / %		
Belastinghoek	α	= 180	°		
Ondersteuningshoek	β	= 120	°		
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°		
MV intrede t.o.v. NAP	MV _{in}	= 10,44	m		
MV uittrede t.o.v. NAP	MV _{uit}	= 10,00	m		
Beschrijving	Lengte langs buis [m]	Horizontale lengte [m]	Cummulative lengte langs buis [m]	Cummulative horizontale lengte [m]	Verticale straal [m]
					Horizontale straal [m]
Intrede-Tv1	39,78	38,24	39,78	38,24	-
Tv1-Tv2	69,81	68,91	109,59	107,15	250,00
Tv2-Th1	16,94	16,94	126,54	124,09	-
Th1-Th2	171,62	171,62	298,16	295,71	-
Th2-Tv3	172,68	172,68	470,84	468,39	-
Tv3-Tv4	69,81	68,91	540,65	537,30	250,00
Tv4-Uittrede	38,18	36,70	578,83	574,00	-
					-
					-

18-12-2025 13:41:24

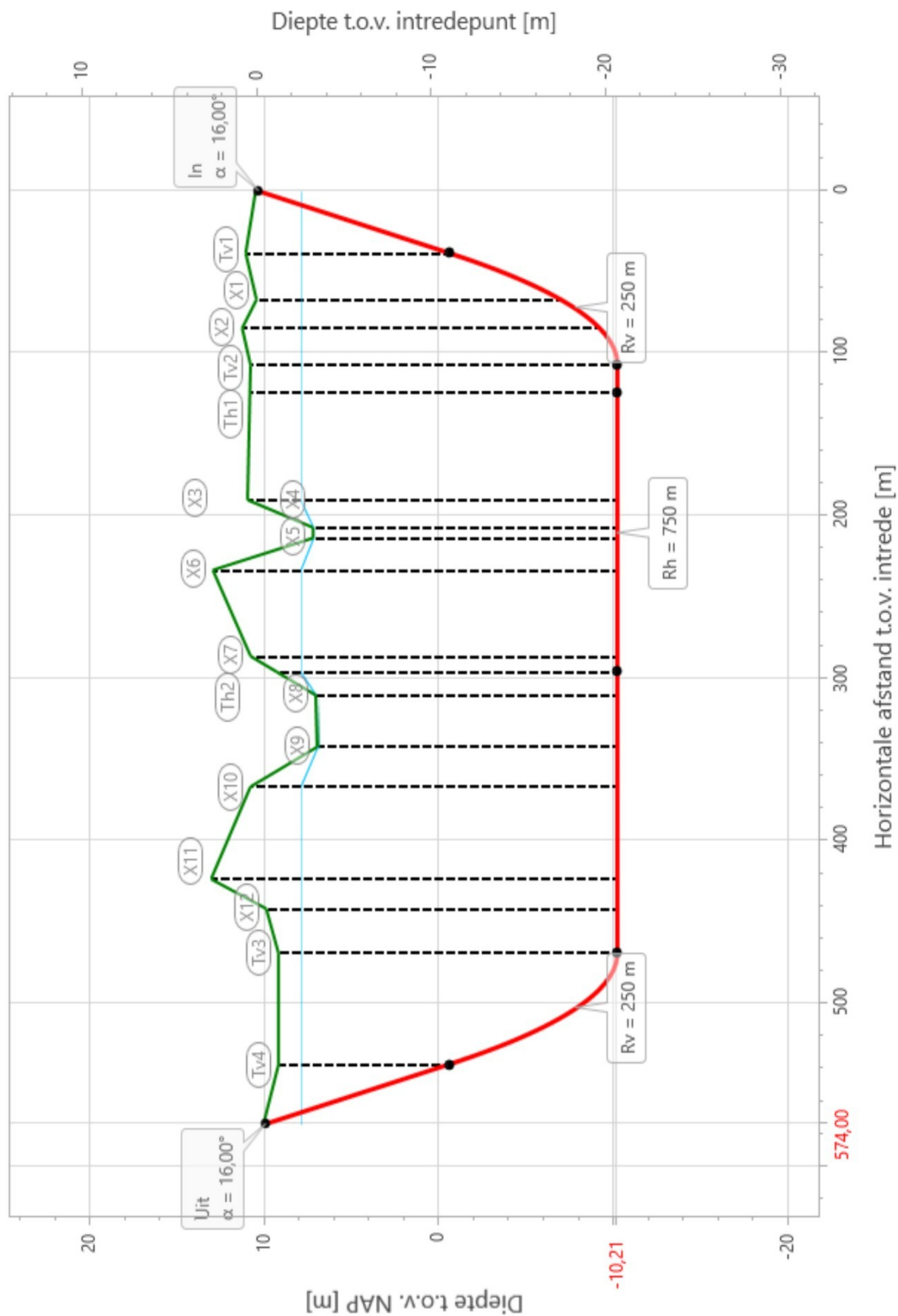
Diameter boorstang	D_b	= 169	mm
<i>Tijdens pilot</i>			
Diameter boorkop/boorgat	D_p	= 250	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,p}$	= 12	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,p}$	= 13,4	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_p	= 0,009	Pa·s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,p}$	= 500	l/min
<i>Tijdens ruimgang</i>			
Boorstangen koppelen tijden ruimen			
Diameter ruimer/boorgat	$D_{g,r}$	= 410	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,r}$	= 12	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,r}$	= 13,4	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_r	= 0,009	Pa·s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,r}$	= 800	l/min
<i>Tijdens intrekken</i>			
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,i}$	= 12	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,i}$	= 13,4	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_i	= 0,009	Pa·s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,i}$	= 700	l/min
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			

Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
Belastingfactor, bovengronds	$f_{k,b}$	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	$f_{k,o}$	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	$f_{r,o}$	= 0,9	
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f_1	= 0,1	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f_2	= 0,00005	N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f_3	= 0,2	
Partiële factor grondbelasting	γ	= 1,1	

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020					Sigma 2025 1.4 ©		
Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting							
Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m³]	Wrijvingshoek grond [°]
Tv1	39,78	11,53	3,12	Zand	15,37	20,98	35,00
X1	69,14	17,33	2,50	Zand	14,72	20,99	35,00
X2	86,73	20,38	3,33	Zand	15,53	20,99	35,00
Tv2	109,59	20,94	2,85	Zand	15,12	20,99	35,00
Th1	126,54	20,98	2,88	Zand	15,15	20,99	35,00
X3	192,44	21,11	3,02	Zand	16,21	21,00	35,00
X4	209,38	17,36	0,00	Zand	0,00	21,00	35,00
X5	215,88	17,36	0,00	Zand	0,00	21,00	35,00
X6	235,53	23,10	5,01	Zand	16,92	21,00	35,00
X7	288,54	20,94	2,84	Zand	16,10	21,00	35,00
Th2	298,16	19,44	1,34	Zand	14,62	21,00	35,00
X8	312,44	17,21	0,00	Zand	14,62	21,00	35,00
X9	344,32	17,13	0,00	Zand	14,62	21,00	35,00
X10	368,75	20,95	2,85	Zand	17,09	20,99	35,00
X11	425,55	23,21	5,11	Zand	17,49	20,99	35,00
X12	443,75	20,04	1,95	Zand	16,66	20,99	35,00
Tv3	470,84	19,34	1,25	Zand	16,05	20,99	35,00
Tv4	540,65	9,66	1,25	Zand	16,05	20,99	35,00

Locatie	Hor. steundruk	Effectieve cohesie [kN/m²]	E-modulus ondergrond [MN/m²]	Verkeersbelasting	Sondering
Tv1	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT166594
X1	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT166594
X2	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT166594
Tv2	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT166594
Th1	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT166594
X3	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT165489
X4	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT165489
X5	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT165489
X6	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT165489
X7	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT165489
Th2	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT165489
X8	✓	0,00	75,00	Grafiek II	
X9	✓	0,00	75,00	Grafiek II	
X10	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT122333
X11	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT122333
X12	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT122333
Tv3	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT122333
Tv4	✓	0,00	75,00	Grafiek II	CPT122333

18-12-2025 13:41:24



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding				
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 257,60	mm	
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 286,30	mm	
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 315,00	mm	
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 157,50	mm	
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 128,80	mm	
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 143,15	mm	
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 267.145.739,35	mm ⁴	
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 1.696.163,42	mm ³	
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 1.969,99	mm ⁴ /mm ¹	
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 137,28	mm ³ /mm ¹	
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 25.813,87	mm ²	
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,2465	N/mm ¹	

3. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding				
	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>		<i>Leiding in boorgat</i>	
Gewicht mediumleiding	g	= 0,2465 N/mm ¹	g	= 0,2465 N/mm ¹
Gewicht vulling	g _{vul}	= N.v.t. +	g _{vul}	= N.v.t. +
Totaal gewicht	g _{rol}	= 0,2465 N/mm ¹	g _{gat}	= 0,2465 N/mm ¹

4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds				
4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld				
Trekkracht T ₁ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T ₁ [N] (f = 1,4)	T ₁ [N] (f = 1)	
Starten met trekken	578,83	19.977	14.270	
Na intrekken van Tv4-Uittrede	540,65	18.660	13.328	
Na intrekken van Tv3-Tv4	470,84	16.250	11.607	
Na intrekken van Th2-Tv3	298,16	10.290	7.350	
Na intrekken van Th1-Th2	126,54	4.367	3.119	
Na intrekken van Tv2-Th1	109,59	3.782	2.702	
Na intrekken van Tv1-Tv2	39,78	1.373	981	
$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = f \cdot L \cdot 0,2465 \cdot 0,1$				

4.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld				
Spanningen σ _t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T ₁ [N] (f = 1,4)	σ _t [N/mm ²]		
Starten met trekken	19.977	0,77		
Na intrekken van Tv4-Uittrede	18.660	0,72		
Na intrekken van Tv3-Tv4	16.250	0,63		
Na intrekken van Th2-Tv3	10.290	0,40		
Na intrekken van Th1-Th2	4.367	0,17		
Na intrekken van Tv2-Th1	3.782	0,15		
Na intrekken van Tv1-Tv2	1.373	0,05		
$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{25.813,87}$				
			18-12-2025 13:41:25	

4.3 Berekening van de optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding op rollenbaan/maaiveld

$$M_b = f_{k,b} \cdot E \cdot \frac{I_b}{R_r}$$

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{267.145.739}{100.000} = 2.865.138,05 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{2.865.138,05}{1.696.163} = 1,69 \text{ N/mm}^2$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	0,77	1,87
Na intrekken van Tv4-Uittrede	0,72	1,82
Na intrekken van Tv3-Tv4	0,63	1,73
Na intrekken van Th2-Tv3	0,40	1,50
Na intrekken van Th1-Th2	0,17	1,27
Na intrekken van Tv2-Th1	0,15	1,24
Na intrekken van Tv1-Tv2	0,05	1,15

$$\sigma_a = \alpha_\sigma \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,69 + \sigma_t$$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{kd} = MRS = 10,00 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_a \leq \sigma_{kd} \rightarrow 1,87 \leq 10,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

5. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat**5.1 Berekening van de vereiste trekkracht T_2 en T_{3a} in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand**

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof.

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet.

Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 989,60 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,247 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_{m,i} \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 12 \cdot 315,00^2 \cdot \pi/4 = 0,935 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,689 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L_2 / L_b [m]	T_2 [N] ($f = 1,4$)	T_{3a} [N] ($f = 1,4$)	T_2 [N] ($f = 1$)	T_{3a} [N] ($f = 1$)
Na intrekken van Tv4-Uittrede	578,83	10.007	-	7.148	-
Na intrekken van Tv3-Tv4	540,65	-	28.304	-	20.217
Na intrekken van Th2-Tv3	470,84	73.563	-	52.545	-
Na intrekken van Th1-Th2	298,16	-	118.544	-	84.674
Na intrekken van Tv2-Th1	126,54	122.985	-	87.846	-
Na intrekken van Tv1-Tv2	109,59	-	141.283	-	100.916
Na intrekken van Intrede-Tv1	39,78	151.709	-	108.363	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L_2 \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_2 \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,689 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_b \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_b \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,689 \cdot 0,2)$

5.2 Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding λ en beddingsconstanten in de bochten k_v

Leidingdeel (Doorsnede)	E_{100} [N/mm ²]	q_n [kN/m ²]	$E_{100,norm}$ [N/mm ²]	ν [-]	I [mm ⁴]	m [-]	λ [mm ⁻¹]	k_v [N/mm ³]
Tv3-Tv4 ..	75,00	258,90	120,68	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Tv3-Tv4 ..	75,00	132,10	86,20	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Th1-Th2 ..	75,00	284,88	126,59	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Th1-Th2 ..	75,00	290,82	127,90	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Th1-Th2 ..	75,00	227,42	113,10	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Th1-Th2 ..	75,00	227,47	113,12	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Th1-Th2 ..	75,00	330,22	136,29	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Th1-Th2 ..	75,00	287,35	127,14	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Th1-Th2 ..	75,00	258,62	120,61	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Tv1-Tv2 ..	75,00	162,80	95,69	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Tv1-Tv2 ..	75,00	234,65	114,89	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Tv1-Tv2 ..	75,00	279,98	125,49	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171
Tv1-Tv2 ..	75,00	284,19	126,43	0,2989	1.207,2	0,86	0,00260	0,15171

$$E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0.5} \quad (\text{Zand/Leem/Grind}) \quad \text{of} \quad E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0.8} \quad (\text{Veen/Klei})$$

$$K = 1 - \sin(\varphi) \quad v = \frac{K}{1 + K}$$

$$I = \frac{\pi}{\lambda} \quad A = I \cdot b \quad b = \beta \cdot r_e = 120^\circ \cdot 157,5 = 329,87 \text{ mm}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_v}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$k_v = \frac{E_{100, \text{norm}}}{m \cdot (1 - v^2) \cdot \sqrt{A}} \quad (\text{m volgens tabel C.5 NEN3650-1 C.4.3.3c})$$

5.3 Berekening van de vereiste trekkkracht T_{3b} in verband met wrijving door grondreactie in de bochten

Leidingdeel (Doorsnede)	R_v [m]	R_h [m]	q_r [N/mm ²]	Q_r [N/mm ¹]	T_{3b} [N] ($f = 1,4$)	T_{3b} [N] ($f = 1$)
Tv3-Tv4 (Tv3)	250,00	-	0,0080	2,53	1.709	1.221
Tv3-Tv4 (Tv4)	250,00	-	0,0080	2,53	1.709	1.221
Th1-Th2 (Th1)	-	750,00	0,0027	0,84	570	407
Th1-Th2 (X3)	-	750,00	0,0027	0,84	570	407
Th1-Th2 (X4)	-	750,00	0,0027	0,84	570	407
Th1-Th2 (X5)	-	750,00	0,0027	0,84	570	407
Th1-Th2 (X6)	-	750,00	0,0027	0,84	570	407
Th1-Th2 (X7)	-	750,00	0,0027	0,84	570	407
Th1-Th2 (Th2)	-	750,00	0,0027	0,84	570	407
Tv1-Tv2 (Tv1)	250,00	-	0,0080	2,53	1.709	1.221
Tv1-Tv2 (X1)	250,00	-	0,0080	2,53	1.709	1.221
Tv1-Tv2 (X2)	250,00	-	0,0080	2,53	1.709	1.221
Tv1-Tv2 (Tv2)	250,00	-	0,0080	2,53	1.709	1.221

$$q_r = e^{(-\pi/4)} \cdot \sin(\pi/4) \cdot \frac{\lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot f_{r,0} \cdot R} = 0,322 \cdot \frac{\lambda^2 \cdot 975 \cdot 267.145.739,35}{315 \cdot 0,9 \cdot R}$$

$$Q_r = q_r \cdot D_o = q_r \cdot 315$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = f \cdot 4 \cdot \frac{q_r}{2} \cdot 315 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

5.4 Trekkkracht T_{bocht} tijdens verschillende stadia

Trekkkracht T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N] ($f = 1$)	T_2 / T_{3a} [N] ($f = 1$)	$T_{3b, \text{max}}$ [N] ($f = 1$)	ΣT_{3b} [N] ($f = 1$)	T_{bocht} [N]
Tv3-Tv4	11.607	20.217	1.221	1.221	33.045
Th1-Th2	3.119	84.674	407	1.627	89.421
Tv1-Tv2	981	100.916	1.221	2.848	104.745

$$T_{\text{bocht}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + \Sigma T_{3b}$$

5.5 Berekening van de wrijving door bochtcracht T_{3c}

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N] ($f = 1,4$)	T_{3c} [N] ($f = 1$)
Tv3-Tv4	8,00	33.045	2.575	1.840
Th1-Th2	6,56	89.421	5.717	4.083
Tv1-Tv2	8,00	104.745	8.163	5.831

$$T_{3c} = f \cdot L_B \cdot g_t \cdot f_3$$

$$L_B = 2 \cdot R \cdot 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360}$$

$$g_t = \frac{2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha)}{L_B}$$

$$T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.6 Totalisatie van de trekkraften in fase II

Wanneer een totaalfactor van $f=1,4$ wordt toegepast gelden de volgende waarden voor de trekkraften.

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van Tv4-Uittrede	18.660	10.007	-	-	-	28.666	2,87
Na intrekken van Tv3-Tv4	16.250	-	28.304	1.709	2.575	48.839	4,88
Na intrekken van Th2-Tv3	10.290	73.563	-	1.709	2.575	88.138	8,81
Na intrekken van Th1-Th2	4.367	-	118.544	2.278	8.292	133.482	13,35
Na intrekken van Tv2-Th1	3.782	122.985	-	2.278	8.292	137.338	13,73
Na intrekken van Tv1-Tv2	1.373	-	141.283	3.987	16.456	163.098	16,31
Na intrekken van Intrede-Tv1	0	151.709	-	3.987	16.456	172.152	17,22

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + \Sigma T_{3b} + \Sigma T_{3c}$$

5.7 Karakteristieke waarden van de benodigde trekkrachten in fase II

Wanneer geen totaalfactor wordt toegepast ($f = 1$), gelden de volgende karakteristieke waarden voor de trekkrachten.

Trekkracht T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van Tv4-Uittrede	13.328	7.148	-	-	-	20.476	2,05
Na intrekken van Tv3-Tv4	11.607	-	20.217	1.221	1.840	34.885	3,49
Na intrekken van Th2-Tv3	7.350	52.545	-	1.221	1.840	62.956	6,30
Na intrekken van Th1-Th2	3.119	-	84.674	1.627	5.923	95.344	9,53
Na intrekken van Tv2-Th1	2.702	87.846	-	1.627	5.923	98.099	9,81
Na intrekken van Tv1-Tv2	981	-	100.916	2.848	11.754	116.499	11,65
Na intrekken van Intrede-Tv1	0	108.363	-	2.848	11.754	122.965	12,30

De maximale karakteristieke waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt **122.965 N ($\approx 12,30$ ton)**.

Volgens de richtlijnen van de Drilling Contractors Association (DCA-Europe) wordt een boormachine geadviseerd met een trekkracht van minimaal 2 tot 3 keer deze maximale waarde. De aannemers moet bij zijn keuze van de boormachine uiteraard ook uitgaan van o.a. zijn ervaringen met HDD's én zijn kennis van het gebied.

5.8 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten in fase II

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
Na intrekken van Tv4-Uittrede	28.666	1,11
Na intrekken van Tv3-Tv4	48.839	1,89
Na intrekken van Th2-Tv3	88.138	3,41
Na intrekken van Th1-Th2	133.482	5,17
Na intrekken van Tv2-Th1	137.338	5,32
Na intrekken van Tv1-Tv2	163.098	6,32
Na intrekken van Intrede-Tv1	172.152	6,67

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{25.813,87}$$

5.9 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat

Trekkkracht T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	R [m]	M_b [Nmm]	σ_b [N/mm ²]
Tv3-Tv4	250,00	1.620.684,15	0,96
Th1-Th2	750,00	540.228,05	0,32
Tv1-Tv2	250,00	1.620.684,15	0,96

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,o} \cdot R} = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{267.145.739,35}{0,9 \cdot R}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{M_b}{1.696.163,42}$$

5.10 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van Tv4-Uittrede	28.666	1,11	-	1,11
Na intrekken van Tv3-Tv4	48.839	1,89	0,96	2,51
Na intrekken van Th2-Tv3	88.138	3,41	-	3,41
Na intrekken van Th1-Th2	133.482	5,17	0,32	5,38
Na intrekken van Tv2-Th1	137.338	5,32	-	5,32
Na intrekken van Tv1-Tv2	163.098	6,32	0,96	6,94
Na intrekken van Intrede-Tv1	172.152	6,67	-	6,67

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{25.813,87} = \sigma_t$$

$$\text{Gebogen delen: } \sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot \sigma_b + \sigma_t$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_a \leq \sigma_{kd} \rightarrow 6,94 \leq 10,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase

6.1 Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk

Leiding is drukloos:

$\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

$f_{rr} = 1,00$

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_n [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
Tv1	11,53	3,12	Zand	52,81	109,99	162,80	51,28
X1	17,33	2,50	Zand	40,55	194,10	234,65	73,91
X2	20,38	3,33	Zand	56,81	223,17	279,98	88,19
Tv2	20,94	2,85	Zand	47,35	236,85	284,19	89,52
Th1	20,98	2,88	Zand	48,04	236,85	284,88	89,74
X3	21,11	3,02	Zand	53,77	237,04	290,82	91,61
X4	17,36	0,00	Zand	0,00	401,02	227,42	71,64
X5	17,36	0,00	Zand	0,00	401,11	227,47	71,65
X6	23,10	5,01	Zand	93,17	237,04	330,22	104,02
X7	20,94	2,84	Zand	50,30	237,04	287,35	90,51
Th2	19,44	1,34	Zand	21,57	237,04	258,62	81,46
X8	17,21	0,00	Zand	0,04	225,39	225,43	71,01
X9	17,13	0,00	Zand	0,04	224,34	224,38	70,68
X10	20,95	2,85	Zand	53,58	236,85	290,42	91,48
X11	23,21	5,11	Zand	98,31	236,85	335,16	105,57
X12	20,04	1,95	Zand	35,66	236,85	272,50	85,84
Tv3	19,34	1,25	Zand	22,06	236,85	258,90	81,55
Tv4	9,66	1,25	Zand	22,02	110,09	132,10	41,61

$$q_{droog} = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$$

$$q_{nat} = \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$Q_n = q_n \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot 315$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeersbelasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
Tv1	11,53	Grafiek II	1,37	0,43
X1	17,33	Grafiek II	0,73	0,23
X2	20,38	Grafiek II	0,55	0,17
Tv2	20,94	Grafiek II	0,53	0,17
Th1	20,98	Grafiek II	0,53	0,17
X3	21,11	Grafiek II	0,52	0,16
X4	17,36	Grafiek II	0,73	0,23
X5	17,36	Grafiek II	0,73	0,23
X6	23,10	Grafiek II	0,44	0,14
X7	20,94	Grafiek II	0,53	0,17
Th2	19,44	Grafiek II	0,60	0,19
X8	17,21	Grafiek II	0,74	0,23
X9	17,13	Grafiek II	0,74	0,23
X10	20,95	Grafiek II	0,53	0,17
X11	23,21	Grafiek II	0,44	0,14
X12	20,04	Grafiek II	0,57	0,18
Tv3	19,34	Grafiek II	0,61	0,19
Tv4	9,66	Grafiek II	1,75	0,55

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 315$$

7. Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
Tv1	✓	51,28	0,43	51,71	630,65 ⁽¹⁾	4,59
X1	✓	73,91	0,23	74,14	904,19 ⁽¹⁾	6,59
X2	✓	88,19	0,17	88,37	1.077,66 ⁽¹⁾	7,85
Tv2	✓	89,52	0,17	89,69	1.093,74 ⁽¹⁾	7,97
Th1	✓	89,74	0,17	89,90	1.096,39 ⁽¹⁾	7,99
X3	✓	91,61	0,16	91,77	1.119,16 ⁽¹⁾	8,15
X4	✓	71,64	0,23	71,87	876,42 ⁽¹⁾	6,38
X5	✓	71,65	0,23	71,88	876,61 ⁽¹⁾	6,39
X6	✓	104,02	0,14	104,16	1.270,22 ⁽¹⁾	9,25
X7	✓	90,51	0,17	90,68	1.105,86 ⁽¹⁾	8,06
Th2	✓	81,46	0,19	81,65	995,78 ⁽¹⁾	7,25
X8	✓	71,01	0,23	71,24	868,81 ⁽¹⁾	6,33
X9	✓	70,68	0,23	70,91	864,81 ⁽¹⁾	6,30
X10	✓	91,48	0,17	91,65	1.117,67 ⁽¹⁾	8,14
X11	✓	105,57	0,14	105,71	1.289,18 ⁽¹⁾	9,39
X12	✓	85,84	0,18	86,02	1.048,99 ⁽¹⁾	7,64
Tv3	✓	81,55	0,19	81,74	996,89 ⁽¹⁾	7,26
Tv4	✓	41,61	0,55	42,17	514,21 ⁽¹⁾	3,75

Indien horizontale steundruk: $M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$ (1)

$$M_q = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 143,15 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 143,15$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{137,28}$$

8. Optredende spanning σ_{qr} tgv. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
Tv1	250,00	0,0080	0,24
X1	250,00	0,0080	0,24
X2	250,00	0,0080	0,24
Tv2	250,00	0,0080	0,24
Th1	750,00	0,0027	0,080
X3	750,00	0,0027	0,080
X4	750,00	0,0027	0,080
X5	750,00	0,0027	0,080
X6	750,00	0,0027	0,080
X7	750,00	0,0027	0,080
Th2	750,00	0,0027	0,080
Tv3	250,00	0,0080	0,24
Tv4	250,00	0,0080	0,24

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot q_r \cdot 315 \cdot \frac{157,50}{137,28}$$

9. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = 0 \text{ N/mm}^2$$

10. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{1.969,99}{286,3^3} = 0,0818 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{81,85 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m²**

11. Toetsing op implosie (bedrijfsfase): berekening van de alzijdige overdruk

Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot l_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 1.969,99}{286,30^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **27,98** m grondwater boven de leiding

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld H [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld GWS [m]	Grondwater boven de leiding H _n [m]
Tv1	11,53	3,12	8,41
X1	17,33	2,50	14,83
X2	20,38	3,33	17,05
Tv2	20,94	2,85	18,10
Th1	20,98	2,88	18,10
X3	21,11	3,02	18,10
X4	17,36	0,00	17,37
X5	17,36	0,00	17,37
X6	23,10	5,01	18,10
X7	20,94	2,84	18,10
Th2	19,44	1,34	18,10
X8	17,21	0,00	17,21
X9	17,13	0,00	17,13
X10	20,95	2,85	18,10
X11	23,21	5,11	18,10
X12	20,04	1,95	18,10
Tv3	19,34	1,25	18,10
Tv4	9,66	1,25	8,41

$H_n < p_{o,lang} \rightarrow 18,10 < 27,98 \rightarrow \text{Voldoet}$

12. Berekening van het totaal aan optredende spanningen*12.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding*

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
Tv1	4,59	0,24	0,65	3,14
X1	6,59	0,24	0,65	4,44
X2	7,85	0,24	0,65	5,26
Tv2	7,97	0,24	0,65	5,34
Th1	7,99	0,080	0,65	5,24
X3	8,15	0,080	0,65	5,35
X4	6,38	0,080	0,65	4,20
X5	6,39	0,080	0,65	4,20
X6	9,25	0,080	0,65	6,07
X7	8,06	0,080	0,65	5,29
Th2	7,25	0,080	0,65	4,77
X8	6,33	-	0,65	4,11
X9	6,30	-	0,65	4,09
X10	8,14	-	0,65	5,29
X11	9,39	-	0,65	6,10
X12	7,64	-	0,65	4,97
Tv3	7,26	0,24	0,65	4,88
Tv4	3,75	0,24	0,65	2,59

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$

Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8,00$ N/mm²

$\sigma_{y2} \leq \sigma_{ld} \rightarrow 6,10 \leq 8,00 \rightarrow$ Voldoet

12.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
Tv1	0,00	0,00	0,96	0,65	0,62
X1	0,00	0,00	0,96	0,65	0,62
X2	0,00	0,00	0,96	0,65	0,62
Tv2	0,00	0,00	0,96	0,65	0,62
Th1	0,00	0,00	0,32	0,65	0,21
X3	0,00	0,00	0,32	0,65	0,21
X4	0,00	0,00	0,32	0,65	0,21
X5	0,00	0,00	0,32	0,65	0,21
X6	0,00	0,00	0,32	0,65	0,21
X7	0,00	0,00	0,32	0,65	0,21
Th2	0,00	0,00	0,32	0,65	0,21
X8	0,00	0,00	-	-	0,00
X9	0,00	0,00	-	-	0,00
X10	0,00	0,00	-	-	0,00
X11	0,00	0,00	-	-	0,00
X12	0,00	0,00	-	-	0,00
Tv3	0,00	0,00	0,96	0,65	0,62
Tv4	0,00	0,00	0,96	0,65	0,62

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_b$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8,00$ N/mm² $\sigma_x \leq \sigma_{ld} \rightarrow 0,62 \leq 8,00 \rightarrow$ Voldoet

13. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ¹]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
Tv1	51,28	0,43	2,53	10,63	3,71
X1	73,91	0,23	2,53	15,27	5,33
X2	88,19	0,17	2,53	18,21	6,36
Tv2	89,52	0,17	2,53	18,49	6,46
Th1	89,74	0,17	0,84	18,53	6,47
X3	91,61	0,16	0,84	18,92	6,61
X4	71,64	0,23	0,84	14,80	5,17
X5	71,65	0,23	0,84	14,81	5,17
X6	104,02	0,14	0,84	21,47	7,50
X7	90,51	0,17	0,84	18,69	6,53
Th2	81,46	0,19	0,84	16,83	5,88
X8	71,01	0,23	-	14,67	5,13
X9	70,68	0,23	-	14,61	5,10
X10	91,48	0,17	-	18,89	6,60
X11	105,57	0,14	-	21,79	7,61
X12	85,84	0,18	-	17,73	6,19
Tv3	81,55	0,19	2,53	16,85	5,88
Tv4	41,61	0,55	2,53	8,64	3,02

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 143,15^3}{350 \cdot 1.969,99}$$

Toelaatbare deflectie: $\delta_{Y,max} = 8,00\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 286,30 = \mathbf{22,90}$ mm

$\delta_Y \leq \delta_{Y,max} \rightarrow 21,79 \leq 22,90 \rightarrow$ Voldoet

14. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	$E_{100,\text{norm}}$ [MN/m ²]
Tv1	11,53	119,95	51,15	85,55	134,62	95,69
X1	17,33	168,19	71,72	119,95	188,76	114,89
X2	20,38	201,80	86,05	143,92	226,48	125,49
Tv2	20,94	203,46	86,76	145,11	228,35	126,43
Th1	20,98	204,04	87,01	145,52	228,99	126,59
X3	21,11	208,94	89,10	149,02	234,49	127,90
X4	17,36	157,82	67,30	112,56	177,12	113,10
X5	17,36	157,86	67,31	112,59	177,16	113,12
X6	23,10	241,50	102,98	172,24	271,04	136,29
X7	20,94	206,07	87,87	146,97	231,27	127,14
Th2	19,44	182,33	77,75	130,04	204,63	120,61
X8	17,21	156,44	66,71	111,58	175,58	112,61
X9	17,13	155,72	66,40	111,06	174,76	112,35
X10	20,95	208,61	88,96	148,79	234,13	127,81
X11	23,21	245,58	104,72	175,15	275,62	137,30
X12	20,04	193,80	82,64	138,22	217,50	123,81
Tv3	19,34	182,56	77,85	130,21	204,89	120,68
Tv4	9,66	94,58	40,33	67,45	106,15	86,20

$$\sigma_{\text{vert}} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$\sigma_{\text{hor}} = \sigma_{\text{vert}} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{\text{vert}} + \sigma_{\text{hor}}}{2}$$

$$p'_f = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$E_{100,\text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m \quad (\text{Zand/Leem/Grind} \rightarrow m = 0,5; \text{Veen/Klei} \rightarrow m = 0,8)$$

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	v [-]	p _{lim} [N/mm ²]	90% p _{lim} [bar] 1
Tv1	36,84	0,0013	0,0841	0,2989	1,59	14,29
X1	44,22	0,0016	0,1483	0,2989	2,14	19,27
X2	48,31	0,0017	0,1705	0,2989	2,48	22,33
Tv2	48,67	0,0017	0,1810	0,2989	2,51	22,59
Th1	48,73	0,0017	0,1810	0,2989	2,52	22,64
X3	49,23	0,0017	0,1810	0,2989	2,56	23,04
X4	43,54	0,0015	0,1737	0,2989	2,08	18,69
X5	43,54	0,0015	0,1737	0,2989	2,08	18,69
X6	52,46	0,0019	0,1810	0,2989	2,85	25,65
X7	48,94	0,0017	0,1810	0,2989	2,53	22,80
Th2	46,43	0,0016	0,1810	0,2989	2,32	20,84
X8	43,35	0,0015	0,1721	0,2989	2,06	18,55
X9	43,24	0,0015	0,1713	0,2989	2,05	18,48
X10	49,20	0,0017	0,1810	0,2989	2,56	23,01
X11	52,85	0,0019	0,1810	0,2989	2,89	25,97
X12	47,66	0,0017	0,1810	0,2989	2,42	21,80
Tv3	46,45	0,0016	0,1810	0,2989	2,32	20,86
Tv4	33,18	0,0012	0,0841	0,2989	1,33	11,96

$$G = \frac{E_{100, \text{norm}}}{2 \cdot (1 + v)}$$

$$Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$K = 1 - \sin(\varphi)$$

$$v = \frac{K}{1 + K}$$

$$p_{\text{lim}} = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

14.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$R_{p,min}$ [m]	Δh_{in} [m]	ρ_{max} [N/mm ²]	ρ_{max} [bar] 2	ρ_{min} [N/mm ²]	ρ_{min} [bar] 3
Tv1	1,08	0,04	10,96	0,71	7,12	0,14	1,38
X1	1,00	0,03	17,38	0,98	9,80	0,22	2,20
X2	0,96	0,03	19,60	1,13	11,35	0,25	2,50
Tv2	0,96	0,03	20,65	1,15	11,53	0,27	2,67
Th1	0,96	0,03	20,65	1,15	11,55	0,27	2,70
X3	0,95	0,04	20,65	1,17	11,73	0,28	2,81
X4	1,03	0,07	20,65	0,97	9,68	0,28	2,84
X5	1,03	0,07	20,65	0,97	9,68	0,28	2,85
X6	0,91	0,04	20,65	1,29	12,95	0,29	2,88
X7	0,95	0,05	20,65	1,16	11,63	0,30	2,97
Th2	0,99	0,06	20,65	1,07	10,72	0,30	2,99
X8	1,03	0,08	20,65	0,96	9,60	0,30	3,01
X9	1,03	0,09	20,65	0,96	9,57	0,31	3,07
X10	0,95	0,06	20,65	1,17	11,72	0,31	3,11
X11	0,91	0,05	20,65	1,31	13,10	0,32	3,21
X12	0,97	0,07	20,65	1,12	11,16	0,32	3,24
Tv3	0,99	0,08	20,65	1,07	10,73	0,33	3,29
Tv4	1,16	0,18	10,96	0,60	6,04	0,22	2,24

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$R_o = \frac{D_p}{2} = \frac{250}{2} = 125 \text{ mm}$$

$$\rho_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1+\sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$v_{m,p} = \frac{Q_{m,p}}{A_p} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (250^2 - 169^2)} = 0,313 \text{ m/s}$$

$$\rho_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_p \cdot v_{m,p}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,p}}{(D_p - D_b)} \right) \cdot L + \rho_{m,p} \cdot \Delta h_{in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,009 \cdot 0,313}{(250 - 169)^2} + \frac{13,4}{(250 - 169)} \right) \cdot L + 12 \cdot \Delta h_{in}$$

$$R_{p,min} = R_o / \sqrt{\frac{p'_f + c \cdot \cot(\varphi)}{\rho_{min} + u + c \cdot \cot(\varphi)} \cdot \frac{(1+\sin(\varphi)) \cdot \csc(\varphi)}{1} - Q}$$

14.2 Tijdens ruimgang

Locatie	R _{p,max} [m]	R _{p,min} [m]	Δh _{uit} [m]	ρ _{max} [N/mm ²]	P _{max} [bar] 4	P _{min} [N/mm ²]	P _{min} [bar] 5
Tv4	1,90	0,06	10,52	0,60	6,04	0,13 ⁽¹⁾	1,28
Tv3	1,62	0,04	20,21	1,07	10,73	0,25 ⁽¹⁾	2,48
X12	1,59	0,04	20,21	1,12	11,16	0,25 ⁽¹⁾	2,50
X11	1,49	0,03	20,21	1,31	13,10	0,25 ⁽¹⁾	2,51
X10	1,56	0,04	20,21	1,17	11,72	0,25 ⁽¹⁾	2,54
X9	1,69	0,08	20,21	0,96	9,57	0,26 ⁽¹⁾	2,56
X8	1,69	0,08	20,21	0,96	9,60	0,26 ⁽¹⁾	2,57
Th2	1,62	0,05	20,21	1,07	10,72	0,26 ⁽¹⁾	2,58
X7	1,56	0,05	20,21	1,16	11,63	0,26 ⁽¹⁾	2,59
X6	1,49	0,04	20,21	1,29	12,95	0,26 ⁽¹⁾	2,62
X5	1,68	0,08	20,21	0,97	9,68	0,26 ⁽¹⁾	2,63
X4	1,68	0,08	20,21	0,97	9,68	0,26 ⁽¹⁾	2,63
X3	1,56	0,05	20,21	1,17	11,73	0,26 ⁽¹⁾	2,64
Th1	1,57	0,05	20,21	1,15	11,55	0,27 ⁽¹⁾	2,68
Tv2	1,57	0,05	20,21	1,15	11,53	0,27 ⁽²⁾	2,67
X2	1,57	0,05	19,16	1,13	11,35	0,25 ⁽²⁾	2,50
X1	1,64	0,06	16,94	0,98	9,80	0,22 ⁽²⁾	2,21
Tv1	1,78	0,06	10,52	0,71	7,12	0,14 ⁽²⁾	1,39

$$R_o = \frac{D_{g,r}}{2} = \frac{410}{2} = 205 \text{ mm}$$

$$v_{m,r,uit} = \frac{Q_{m,r}}{A_r} = \frac{800}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_b^2)} = \frac{800}{1/4 \cdot \pi \cdot (410^2 - 169^2)} = 0,122 \text{ m/s}$$

$$v_{m,r,in} = \frac{Q_{m,r}}{A_p} = \frac{800}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{800}{1/4 \cdot \pi \cdot (250^2 - 169^2)} = 0,500 \text{ m/s}$$

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r,uit}}{(D_{g,r} - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,r}}{(D_{g,r} - D_b)} \right) \cdot (L_{tot} - L) + \rho_{m,r} \cdot \Delta h_{uit}$$

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot 0,009 \cdot 0,122}{(410 - 169)^2} + \frac{13,4}{(410 - 169)} \right) \cdot (578,83 - L) + 12 \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r,in}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,r}}{(D_p - D_b)} \right) \cdot L + \rho_{m,r} \cdot \Delta h_{in}$$

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,009 \cdot 0,500}{(250 - 169)^2} + \frac{13,4}{(250 - 169)} \right) \cdot L + 12 \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

14.3 Tijdens intrekken

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$R_{p,min}$ [m]	Δh_{uit} [m]	ρ_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 6	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 7
Tv4	1,90	0,07	10,52	0,60	6,04	0,13 ⁽¹⁾	1,32
Tv3	1,62	0,05	20,21	1,07	10,73	0,26 ⁽¹⁾	2,58
X12	1,59	0,05	20,21	1,12	11,16	0,26 ⁽¹⁾	2,62
X11	1,49	0,04	20,21	1,31	13,10	0,26 ⁽¹⁾	2,65
X10	1,56	0,05	20,21	1,17	11,72	0,27 ⁽²⁾	2,69
X9	1,69	0,09	20,21	0,96	9,57	0,27 ⁽²⁾	2,67
X8	1,69	0,09	20,21	0,96	9,60	0,27 ⁽²⁾	2,66
Th2	1,62	0,06	20,21	1,07	10,72	0,26 ⁽²⁾	2,65
X7	1,56	0,05	20,21	1,16	11,63	0,26 ⁽²⁾	2,64
X6	1,49	0,04	20,21	1,29	12,95	0,26 ⁽²⁾	2,61
X5	1,68	0,08	20,21	0,97	9,68	0,26 ⁽²⁾	2,60
X4	1,68	0,08	20,21	0,97	9,68	0,26 ⁽²⁾	2,60
X3	1,56	0,05	20,21	1,17	11,73	0,26 ⁽²⁾	2,59
Th1	1,57	0,04	20,21	1,15	11,55	0,25 ⁽²⁾	2,55
Tv2	1,57	0,04	20,21	1,15	11,53	0,25 ⁽²⁾	2,54
X2	1,57	0,04	19,16	1,13	11,35	0,24 ⁽²⁾	2,40
X1	1,64	0,05	16,94	0,98	9,80	0,21 ⁽²⁾	2,13
Tv1	1,78	0,05	10,52	0,71	7,12	0,13 ⁽²⁾	1,34

$$R_o = \frac{D_{g,r}}{2} = \frac{410}{2} = 205 \text{ mm}$$

$$v_{m,i,uit} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{700}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_o^2)} = \frac{700}{1/4 \cdot \pi \cdot (410^2 - 315^2)} = 0,216 \text{ m/s}$$

$$v_{m,i,in} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{700}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_b^2)} = \frac{700}{1/4 \cdot \pi \cdot (410^2 - 169^2)} = 0,106 \text{ m/s}$$

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_i \cdot v_{m,i,uit}}{(D_{g,r} - D_o)^2} + \frac{\tau_{y,i}}{(D_{g,r} - D_o)} \right) \cdot (L_{tot} - L) + \rho_{m,i} \cdot \Delta h_{uit}$$

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot 0,009 \cdot 0,216}{(410 - 315)^2} + \frac{13,4}{(410 - 315)} \right) \cdot (578,83 - L) + 12 \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_i \cdot v_{m,i,in}}{(D_{g,r} - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,i}}{(D_{g,r} - D_b)} \right) \cdot L + \rho_{m,i} \cdot \Delta h_{in}$$

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,009 \cdot 0,106}{(410 - 169)^2} + \frac{13,4}{(410 - 169)} \right) \cdot L + 12 \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

15. Toetsing op implosie tijdens intrekken leiding(en)

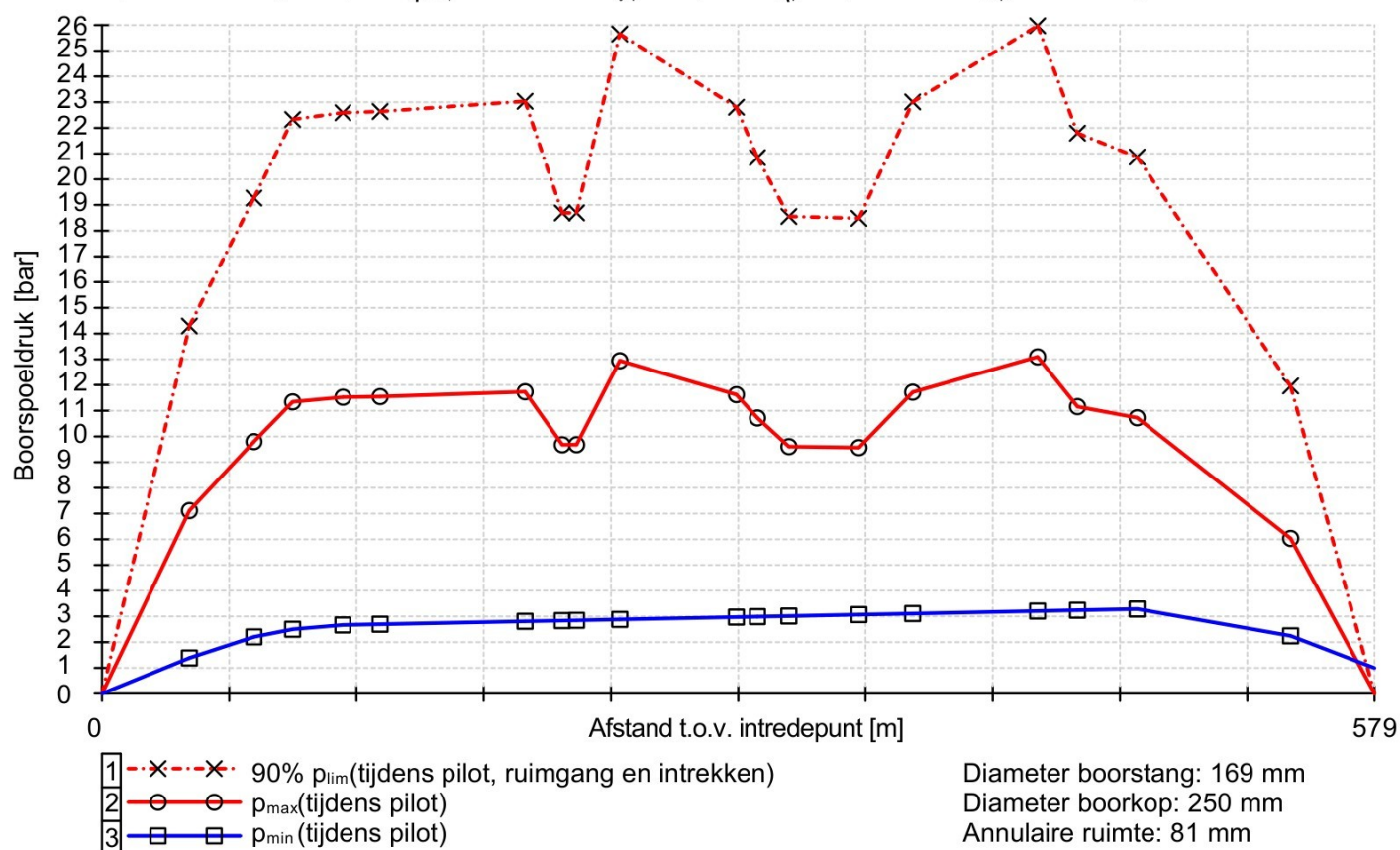
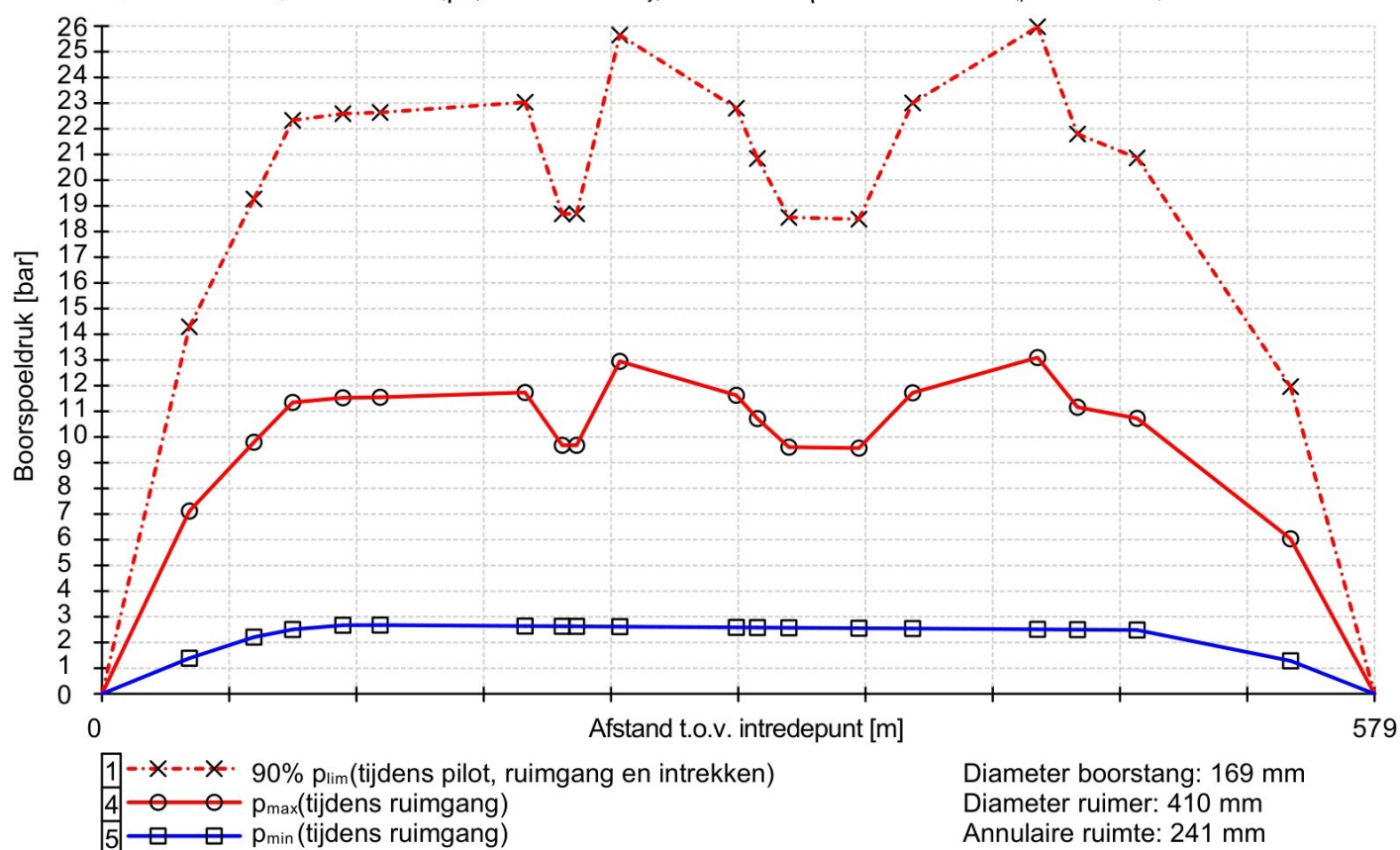
Locatie	p_{\min} [N/mm ²]	$p_{o,kort}$ [N/mm ²]
Tv4	0,13	1,56
Tv3	0,26	1,56
X12	0,26	1,56
X11	0,26	1,56
X10	0,27	1,56
X9	0,27	1,56
X8	0,27	1,56
Th2	0,26	1,56
X7	0,26	1,56
X6	0,26	1,56
X5	0,26	1,56
X4	0,26	1,56
X3	0,26	1,56
Th1	0,25	1,56
Tv2	0,25	1,56
X2	0,24	1,56
X1	0,21	1,56
Tv1	0,13	1,56

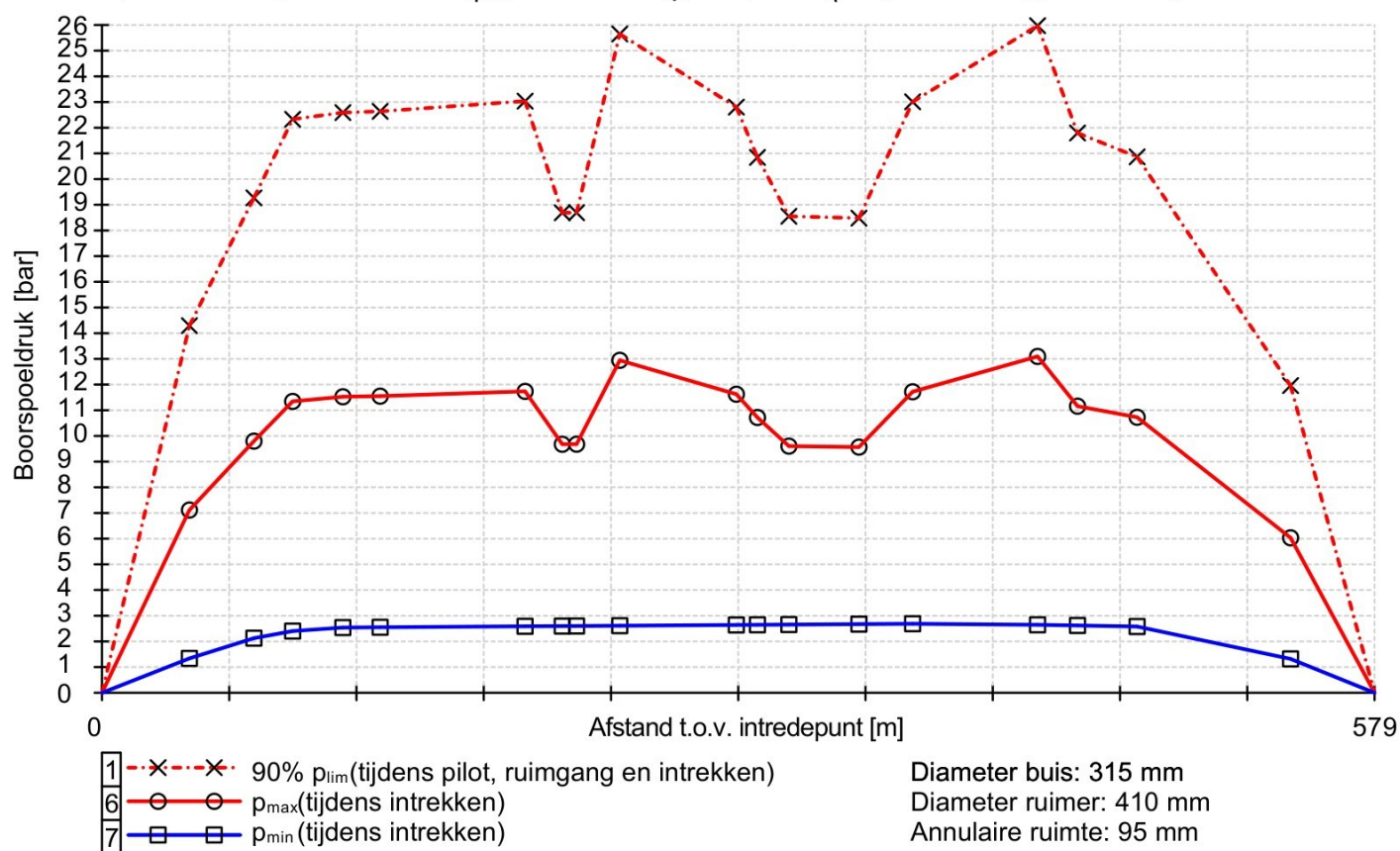
Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E_{\tan} \cdot l_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 1.969,99}{286,30^3} = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{\min} \leq p_{o,kort} \rightarrow 0,27 \leq 1,56 \rightarrow \text{Voldoet}$$

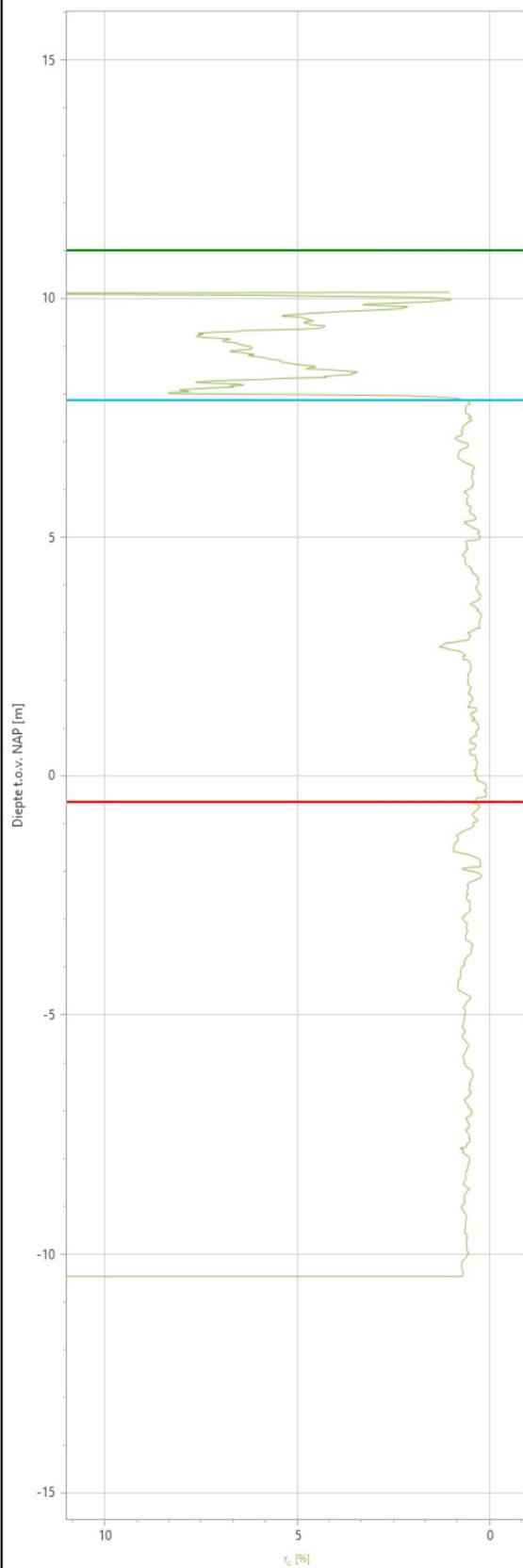
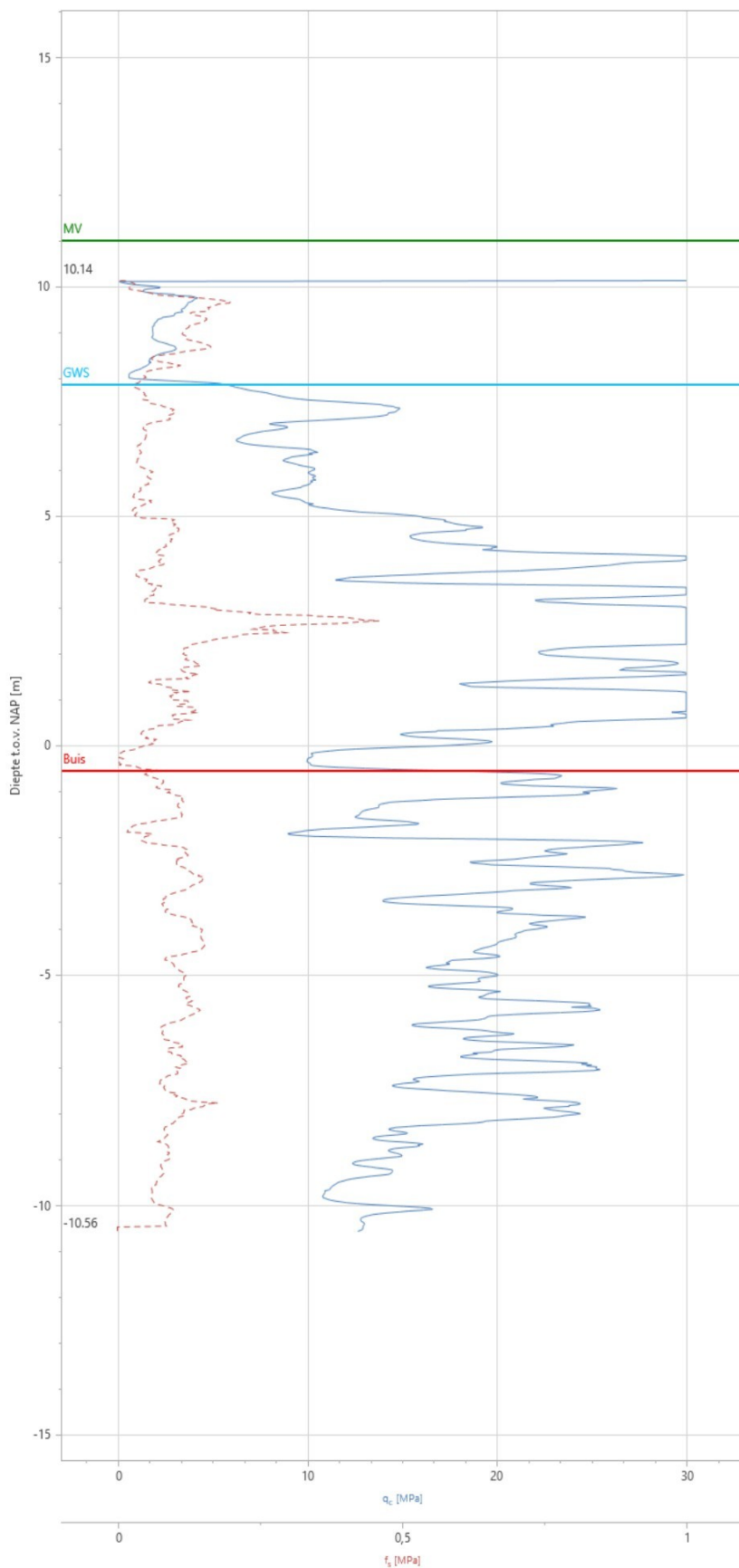
16.1 Boorspoeldrukken tijdens pilot ($\rho_{m,p} = 12 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,p} = 13,4 \text{ Pa}$ / $\eta_p = 0,009 \text{ Pas}$ / $Q_{m,p} = 500 \text{ l/min}$)16.2 Boorspoeldrukken tijdens ruimen ($\rho_{m,r} = 12 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,r} = 13,4 \text{ Pa}$ / $\eta_r = 0,009 \text{ Pas}$ / $Q_{m,p} = 800 \text{ l/min}$)

16.3 Boorspoeldrukken tijdens intrekken ($\rho_{m,i} = 12 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,i} = 13,4 \text{ Pa}$ / $\eta_i = 0,009 \text{ Pas}$ / $Q_{m,i} = 700 \text{ l/min}$)

CPT000000166594

Naam van het project : 2500461E VIA15, N810

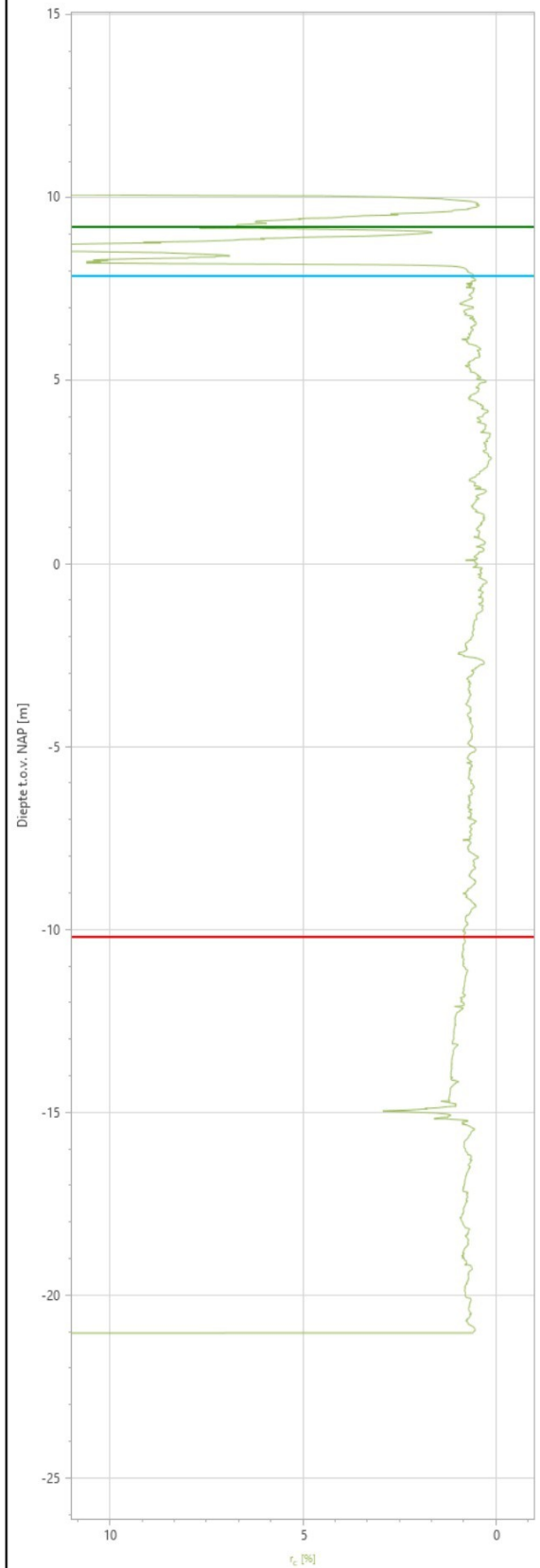
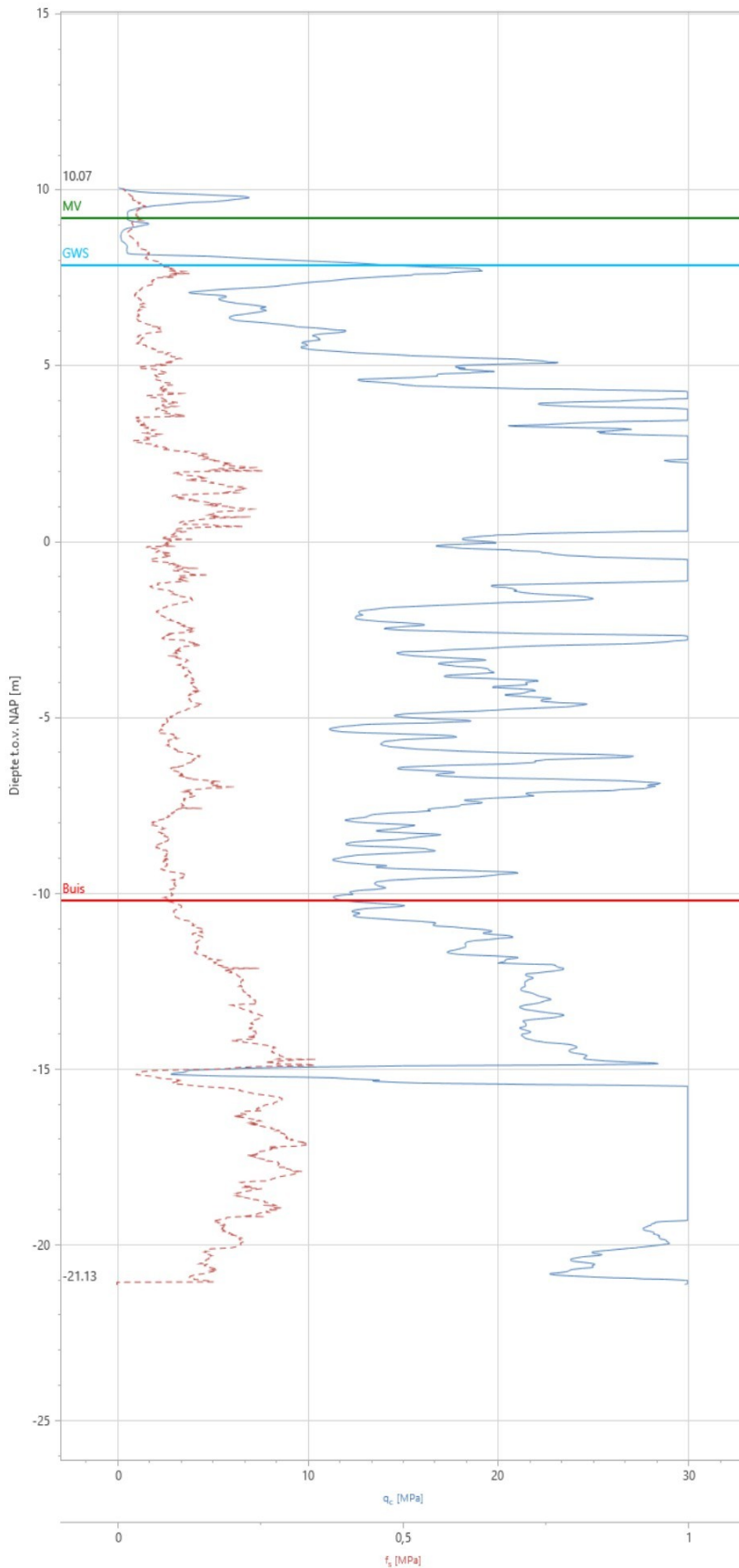
Projectonderdeel : HDD01



CPT000000165489

Naam van het project : 2500461E VIA15, N810

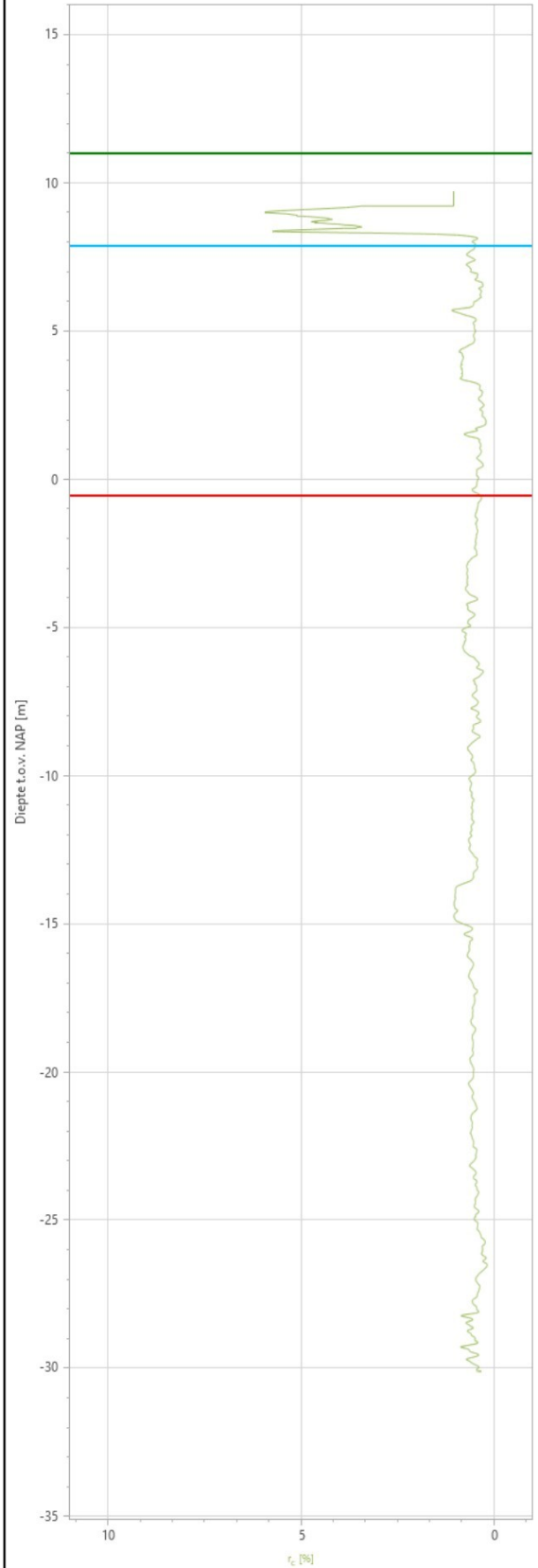
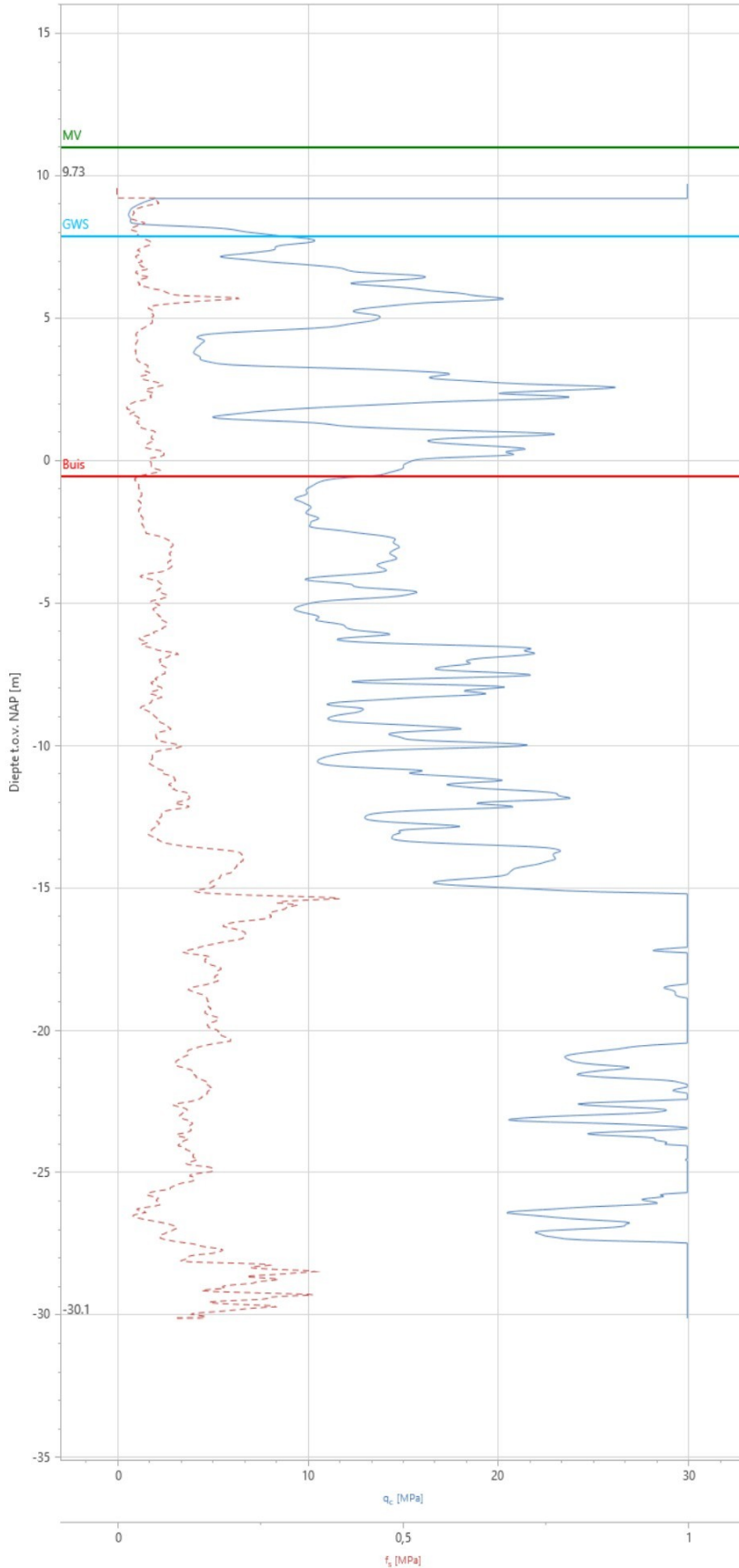
Projectonderdeel : HDD01



CPT000000122333

Naam van het project : 2500461E VIA15, N810

Projectonderdeel : HDD01



BIJLAGE E SPECIFICATIES MATERIEEL

PD80/43 – 80 ton HDD Drilling Rig

CKB S-C



80-ton drilling rig

Dimensions & Weight

- Transport (largest unit)	:	10 x 2,5 x 4 m
- During operation	:	ca. 1000 m ²
- HDD Drilling unit + HPP	:	27000 kg

HDD Drilling rig

- Max. torque	:	43 kNm
- Max. rod length	:	5,5 m
- Thrust / Pull back force	:	800 / 800 kN
- Angle of departure (to ground level)	:	10 - 20°

Rig Anchor

- Thrust & Pull	:	Sheet pilling
-----------------	---	---------------

Mud Plant

- Mixer type	:	M2002
Capacity	:	120 m ³ /uur
- Recycling unit	:	RS20 E
Capacity	:	5500 l/min
- High pressure pump	:	P2000
Max. Flow / Max. Pressure	:	2000 l/min / 70 bar

Down hole tools

- Drill pipes	:	4½IF NC50 S135 x 5m
- Min. radius standard / steering tool	:	R = 100 m ¹ / R = 220 m ¹
- Drill head type	:	bend sub + roller cone
- Diameter drillbit pilot drilling	:	approx. 200 mm ¹

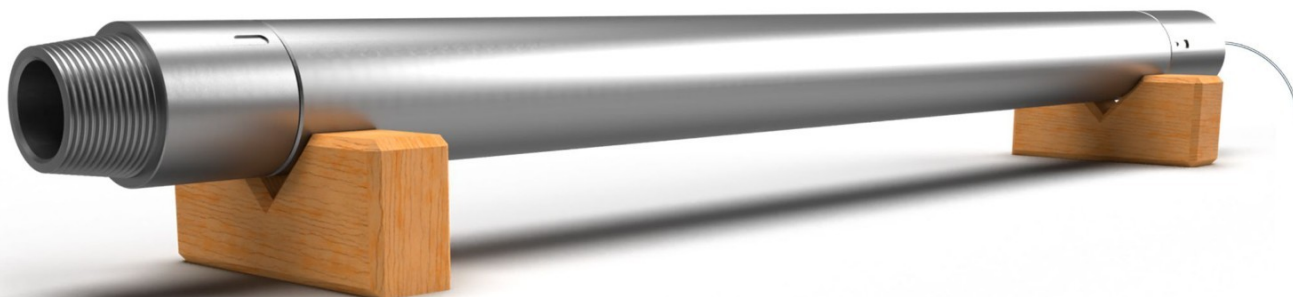
Display of parameters at the rig and in logbooks:

- Thrust / Pullback force	:	kN
- Torque	:	kNm
- Mud pressure (measurement at Rig related to calculations minus friction loss of approx. 0.1 to 0.3 bar	:	bar
- Mud flow	:	l/min
- Drill pipe length drilling rods	:	m

BIJLAGE F SPECIFICATIES PLAATSBEPALINGSSYSTEMEN



Drillguide GST



6-5/8" - 170 mm Gyro Steering Tool specifications

Tool OD	6-5/8" – 170 mm
Tool length (shoulder/shoulder)	8,7' – 267 cm
Thread connection pin/box	4-1/2" IF
Recommended make-up torque	4-1/2" IF 24,000 ftlb – 32 kNm
	4-1/2" REG 21,000 ftlb – 28 kNm
	GST collar 22,000 ftlb – 30kNm
Sensor(s) Accuracy	Azimuth 0.04° / Pitch 0.01° / Toolface 0.02°
Shoulder to sensor distance	27,5" – 70 cm
Net weight	660 lbs – 300 kg
Hole/drill bit size	7-7/8" / 10-5/8" – 200 - 250 mm
Minimum bending radius	490' – 150 mtr
Maximum flow rate	450 gl/min – 1700 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	1150 psi – 8000 kPa – 80 bar
Inner mud pressure sensor range	0 to 2175 psi – 0 to 15000 kPa – 0 to 150 bar
Maximum allowed torque (on tool housing)	22,000 ftlb – 30 kNm
Maximum allowed push/pull (on tool housing)	75.000 lb – 35 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	10 to 8 AWG – 6 or 10 mm ²

Browline tools

Methodeverklaring

Dit document beschrijft de procedure voor het gebruik van Browline tools, waaronder het Drillguide Gyro Steering Tool-systeem en GPS track om de richting en positie van de boorkop te meten tijdens de pilotfase van HDD-boringen.

Opgesteld door:

Browline bv

Versie: v1.4

Datum: Mei 2025

Inhoud

1.	Introductie Browline	3
2.	Introductie Drillguide GST	3
3.	Gyro Steering Tool werkwijze	3
3.1	Vorbereiding	3
3.2	Procedure.....	4
3.2.1	GST aan boorkop verbinden	4
3.2.2	GST kalibratie.....	5
3.2.3	Noordzoeken	5
3.3	Boren	5
4	GPS track werkwijze	6
4.1	Introductie.....	6
4.2	Planning	7
4.3	Voorschrift bij het gebruik van GPS track	7
5	Drillguide Autopilot	8
6	Na het boren.....	9
7	Veiligheid.....	9
	Bijlage 1: Productblad Drillguide GST.....	11
	Bijlage 2: Vereisten tekening en coördinaten	12
	Bijlage 3: Specificaties Gyro Steering Tool	14
	Bijlage 4: Product sheet GPS track.....	15
	Bijlage 5: Voorbeeld drilling report	16

1. Introductie Browline

Browline is in 1994 opgericht en focust zich op het ontwikkelen van innovatieve oplossingen voor de boorindustrie. Ons doel is om meetsystemen te ontwikkelen die betrouwbaar, nauwkeurig, en gebruiksvriendelijk zijn. Dit is nodig om in de alsmaar complexere ondergrondse infrastructuur te kunnen navigeren.

Onze missie is als volgt geformuleerd:

Met de groei van de wereldbevolking wordt de infrastructuur steeds complexer. Wij streven ernaar een toonaangevende rol te spelen in het verantwoord aanleggen van ondergrondse verbindingen, waarbij we het behoud van natuurlijke en stedelijke gebieden respecteren.

Door voortdurend in mogelijkheden te denken leveren we unieke diensten en producten van de hoogste kwaliteit. Innovatie en betrouwbaarheid staan altijd voorop, zodat onze klanten geen enkele concessie hoeven te doen aan hun beoogde eindresultaat.

We voelen ons verbonden met de mensen om ons heen en zetten ons in voor langdurige relaties. Samen creëren we een positieve impact. Wij zijn trots op wat we doen!

2. Introductie Drillguide GST

De Drillguide Gyro Steering Tool (GST) wordt gebruikt bij boringen waarbij de hoogst mogelijke nauwkeurigheid voor de positie van de boorkop vereist is. De tool wordt sinds begin 2005 dagelijks ingezet om te kunnen navigeren tijdens de pilotfase van horizontaal gestuurde boringen.

Zie Bijlage 1: *Productblad Drillguide GST* voor extra informatie en de voordelen van de tool.

3. Gyro Steering Tool werkwijze

3.1 Voorbereiding

Tekening en coördinaten

De Drillguide Gyro Steering Tool is ontworpen om boringen met de hoogste nauwkeurigheid mogelijk te maken zonder interferentieproblemen. Hiervoor is een nauwkeurige planning en exacte plaatsbepaling op locatie nodig.

Voor de planning is het belangrijk om te begrijpen dat de Gyro Steering Tool:

- de intredecocoördinaten als referentiepunt neemt voor alle metingen
- de uittredecocoördinaten als doelwit neemt

Tussen de in- en uittredepunten bevinden zich tangentpunten waar de verticale en horizontale bochten starten, eindigen, of veranderen. Met deze coördinaten wordt in onze software een 3D-ontwerp gebouwd.

Uiteraard is de nauwkeurigheid van deze coördinaten en de hoogte van zeer groot belang.

Zie Bijlage 2: *Vereisten tekening en coördinaten* voor gedetailleerde informatie.

Communicatie en stroomtoevoer

Voor communicatie en stroomtoevoer loopt een enkele wireline (6 mm², of 10 mm² bij lengtes groter dan 1000 meter) van de GST achter de boorkop door de boorstreng naar de boormachine. De stroomtoevoer vanaf het intredepunt is 56V DC.

Trillingen

In hardere grondslag is mogelijk een schokbreker nodig om schokken en trillingen terug te brengen tot onder het vereiste niveau (max. 20 g).

GST tool types

Afhankelijk van de eisen van de klant, de grondslag, de boormachine en de boorstangen zal een Drillguide GST geselecteerd worden die het beste past binnen de parameters van de boring.

Zie Bijlage 3: *Specificaties Gyro Steering Tool* voor gedetailleerde informatie voor elk van onze GST types en maten. Hierin staan maximale waarden voor muddruk, temperatuur, torque etc.

3.2 Procedure

3.2.1 GST aan boorkop verbinden

Ten eerste wordt de complete BHA in elkaar gezet en worden de verbindingen gemaakt volgens de gestelde torque die in Bijlage 3 te vinden is. Als de assembly aan elkaar zit, wordt deze van de boormachine gehaald om de GST te kunnen kalibreren.

3.2.2 GST kalibratie

De Gyro Steering Tool moet gekalibreerd worden op V-blokken en met de boorkop eraan. Met deze procedure wordt de tool gecontroleerd en gekalibreerd en wordt high side (12 uur) ingesteld.

Kalibratie bestaat uit enkele stappen en duurt in totaal ongeveer 30 minuten. Nadat deze procedure is afgerond, wordt de assembly terug op de machine geplaatst en wordt de positie van het bit gecontroleerd met de gegeven intredecoördinaten.

Als er een mudmotor gebruikt wordt, dan is de assembly vaak te lang om op bovenstaande manier te kalibreren. In dat geval wordt de high side positie van de mudmotor gemarkeerd op de GST om deze te kunnen kalibreren zonder de mudmotor eraan.

3.2.3 Noordzoeken

Voor het boren is het nodig om 12 minuten lang te noordzoeken. Tijdens dit noordzoeken moet de boorstreng stil liggen.

Deze 12 minuten lange procedure moet standard iedere twee uur herhaald worden, of vaker als dat door surveyor of control room gevraagd wordt.

3.3 Boren

Stanglengtes

Voor het boren moet het aantal boorstangen geteld worden. Iedere stang dient gemeten en genummerd te worden om de exacte geboorde lengte te kunnen waarborgen. Om nauwkeurigheid te kunnen garanderen bij langere stangen wordt een “measurement factor” gehanteerd:

Stanglengtes < 5.1m	; één meting per stang
Stanglengtes >5.1m, <7.0m	; twee metingen per stang
Stanglengtes >7.0m	; drie metingen per stang.

Bij meerdere metingen per stang zullen de metingen gewoonlijk iedere 3 meter genomen worden met de restlengte als laatste. Indien gewenst kan er ook met de restlengte begonnen worden.

De eerste stang is een uitzondering. Om een nauwkeurige eerste lengte te kunnen vaststellen, wordt de positie van de sensor in de tool gemarkeerd. Dit gemarkeerde punt wordt dan naar het intredepunt (op maaiveldhoogte) geduwd. Dan wordt de resterende stanglengte op de machine gemeten. Deze resterende lengte dient als de eerste stanglengte.

GST metingen

Tijdens het boren kunnen de surveyor en de boormeester voortdurend de positie van de tool zien ten opzichte van de theoretische boorlijn. De Drillguide Gyro Steering Tool stuurt voortdurend azimuth- en pitchmetingen naar het oppervlak en de software berekend voortdurend de nieuwe richting van het bit. De nieuwe positie wordt getoond nadat de meting is gemaakt.

De gemeten positie is ook zichtbaar terwijl de stang bewogen of geroteerd wordt, waardoor een vloeiende boorlijn gemaakt kan worden en er amper wachttijd is voor het meten, met als resultaat een efficiënt boorproces.

Op de meetpunten (iedere 3 m + einde boorstang), moet de boorkop op high side gezet worden voor verificatie. Het nemen van een meting (survey) duurt slechts enkele seconden en direct daarna kan het boren hervat worden.

De boormeester en surveyor kunnen voortdurend de gemeten positie vergeleken met het theoretische profiel zien, wat in normale omstandigheden slechts marginale afwijkingen toelaat.

Indien de boorkop een andere boorlijn volgt door de grondslag of andere omstandigheden, dan zal de boormeester voortdurend de afwijking van de geplande lijn zien. In deze situaties zal de surveyor met de klant overleggen en bespreken hoe er verder geboord kan worden. Hierbij wordt rekening gehouden met de geboorde radius en ontwerpradius en de verwachte afwijking. De klant is verantwoordelijk voor het informeren over maximaal toelaatbare afwijkingen. Browline is verantwoordelijk voor het meten en voor het informeren over gemeten afwijkingen, indien deze geconstateerd worden.

4 GPS track werkwijze

4.1 Introductie

Door de Gyro Steering Tool met GPS track te combineren kunnen aanvullende controles op de boorlijn uitgevoerd worden. Dit zorgt voor volledige controle bij het uittredepunt, waardoor een punch-out op de centimeter nauwkeurig mogelijk is. Door GPS track te gebruiken op punten die over de hele boorlijn verspreid liggen, worden de risico's voor de boring in zijn geheel verminderd.

4.2 Planning

Voor de boring gestart wordt, heeft de surveyor een planning voor de GST voorbereid op basis van intredepunt, tangentialpunten en uittredepunt. Deze informatie wordt door de klant aangeleverd in WGS84 en grid (optioneel). Tijdens deze voorbereiding kunnen ook de mogelijke GPS track controlepunten aangewezen worden.

Op basis van de beschikbare informatie en Google Earth satellietbeelden zullen enkele controlepunten gepland worden, waarvan de coördinaten genoteerd worden.

Tijdens het voorbereiden van de GPS track punten moet de surveyor zich bewust zijn van de manier van meten en waar magnetische interferentie de nauwkeurigheid kan beïnvloeden.

Op deze controlepunten wordt compacte apparatuur op het maaiveld geplaatst om de positie van de tool onder de grond te kunnen meten. De GPS track apparatuur kan met de hand gedragen worden en kan van het ene naar het andere punt verplaatst worden als meerdere controles nodig zijn.

De apparatuur voor op het maaiveld moet met drie stelvoeten worden afgesteld totdat het display aangeeft dat de unit waterpas staat. De controlekoffer voor de unit op het maaiveld is met een speciale kabel verbonden. Het deksel van de koffer moet in het veld te allen tijde dicht zijn, tenzij handmatige invoer nodig is. In de meeste gevallen hoeft de koffer ook bij het maken van een shot niet open te staan.

4.3 Voorschrift bij het gebruik van GPS track

Afhankelijk van alle factoren is het gewoonlijk de bedoeling om GPS track op meerdere punten te gebruiken, om de risico's te verkleinen en bij lange boringen tevens de nauwkeurigheid te vergroten. Om de nauwkeurigheid van de boring te verhogen is het aanbevolen om rekening te houden met de volgende richtlijnen.

- Het eerste GPS track punt moet genomen worden **in de eerste 40-75 meter na intrede**. Hiermee worden fouten vastgesteld die tijdens de voorbereiding zijn gemaakt:
 - Correcte intredecoördinaten
 - Correcte eerste stanglengte
 - Correcte stanglengte
 - Correct aantal geboorde stangen
 - Correcte versie van de ontwerptekening

Browline

- Door **vaker GPS track shots te nemen** zal er op een veiligere manier geboord worden. Er zijn ook minder handelingen nodig (bijvoorbeeld terugtrekken en sidetracking) als vastgesteld wordt dat er een fout is gemaakt.
- Het nemen van een GPS track shot voor het starten van de verticale bocht richting uittrede zorgt voor een controle op de geboorde lengte tot op dit punt. Door hier een shot te nemen wordt het risico om de curve te vroeg of te laat te starten geminimaliseerd.

De klant is verantwoordelijk voor het verplaatsen en veilig neerzetten van de apparatuur op het maaiveld. De nauwkeurigheid van de geplande in- en uittredecoördinaten vallen ook onder de verantwoordelijkheid van de klant.

De aangegeven locaties moeten door de surveyor of door een landmeter uitgezet worden voor of tijdens de boring. Voordat de boring onder deze locatie passeert, moet de GPS track apparatuur op het maaiveld geplaatst worden.

Wanneer de boorkop een gepland GPS track punt nadert, activeert de surveyor de GPS track functie in de software en wordt een shot genomen. Dit duurt slechts enkele seconden en daarna ziet de surveyor direct de gemeten positie op het scherm. Er kan meteen verder geboord worden en de surveyor evalueert of er correcties nodig zijn.

De surveyor ontvangt alle data van de gyro en van GPS track. Door data van deze twee meettechnieken te combineren, kan de surveyor de nauwkeurigheid van het ondergronds navigeren verhogen.

Zie Bijlage 4: *Product sheet GPS track* voor meer informatie.

5 Drillguide Autopilot

Als aanvulling op “surveyor on site”, biedt Browline ook een dienst aan zonder dat een surveyor op locatie de boring inmeet. Dit is Drillguide Autopilot: een intelligente software-oplossing die het mogelijk maakt om met de GST te boren zonder een surveyor op locatie. De principes van de GST en GPS track zoals in deze methodeverklaring beschreven zijn hierbij onveranderd. Hoewel er geen surveyor op locatie aanwezig is, worden de projecten gemonitord vanuit de Browline control room. Vanuit deze ruimte biedt een team van experts onmiddellijke ondersteuning aan de boorploeg ter plaatse.

De boorploeg zal getraind worden om de software te bedienen en om op locatie de fysieke handelingen uit te voeren, zoals het uitzetten van GPS track punten. De boorploeg wordt ook geïnformeerd over hoe ze contact kunnen opnemen met de control room als er ondersteuning nodig is.

6 Na het boren

Tools breken

Het breken van de tools betekent het loskoppelen van de bottom hole assembly van de boorstreng. Net als het aankoppelen van de tools, moet dit zorgvuldig gebeuren.

De tools worden in delen gebroken en in de onderstaande volgorde:

- Eerste deel: het bit tot en met het sondehuis
- Tweede deel: de tool (GST)
- Derde deel: de crossover

Omdat het breken van de tool grote risico's met zich meebrengt, is het essentieel dat de surveyor bij het uittredepunt aanwezig is om erop toe te zien dat het breken correct gebeurt.

Als er geen surveyor op locatie is, bijvoorbeeld als er met Autopilot geboord wordt, dan moet de boorploeg geïnformeerd worden over hoe dit proces in zijn werk gaat.

Als de tools op de verkeerde plek of zonder de juiste uitlijning worden gebroken, dan kan dit ernstige schade veroorzaken. De klant is verantwoordelijk om de juiste stappen te nemen in deze procedure.

Asbuilt

Na het afronden van de pilotboring stuurt de surveyor een voltooid projectbestand naar de afdeling Planning. Hiermee wordt dan een rapportage gemaakt met de exact gemeten waarden. De afdeling Planning stuurt deze rapportage naar de klant. Deze gegevens kunnen dan gebruikt worden om een asbuilt-plot van de geboorde lijn te creëren.

Zie Bijlage 5: *Voorbeeld drilling report* om te zien hoe deze rapportage eruit ziet.

7 Veiligheid

Bij alle activiteiten van Browline staat de veiligheid en gezondheid van medewerkers en derden voorop, om letsel en (milieu)schade te voorkomen.

Medewerkers worden gemotiveerd om zich bewust te zijn van veiligheidsrisico's voor zichzelf en anderen, en om elkaar aan te spreken bij aandachtspunten over veiligheid. Met trainingen, toolbox-bijeenkomsten en werkplekinspecties wordt de veiligheid van de surveyors gewaarborgd.


Browline volgt te allen tijde de wettelijke regelgeving en veiligheidsnormen. Alle surveyors beschikken over geldige VCA-diploma's en GPI-certificaten.



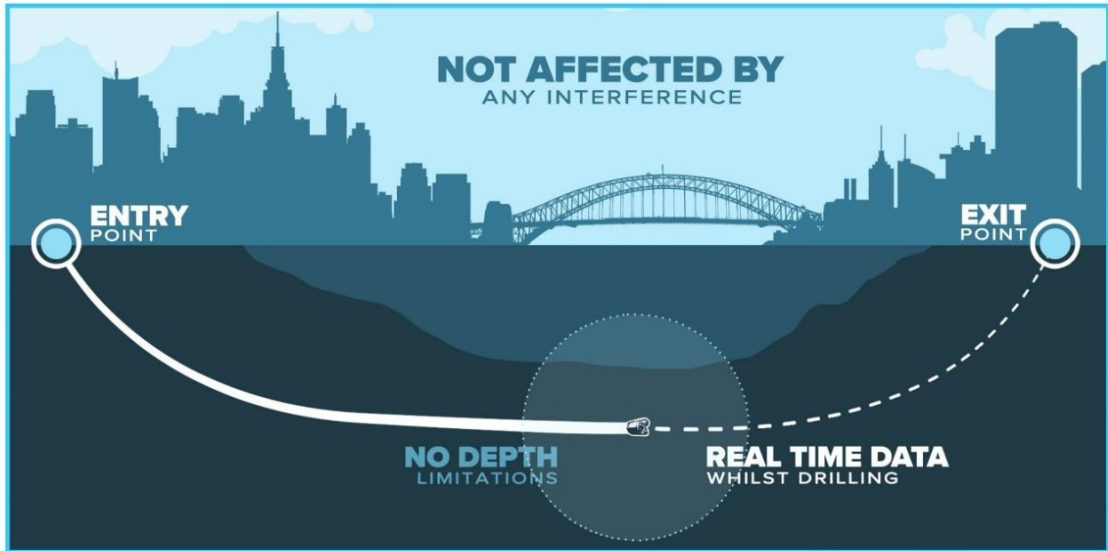
Browline

Browline zal ook projectspecifieke veiligheidseisen opvolgen. De klant draagt hierbij verantwoordelijkheid voor het tijdig informeren van Browline zodat de juiste maatregelen getroffen kunnen worden.

Bijlage 1: Productblad Drillguide GST

**Drillguide**

Gyro Steering Tool



NOT AFFECTED BY ANY INTERFERENCE

ENTRY POINT

EXIT POINT

NO DEPTH LIMITATIONS

REAL TIME DATA WHILST DRILLING

Browline's Drillguide Gyro Steering Tool (GST) 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 or remote and nearly inaccessible areas, under lakes, rivers or roads or in environmentally sensitive areas; the Drillguide GST is the best option for any HDD project.

The Drillguide GST provides continuous measurement while drilling, requires no surface access and has no restriction on depth. The industry leading sensor technologies (0.04° on Azimuth and 0.01° on Pitch), have been developed to achieve higher accuracy and to eliminate many of the problems associated with conventional measurement systems. The tool distinguishes itself from all other conventional HDD steering systems and locators.



Tool benefits

- Industry leading technology and accuracy
- Since 2004, thousands of successful projects completed
- Uses true north. Unaffected by any type of magnetic anomalies
- Requires no surface access (no grid on surface)
- Easily calculates combined horizontal and vertical curves
- Reduces abrupt course corrections and lowers stress during pullback
- Fast setup for safe and cost effective operations
- No inaccurate/questionable surveys due to depth restrictions
- Inner and annular pressure monitoring mitigates inadvertent returns
- Real-time monitoring on a driller friendly display

Browline

Duurzaamheidsring 180
4231EX Meerkerk
The Netherlands

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



Bijlage 2: Vereisten tekening en coördinaten

Vereisten aan tekening

De belangrijkste vereiste is een tabel met daarin het intredepunt, het uitredepunt, en alle verticale en horizontale tangentialpunten, met bijbehorende coördinaten en hoogte. Zonder coördinatenlijst kunnen we geen bestand aanmaken in onze software. Let hierbij op het volgende:

- Geef aan welk lokaal coördinatenstelsel (grid) er gebruikt wordt, bijv. RD, Lambert08, Gauss-Krüger Zone 3, ETRS89_UTM32, etc.
- Hoogte moet relatief zijn ten opzichte van het lokale referentiesysteem, bijv. NAP, NN Höhe etc.
- Hoogte voor in- en uitredepunt moet op maaiveldniveau ingemeten worden, niet op de bodem van de put.
- De coördinaten en hoogte voor in- en uitrede moeten altijd gecontroleerd en geverifieerd worden door een landmeter voor er met de boring gestart wordt.

De tekening moet een bovenaanzicht en een zijaanzicht (profiel) van het boortraject bevatten, aangevuld met de volgende informatie:

- Duidelijk aangegeven welke kant intrede en welke kant uitrede is
- Geboorde lengte tot tangentialpunten en tot regelmatige intervallen
- Horizontale afstand over het maaiveld tot tangentialpunten en regelmatige intervallen
- Intredehoek en uitredehoek
- Maaiveldhoogte
- Indien van toepassing, hoogteverloop van het maaiveld
- Horizontale, verticale en gecombineerde radii van alle bochten
- No-drill zones, kabels en leidingen en andere obstructies
- Specificatie productleiding: materiaal, buitendiameter en minimaal toegestane radius.

Houd bij het ontwerpen van de boorlijn rekening met de volgende beperkingen wat betreft onze tools:

- De eerste en laatste geboorde secties moeten minstens 5 meter recht zijn.
- Radius van de bochten mag niet kleiner zijn dan de minimale radius voor onze tool (zie Bijlage 3: Specificatie *Gyro Steering Tool*)

Voorbeeld

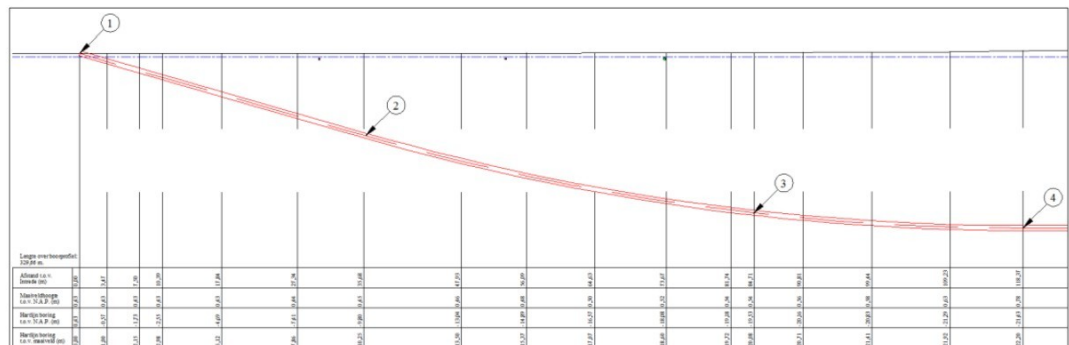
Hieronder volgt een voorbeeld van een coördinatenlijst en een deel van een zij- en bovenaanzicht. In dit voorbeeld geven tangentialpunten 2 en 4 het begin en einde van een verticale bocht aan en geeft tangentialpunt 3 het begin van een horizontale bocht aan.

Voorbeeld van een coördinatenlijst:

#	Omschrijving	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Z-Hoogte
1	Intredepunt	13992.74	373467.53	-0.43
2	Start R verticaal (omlaag)	14019.51	373443.94	-9.8
3	Start R horizontaal	14133.27	373319.76	-19.53
4	Einde R verticaal (omlaag)	14080.57	373388.22	-21.43
5	Start R verticaal (omhoog)	14134.21	373318.25	-21.43
6	Einde R horizontaal	14183.26	373255.06	-10.53
7	Einde R verticaal (omhoog)	14185.03	373253.20	-9.8
8	Uittredepunt	14209.31	373227.67	+0.03

Voorbeeld van verticale (② & ④) en horizontale (③) tangentialpunten

Zijaanzicht:




Boven-
aanzicht:



Bijlage 3: Specificaties Gyro Steering Tool

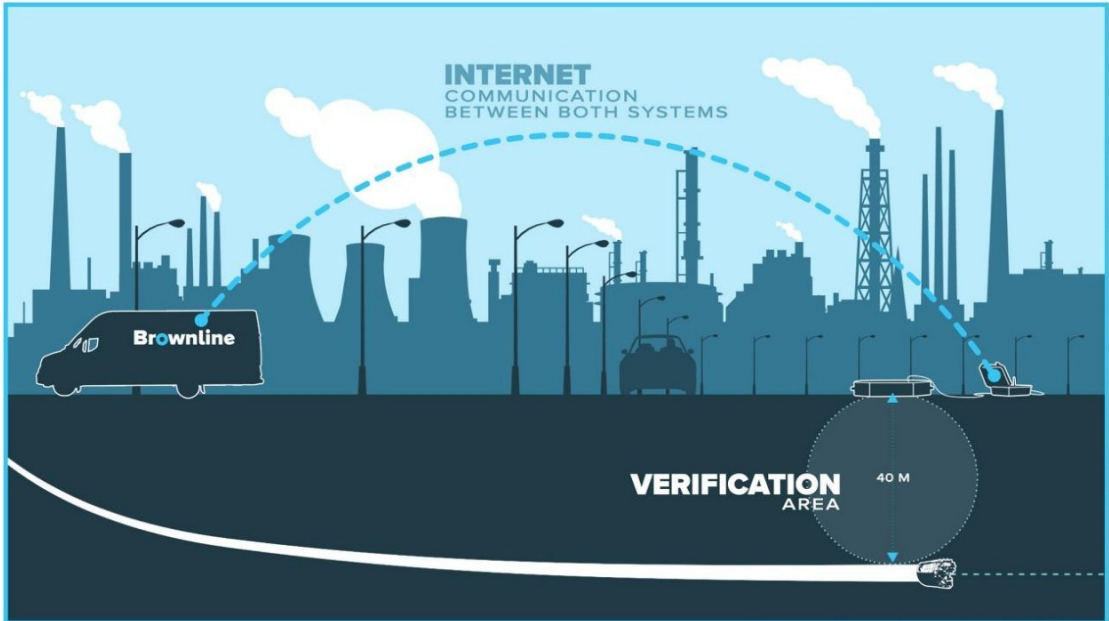
GST	146	146 Plus	146 GST2	152 Plus	152 GST2	170	170 Plus	170 GST2	215	215 Plus	215 GST2	245
Outer diameter	146 mm			152 mm		170 mm			215 mm			245 mm
Bit size	6 3/4"			7"-7 1/2"		7 7/8"-10 5/8"			10 5/8"-12 1/4"			12 1/4"-17 1/2"
Thread connection	4 1/2" REG					4 1/2" IF			6 5/8" FH			
Recommended makeup torque	12 kNm		15 kNm	18 kNm		28-32 kNm	32-40 kNm		57-77 kNm	77 kNm		90 kNm
Maximum allowed torque during operations	10 kNm		12 kNm	16 kNm		25 kNm	30 kNm		50 kNm	70 kNm		80 kNm
GST length	213 cm	270 cm	273 cm	270 cm	320 cm	267 cm	325 cm	331 cm	265 cm	328 cm	333 cm	275 cm
Jetting assembly length	260 cm					8 1/2" bit: 260 cm 9 7/8" bit: 285 cm			275 cm		n/a	
GST weight	170 kg	210 kg	220 kg	260 kg	260 kg	280 kg	360 kg	340 kg	525 kg	630 kg	615 kg	700 kg
Jetting assembly weight	260 kg		260 kg	305 kg		350-450 kg			600-630 kg			
Minimum bending radius	100 m			150 m			180 m			200 m		
Maximum allowed push/pull	15 t			20 t		35 t			50 t			
Maximum allowed mud pressure	70 bar		150 bar	70 bar	150 bar	70 bar	150 bar		80 bar	150 bar		80 bar
Maximum allowed vibration	20 g											
Maximum allowed temperature	70 °C											
Electric power input on surface	230V 50Hz / 110V 60Hz											
Electric power output to GST	56V DC											
Sensor accuracy	Azimuth 0.04°, Pitch 0.01°, Toolface 0.02°											

Bijlage 4: Product sheet GPS track



GPS track

Surface tracking technology



The increasing demand for longer drills requires a solution for combining an already accurate and straight drill path with an accurate punch out. To mitigate these challenges, Browline has developed the GPS track system. The system uses the technologies of the GPS track and Drillguide GST for secondary verification of the location of the drilling assembly.

Browline's GPS track incorporates industry leading technology (accuracy of 1.5% of depth) which allows for additional verifications of the drill trajectory along the bore path and centimeter-accurate punch out location.

Using predetermined, and surveyed, positions along the bore path, the portable and easy to use GPS track system is activated. The active communication between the system and the computer software provide real-time monitoring which ensures an accurate calculated position of the system.


Tool benefits

- Centimeter-precise punch out at the exit point
- Secondary verification to avoid underground objects
- Active communication with surveyor
- Portable & easy to operate

Browline

Duurzaamheidsring 180
4231EX Meerkkerk
The Netherlands

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



Bijlage 5: Voorbeeld drilling report

DRILLING REPORT



Client Name:												
Surveyor:												
Project Number:												
First Date:												
Place:												
Grid:	DUTCH_GRID											
Nr	X(m)	Y(m)	Z(m)	Easting(m)	Northing(m)	Depth (m)	Pitch (°)	Azimuth (°)	Minimum Mud Pressure (bar)	Maximum Mud Pressure (bar)	Average Mud Pressure (bar)	Total Length (m)
0	0.00	0.05	-0.20	218785.92	585154.57	-0.95	-18.19	265.08	0.00	0.80	0.40	0.00
1	2.61	0.04	-1.06	218783.32	585154.31	-1.81	-18.19	265.08	0.00	0.80	0.40	2.75
2	7.37	0.02	-2.60	218778.59	585153.84	-3.35	-17.64	265.14	0.50	0.70	0.60	7.75
3	12.13	0.00	-4.11	218773.85	585153.37	-4.86	-17.42	265.01	0.50	0.70	0.60	12.75
4	16.91	-0.03	-5.60	218769.10	585152.89	-6.35	-17.21	264.94	0.60	0.90	0.75	17.75
5	21.69	-0.05	-7.06	218764.34	585152.42	-7.81	-16.23	265.31	0.80	1.20	1.00	22.75
6	26.50	-0.06	-8.43	218759.55	585151.96	-9.18	-15.41	265.19	1.00	1.40	1.20	27.75
7	31.33	-0.07	-9.70	218754.74	585151.49	-10.45	-13.36	265.27	1.20	1.70	1.45	32.75
8	36.21	-0.07	-10.82	218749.89	585151.03	-11.57	-12.00	265.42	1.40	1.90	1.65	37.75
9	41.11	-0.07	-11.81	218745.01	585150.57	-12.56	-10.27	265.19	1.60	2.30	1.95	42.75
10	46.03	-0.08	-12.67	218740.11	585150.09	-13.42	-9.27	265.14	2.00	2.40	2.20	47.75
11	50.97	-0.11	-13.43	218735.19	585149.60	-14.18	-7.89	264.94	2.10	2.70	2.40	52.75
12	55.93	-0.14	-14.08	218730.26	585149.10	-14.83	-6.62	265.03	1.10	2.50	1.80	57.75
13	60.90	-0.17	-14.62	218725.31	585148.60	-15.37	-5.15	264.94	1.30	1.90	1.60	62.75
14	65.89	-0.21	-15.00	218720.35	585148.09	-15.75	-3.00	264.74	1.20	2.10	1.65	67.75
15	70.88	-0.25	-15.22	218715.39	585147.58	-15.97	-1.29	265.21	1.20	2.30	1.75	72.75
16	75.88	-0.25	-15.29	218710.41	585147.10	-16.04	0.09	265.35	1.50	2.00	1.75	77.75
17	80.88	-0.25	-15.27	218705.43	585146.63	-16.02	0.36	265.47	1.40	2.00	1.70	82.75

BIJLAGE G SPECIFICATIES BOORSPOELING



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

EU SAFETY DATA SHEET
In accordance with 91/155/EWG

Print date 09.01.2018

Revised on 09.01.2018

Product name Bentoniet - HV

1. Material/preparation and company designation

- Product name Bentoniet - HV
- Manufacturer/Supplier
De Bentoniet Fabriek BV
Ampereweg 17
3442 AB Woerden
Tel: +31 348 44 14 99

2. Composition/details of components

- **Chemical characteristics**
- **Description:** mixture of the following listed materials
- **Dangerous contents:**
- | CAS No. | Description |
|------------|------------------|
| 1302-78-9 | Bentonite |
| 39421-75-5 | Modified Polymer |
- **Additional information:** none

3. Possible dangers

- **Danger designation:** none
- **Special information concerning danger to humans or the environment:** none
- **Classification system:**
The classification corresponds to the current EU lists, but is supplemented by information from technical literature and company information.

4. First aid measures

- **General information:**
If symptoms occur, or if in doubt, seek medical help
- **On inhalation:**
Ensure a source of fresh air, in case of difficulty, seek medical help
- **On contact with the skin:**
Wash with water and soap, rinse well
- **On contact with the eyes:**
Keep eyelids open and rinse with copious amounts of clean, running water. Consult doctor
- **If swallowed:**
Wash mouth out and drink plenty of water. If patient continues to complain, consult doctor.



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

(continued from page 1)

5. Fire fighting measures

- **Suitable extinguishant:**
The product itself does not burn. Determine fire extinguisher measures to suit environment
- **Unsuitable extinguishants for safety reasons**
Jet of water
- **Special danger due to the material, its combustion products or released gases:**
No details
- **Special protective equipment:**
No special measures required.

6. Measures for unintentional release

- **Human related preventive measures:**
Avoid the formation of dust
When mixed with water the product creates slippery surfaces
- **Environmental measures**
Do not allow product to flow into water conduits, surface water or ground water.
- **Procedures for cleaning/removal:**
Collect dried material mechanically
Supply recovered material or waste in suitable containers

7. Handling and storage

- **Handling**
- **Advice on safe handling**
Efficient dust removal:
Use only in well-ventilated areas
- **Advice on protection against fire and explosion**
No special measures required
- **Storage**
- **Requirements for warehouses and containers:**
No special measures required
- **Advice on storage with other materials**
Do not store with oxidants
- **Further advice on storage conditions**
Keep containers tightly shut. Store in a cool, dry place
- **Storage class**
- **VbF class:** none

8. Exposure and personal protective equipment

- **Components with work place related restrictions that must be monitored:**

CAS No.	Description	%	Type	Value	Unit
	General dust limitation value		MAK	6 F	mg/m ³



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

- **Additional information**

The basis for this is the lists drawn up when the document was created

- **Personal protective equipment**

- **General protection and hygiene measures:**

The general protective measures for handling chemicals should be observed.

Keep away from, foodstuffs, drinks, and feedstuffs.

Clean skin thoroughly after work and before breaks

- **Breathing protection**

wear breathing protection in dusty conditions.

- **Hand protection**

wear neoprene or nitrile protective gloves.

- **Eye protection**

wear tightly fitting, dust-proof glasses.

9. Physical and chemical characteristics

- **Form:** Powdery
- **Colour:** greyish/yellowish
- **Smell:** no smell

	Value/Range	Unit	Method
• Change of state			
• Melting point/melting range:	not determined		
• Boiling point/boiling range :	not determined		
• Flash point	not used		
• Ignition temperature :	not flammable material		
• Decomposition temperature :	no information		
• Self ignition temperature :	The product cannot self-ignite		
• Danger of explosion	There is no danger of explosion from the product		
• Vapour pressure : at 20°C	not determined		
• Density : at 20°C	2.3-2.6	kg/l	
• Solubility in/miscible with water	insoluble		
• PH value : at 20°C	not determined		
• Granule size :	not determined		

10. Stability and reactivity

- **Thermal decomposition/conditions to be avoided**
No decomposition if used according to instructions
- **Materials to be avoided** Oxidants
- **Dangerous reactions:** No known dangerous reactions
- **Dangerous decomposition products**
None if used according to instructions and stored correctly

11. Toxicological information

- **Acute toxicity**
- **Primary irritation effect**
- **Skin:** No irritation effect
- **Eyes:** No irritation effect
- **Sensitisation:** No known sensitisation effect
- **Further toxicological information**
According to the current version of EC listings the material does not have to be registered .



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

12. Ecological information

- **Information on elimination:** (persistence and decomposition)
- **Other information:**
In general, it does not represent a danger to water. Concentrated sludge of clay minerals can have a detrimental effect on water organisms in natural waterways.
- **Eco-toxic effects**
- **Aquatic toxicity**

Type of test	Effective concentration	Method	Evaluation
Not determined			
- **General Information:**
Do not allow product to flow into water conduits, surface water or ground water.
- **Water danger class**
- **WGK:** In general it does not pollute water

13. Information on disposal

- **Product**
- **Recommendation:**
Do not dispose of with household rubbish. Do not allow to enter water conduits.
Must be disposed of according to local regulations
- **European waste catalogue:**
01 00 00 Waste from prospecting for and extracting and processing and further processing of minerals as well as stone and soil.
01 04 00 Waste from physical and chemical processing
01 04 03 Course and fine dusts
- **Unclean packaging:**
- **Recommendation:**
Must be disposed of according to local regulations

14. Transport regulations

- **Land transport ADR/RID and GGVS/GGVE (cross border/inland):**
- **ADR/RID-GGVS/E class:**
- **Transport by ocean-going ship IMDG/GGVSee::**
IMDG/GGVSee class:

Air transport ICAO-TI and IATA-DGR:
ICAO/IATA class:

15. Regulations

- **Identification according to EEC directives**
The general protective measures for handling chemicals should be observed.
According to EU directives/GevStoffV (Dangerous Substances Decree) the product does not have to be identified
- **National regulations:**
- **Classification according to VbF:** None
- **Water pollution class:**
WGK: In general it does not pollute water

16. Other information

- The details are based on the current state of our knowledge. They do not represent an assurance of product suitability and are not the basis for any legal relationship.
- **Data sheet area,** see point 1



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

Description

Bentoniet - HV is a modified bentonite.

Application

Bentoniet - HV can be used in the same applications as a basic bentonite with less product needed to achieve similar rheological properties and drilling performance. An important function of a drilling fluid is the transport of cuttings, the more solids (read more bentonite) added in the base drilling fluid the lower the amount of drilled solids evacuated.

Dosage

40 - 45kg/m³

Rheology

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| • Plastic Viscosity | 12 – 14 CP |
| • Yield Point | 23 – 25 lb/100ft ² |
| • March funnel | 55 – 60 seconds |
| • Fluid loss | <15 ml/30 min |

Packaging

1000 kg big bag
25 kg bags

Revision date: 09-01-2018

*The above concentrations and resulting rheological values are indicative, conditions may vary and the information given is to be used as a guideline only.

BIJLAGE H REGISTRATIESHEETS

(Overeenkomstig model)

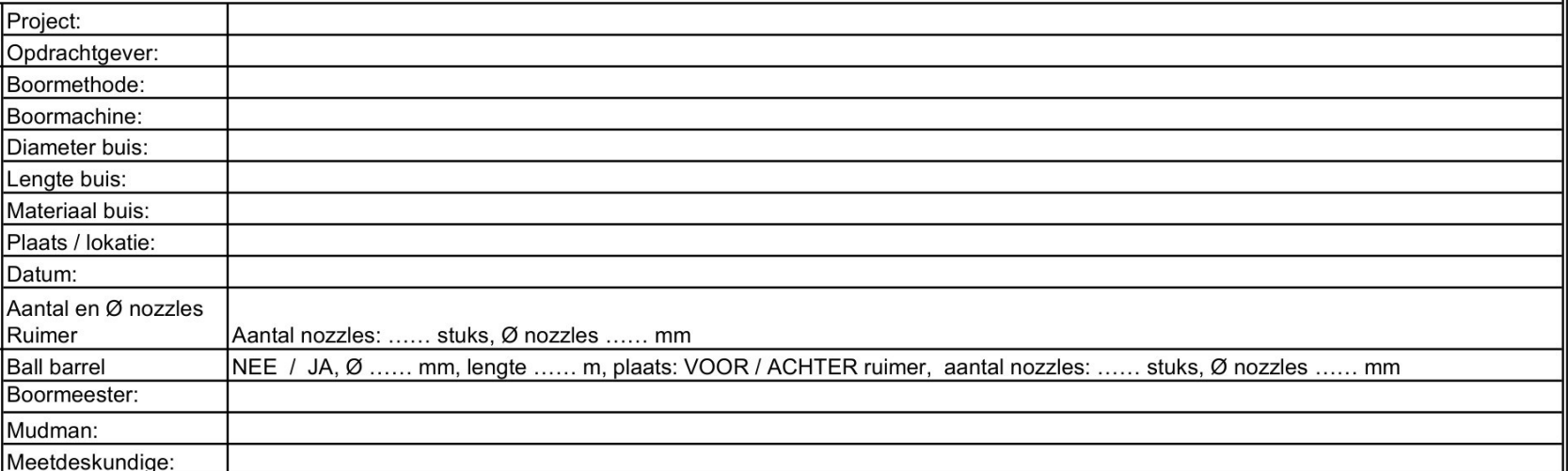
<p align="center">Logboek Gestuurde Boring Pilotboren</p>
--

Logboeknr.	8.2/3
Rev. 3 Datum	02-02-2021

[illegible]

Logboek Gestuurde Boring Ruimgang Ø conische open flycutter (FLC)

Logboeknr.	8.2/3
Rev. 3 Datum	02-02-2021

[illegible]

Logboek Gestuurde Boring Cleaning Run Ø Barrel Reamer

Logboeknr.	8.2/3
Rev. 3 Datum	02-02-2021



Project:	
Opdrachtgever:	
Boormethode:	
Boormachine:	
Diameter buis:	
Lengte buis:	
Materiaal buis:	
Plaats / lokatie:	
Datum:	
Aantal en Ø nozzles Ruimer	Aantal nozzles: stuks, Ø nozzles mm

Ball barrel	
Boormeester:	
Mudman:	
Meetdeskundige:	

[illegible]

Logboek Gestuurde Boring Intrekken Ø Barrel Reamer

Logboeknr.	8.2/3
Rev. 3 Datum	02-02-2021



Project:	
Opdrachtgever:	
Boormethode:	
Boormachine:	
Diameter buis:	
Lengte buis:	
Materiaal buis:	
Plaats / lokatie:	
Datum:	
Aantal en Ø nozzles Ruimer	Aantal nozzles: stuks, Ø nozzles mm
Ball barrel	
Boormeester:	
Mudman:	
Meetdeskundige:	

[illegible]



**Van Leeuwen
Sleufloze Technieken**

Van Leeuwen
Sleufloze Technieken B.V.

Ampèreweg 17, 3442AB Woerden

Tel.: +31 (0) 348 44 14 99

www.vlst.com info@vlst.com

Project:

Boring:

Plaats:

Aannemer:

Projectnr:

Dagrapport	dd.	van	tot	uur
------------	-----	-----	-----	-----

Ploegbezetting	firma	van / tot
----------------	-------	-----------

Uitvoerder

Boormeester

Meetdeskundige

Mudman

assistant

assistant

assistant

Inhuur	
--------	--

Eigen materiaal

[illegible]

Dag

Afspraken & opmerkingen

Opgemaakt d.d.

Aannemer / Uitvoerder Naam:

Handtekening:

Inspecteur / Toezichthouder Naam:

Handtekening:

BIJLAGE I TECHNISCHE UITVOERINGSRISICO'S

Inventarisatie en evaluatie algemene technische uitvoeringsrisico's.

Calamiteit	Gevolg	Beheersmaatregelen	Kans
Algemeen			
Onbekende obstakels	Opgave boorgat Dogleg Afwijking boorprofiel Coatingschade	<ul style="list-style-type: none"> • Klic melding vooraf • Voldoende grondonderzoek • Historisch onderzoek 	Gering
Afwijking grond-onderzoek	Aanpassen ruimgangen Vastlopen boorstreng Coatingschade	<ul style="list-style-type: none"> • Voldoende mate uitvoeren grondonderzoek vooraf aan design. • Stenenvanger doorvoeren 	Gering
Problemen boorspoeling	Blow out Vastlopen boorstreng	<ul style="list-style-type: none"> • Regelmatige meting van parameters boorspoeling • Controle retourstroom op stagnaties en onregelmatigheden • Inzet van ervaren personeel • Gebruik van additieven 	Matig
Hijswerkzaamheden	Ongeval	<ul style="list-style-type: none"> • Inzet van ervaren personeel/ controle op ingehuurd personeel. 	
Graafwerkzaamheden	Ongeval	<ul style="list-style-type: none"> • Inzet van ervaren personeel/ controle op ingehuurd personeel. 	
Pilotboring			
Uitval rig	Uitloop op planning	<ul style="list-style-type: none"> • Goed onderhoud materieel • Reserve-onderdelen aanwezig (ter plaatse en werf) • Aanwezigheid monteur (oproepbaar werf) • Materieelkennis bij boorcrew 	Gering
Breuk boorstang	Uitloop op planning Opgave boorgat	<ul style="list-style-type: none"> • Periodieke controle boorpijp • Continue controle boorparameters • Gebruik van ervaren personeel 	Gering
Vastlopen Pilot	Vertraging op planning Opgave boorgat	<ul style="list-style-type: none"> • Inzet ervaren personeel • Continue controle boor parameters torque, trekkracht duwkracht en boorspoeling 	Gering
Afwijking boorprofiel	Te kleine boorstralen	<ul style="list-style-type: none"> • Inzet ervaren personeel 	Matig

Calamiteit	Gevolg	Beheersmaatregelen	Kans
	Geen acceptatie pilot boring	<ul style="list-style-type: none"> • Boogstralen ontwerpen met ruimte voor correcties en afwijkingen 	
Uitval plaatsbepaling ssysteem	Uitloop planning Afwijking geplande boorprofiel	<ul style="list-style-type: none"> • Controle equipment voorafgaand aan boring • Dubbel set equipment aanwezig beschikbaar 	Matig
Tijdens ruimen			
Uitval rig	Mogelijkheid tot vastlopen boorstreng	<ul style="list-style-type: none"> • Zie bovenstaand • Terugtrekken boorpijp en –ruimer • Vervangend boormachine 	Gering
Breuk boorstang	Uitloop op planning Opgave boorgat	<ul style="list-style-type: none"> • Periodieke controle boorpijp • Continue controle boorparameters • Gebruik van ervaren personeel 	Gering
Vastlopen Pilot	Vertraging op planning Opgave boorgat	<ul style="list-style-type: none"> • Inzet ervaren personeel • Continue controle boorparameters torque, trekkracht duwkracht en boorspoeling 	Gering
Tijdens intrekken			
Breuk boorstang	Uitloop op planning Opgave boorgat	<ul style="list-style-type: none"> • Periodieke controle boorpijp • Continue controle boorparameters • Gebruik van ervaren personeel 	Gering
Vastlopen product pijp	Vertraging op planning Opgave boring	<ul style="list-style-type: none"> • Inzet boormachine met voldoende capaciteit met pipe pusher aanvullen • Continue controle boorparameters torque, trekkracht en boorspoeling • Wanneer nodig extra cleaning run voorafgaand aan intrekken • Ballasten productpijp 	Gering