

GEBR. VAN LEEUWEN BORINGEN B.V.

WERKMETHODEBESCHRIJVING GESTUURDE BOORTECHNIEK



Project:
Amsterdam, DCU EUN

Onderwerp:
Werkmethodebeschrijving HDD

Documentkenmerken:
GvL: 19120009 WMO HDD16 2019-08-12
Rev.: 01

*** ONVERSTOORBAAR ERONDER DOOR**



www.gvlboringen.com

Gebr. van Leeuwen Boringen B.V.
Ampèreweg 17, 3442 AB Woerden
Tel. 0348 - 44 14 99

Gestuurd boren
Doorpersingen & Schildboringen
Vertical Microtunneling






WERKMETHODEBESCHRIJVING GESTUURDE BOORTECHNIEK (HDD)

Project:
Amsterdam, DCU EUN

Onderwerp:
Werkmethodebeschrijving HDD

Documentkenmerken:
GvL: 19120009 WMO HDD16 2019-08-12
Rev.: 01

AUTORISATIE / VERIFICATIE				
Instanties:	Gebr. van Leeuwen Boringen B.V.			Opdrachtgever:
	Opgesteld door:	Verificatie: Uitvoering	Autorisatie: Projectleiding	Acceptatie:
Naam:	A. Dijkstra		F. Groeneveld	E. van den Hazel
Datum:	12-08-2019	12-08-2019	12-08-2019	12-08-2019
Paraaf:				
				
				

Versiebeheer			
Versie:	Naam opsteller:	Datum	Gewijzigde bladen:
2			
3			
4			
5			

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
2	UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN.....	6
2.1	Geometrie boring	6
2.2	Uitgangspunten	6
2.3	Aandachtspunten en omgang boorplan	7
2.4	Kwaliteit waarborging	10
2.5	Geplande werktijd:	10
3	BESCHRIJVING WERKMETHODE.....	11
3.1	Principe	11
3.2	Fases/stappen	11
3.3	Opslag en transport van boorslurry	13
4	WERKMETHODE PROJECTSPECIFIEK.....	14
4.1	Overzicht materieel	14
4.2	Uitvoeringsparameters	14
4.3	Plaatsbepaling	15
4.4	Boorvloeistof	15
5	PERSONEEL, ORGANISATIE EN COMMUNICATIE	16
5.1	Organisatie	16
5.2	Personeel en taken	16
5.3	Wijze van registreren en rapporteren	17
6	TECHNISCHE UITVOERINGSRISICO'S	18
7	BEHEERSING KWELPROBLEMATIEK	19
7.1	Kwel:	19



7.2	Risico's en maatregelen:	19
7.3	Maatregelen op dit project:	19
BIJLAGE 1.0	TEKENINGEN.....	20
BIJLAGE 2.0	GRONDONDERZOEK.....	21
BIJLAGE 3.0	BEREKENINGEN	22
BIJLAGE 4.0	SPECIFICATIES MATERIEEL	24
	DitchWitch JT60 – 27-ton HDD-drilling rig.....	25
BIJLAGE 5.0	PLAATSBEPALINGSSYSTEMEN	26
BIJLAGE 6.0	SPECIFICATIES BENTONIET	27
BIJLAGE 7.0	TECHNISCHE UITVOERINGSRISICO'S	28

1 INLEIDING

Voor EUnetworks dienen er meerdere kabels aangelegd te worden. Voor een deel van deze aanlegging moeten er 1xØ250 HPE leidingen worden aangelegd. Het tracé kruist hierbij een waterkering en vaargang de Ringvaart inclusief enkele kabels en leidingen. Deze kruising wordt gerealiseerd door middel van een gestuurde boring (HDD). In opdracht van hoofdaannemer Adinf gaat Gebr. Van Leeuwen Boringen B.V. de gestuurde boring uitvoeren.

Het intredepunt ligt op het terrein van Jeugdland ten noorden van de Ringvaart. Het uittredepunt ligt ten zuiden van de Ringvaart nabij het Science Park.

Onderstaand een overzicht van de boring locatie weergegeven.



Figuur 1 Situatieoverzicht

2 UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN

2.1 Geometrie boring

In tabel 1 is de geometrie van de gestuurde boring omschreven.

Omschrijving	Eenheid	Werkomvang HDD01
Aanlegmethode	[-]	HDD
Aan te leggen	[-]	Mantelbuis
Aantal mantelbuizen	[-]	1
Buisdiameter	[mm]	250
Wanddikte	[mm]	22,7
Materiaal	[-]	PE100
Materiaal kwaliteit	[-]	SDR11
Lengte boring	[m]	300,5
Maaiveld, gemiddeld	[m NAP]	-0,11
Hart boorlijn	[m NAP]	-16,19

Tabel 1 Geometrie boring

2.2 Uitgangspunten

De boorplannen worden opgesteld aan de hand van de reguliere eisen uit de documenten die in tabel 2 genoemd worden, voor zover deze definitief en van toepassing zijn.

Nr.	Doc.nr.	Titel
1.	NEN 3650	Eisen voor buisleidingsystemen.
2.	NEN 3651	Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken.
3.	NPR 3659	Ondergrondse pijpleidingen - Grondslagen voor de sterkteberekening.
4.	Richtlijnen Boortechniek "2019"	Technische voorschriften bij vergunningen voor kabels en leidingen langs, onder en boven de wegen en watergangen
5.		

Tabel 2 Normen en richtlijnen

Naast de reguliere eisen zijn voor het ontwerp en het opstellen van onderliggend boorplan de documenten gebruikt zoals genoemd in tabel 3.

Nr.	Doc.nr.	Titel
1.		ENGINEERING GSB DCU EUN.zip
2.		
3.		
4.		

Tabel 3 Beschikbare documenten

2.3 Aandachtspunten en omgang boorplan

Het boortracé kruist de vaargang de Ringvaart en een waterkering te Amsterdam, hiervoor dient vergunning te worden aangevraagd bij Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. Het boortracé is van tevoren geschouwd en er is bij het kadaster een graaf-/oriëntatiemelding opgevraagd (19G348567) Uit dit vooronderzoek is naar voren gekomen dat er rekening moet worden gehouden met onderstaande punten.

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

Bij het opstellen van het boorplan wordt bijzondere aandacht besteed aan veiligheid, gezondheid en milieu. Bij de gestuurde boortechniek houdt dit in dat op rig- en pipesite veilig gewerkt moet kunnen worden.

Uit de opgevraagde Klic-melding 19G348567 is gebleken dat er een 2-tal eisvoorzorgsmaatregelen van toepassing:

- **Tennet TSO hoogspanning:**
 - o De te realiseren gestuurde boring kruist geen Hoogspanningskabel vanuit de eisvoorzorgsmaatregel is naar voren gekomen dat de minimale onderlinge afstand 5.00m dient te zijn.
 - o De te realiseren gestuurde boring voldoet aan deze afstand eis
- **Liander Gas Hoge Druk:**
 - o De te realiseren gestuurde boring kruist eenmaal een gas hoge drukleiding vanuit de eisvoorzorgsmaatregel is naar voren gekomen dat de minimale onderlinge afstand 2.00m dient te zijn.
 - o De te realiseren gestuurde boring voldoet aan deze afstand eis met een minimale afstand van ca. 10,5m.

Uit ons vooronderzoek is gebleken dat de waterkering Ringdijk-Linneuskade-Oosterringdijk in het beheer is van het waterschap Amstel, Gooi en Vecht. Het Ringdijk-Linneuskade-Oosterringdijk staat bij Amstel, Gooi en Vecht bekend als een Secundaire waterkering. De te realiseren gestuurde boring zal de Ringdijk-Linneuskade-Oosterringdijk kruisen met een minimale diepte van 11,9m.

Het intredepunt is gepland op het terrein van Jeugdland. Ter plaatsen is er voldoende ruimte beschikbaar voor het graven van een werkput van ca. 6.00m³. Om het materieel en materiaal op te kunnen stellen is het noodzakelijk om toegang te regelen met de eigenaren van Jeugdland voor start uitvoering. Gezien de omschreven situatie is het niet noodzakelijk om hiervoor extra verkeersmaatregelen te treffen conform de CROW.



Figuur 2 Overzicht huidige situatie intredepunt

Het uittredepunt is gepland in de groenstrook tegenover Science Park. Ter plaatsen is er voldoende ruimte beschikbaar voor het graven van een werkput van ca. 6.00m³. Om het materieel en materiaal op te kunnen stellen is het noodzakelijk om rijplaten te leggen en een toegangsweg te creëren naar het uittredepunt ter behoeve van het lassen van de buis. De aan te brengen HDPE-buis kan ter hoogte van het uittredepunt uitgelegd en gelast worden. Gezien de omschreven situatie is het niet noodzakelijk om hiervoor verkeersmaatregelen te treffen conform de CROW.



Figuur 3 Overzicht huidige situatie uittredepunt

2.4 Kwaliteit waarborging

Het boorplan wordt opgesteld in overeenstemming met het zorgsysteem van moederbedrijf Gebr. van Leeuwen Boringen. Dit zorgsysteem is gecertificeerd conform:

Norm	Versie & toelichting
- NEN-EN-ISO	9001:2015 gecertificeerd
- CKB	2014/1 (S-A, S-B, S-C, S-D, S-E en S-F)
- VCA**	2017/6.0
- EP2016	Cat. 8 Gestuurd boren Subcat. S-A, S-B, S-C Certificaathouder: Gebr. van Leeuwen Boringen B.V.
- EP2016	Cat. 9 Persingen Open frontboringen subcat. SD-A, SD-B, SD-C, SD-D Gesloten frontboringen subcat. SE-A, SE-B Certificaathouder: Annemingsbedrijf Klarenbeek B.V.
- DCA	2019 Drilling Contractors Association

Tabel 4 Certificeringen

Het zorgsysteem is zodanig ingericht dat eisen van opdrachtgevers en overige belanghebbenden bij het opstellen van het boorplan betrokken worden.

2.5 Geplande werktijd:

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

19120006 Werkplan en Planning		Werkdagen				
		1	2	3	4	5
HDD						
1	Aanvoer materieel					
2	Localiseren kabels en leidingen					
3	Machine opstellen t.b.v. boring					
4	Uitvoeren pilotboring					
5	Ruimen					
6	Intrekken					
7	Afvoer materieel					

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

3 BESCHRIJVING WERKMETHODE

3.1 Principe

Het principe van een gestuurde boring is als volgt.

In eerste instantie wordt een pilotbuis langs de geplande lijn geboord van de ene naar de andere zijde van het te kruisen object. Na het gereedkomen van de pilotboring zal de ruim- en intrekoperatie starten waarmee de evt. vooraf geteste leiding in het geboorde gat wordt getrokken. Deze techniek kan onder en boven het grondwaterniveau worden toegepast.

3.2 Fases/stappen

Inrichten werkterrein

Aan de zijde waar de boormachine wordt opgesteld wordt bij aanvang van het werk een werkterrein afgezet en ingericht. De boormachine en het overige materieel wordt op het werk aangevoerd per wegtrailer. Alle toegangswegen naar het werk dienen berekend te zijn op, en geschikt gemaakt te zijn voor, een aslast van 10 ton en een maximumlast van 50 ton. Eventuele hellingen dienen geschikt te zijn voor diepladers.

Aan het uittredepunt (pijpzijde) wordt een terrein afgebakend in het verlengde van de boorrichting, van voldoende breedte en lengte voor het opstellen van de in te trekken leiding.

Opstellen boormachine

De boormachine wordt op de juiste plaats gereden en zo opgesteld, dat de boorbuis op het intredepunt in de juiste richting en onder de goede hellingshoek de grond in kan worden gedrukt.

Het overige materieel wordt met (auto)kranen op zijn plaats gezet en aangesloten. Zowel aan het intredepunt (machinezijde), als aan het uittredepunt (pijpzijde) wordt een 'mud pit' gegraven voor de tijdelijke opvang van de vrijgekomen boorspoeling.

Als het boormachine-equipment is opgesteld, kan met het boren worden gestart.

Het boren

Het boren wordt uitgevoerd door het in de grond drukken/roteren van de boorstangen. Hierbij worden steeds nieuwe boorbuizen aangekoppeld tot de pilotboring gereed is.

Door de boorbuizen en de nozzles in de boorkop wordt boorspoeling gepompt die de grond voor de boorkop losspuut en verwijderd (uitdrijft). Het aantal en formaat van de nozzles is sterk afhankelijk van diverse factoren en wordt door de ervaren boormeester op basis van geometrische en geotechnische gegevens bepaald.

De boorspoeling voert het grondmateriaal vervolgens via de boorgang, langs de buitenzijde van de boorstangen af naar het intredepunt (mud pit). De boorspoeling heeft tevens o.a. een functie als stabilisator van het boorgat,

smeling van de boorbuis en (later) als smeling bij het intrekken van de leiding.

De boorspoeling wordt van tevoren aangemaakt in een vooraf bepaalde samenstelling. De viscositeit van de boorspoeling wordt bepaald aan de hand van de grondgegevens. De druk waaronder de boorspoeling wordt toegepast is afhankelijk van de doorlatendheid, van de grond en grondsamenstelling. Ook de zuurgraad (pH-waarde) van de grond en het zoutgehalte van het (grond-) water zijn van belang voor de stabiliteit en beïnvloeden daarmee ook de samenstelling van de boorspoeling.

De toe te voegen hoeveelheid boorspoeling en de druk waaronder dit wordt ingebracht, worden door de boormeester in overleg met de spoelingoperator bepaald en zo nodig aan de omstandigheden aangepast en geregistreerd. Tijdens de pilotboring wordt de heersende muddruk op de rig gemeten. De muddruk is continu afleesbaar op het display van de boormeester.

Na het inbrengen van iedere lengte boorbuis, worden de meetgegevens (muddruk en positie) van de meetunit verzameld en vergeleken met het vooraf bepaalde boorprofiel. Deze gegevens worden op een werktekening c.q. computeruitdraai bijgehouden, zodat eventuele afwijkingen onmiddellijk worden geconstateerd en er kan worden bijgestuurd.

Wordt de afwijking groter dan is toegestaan, dan worden enkele boorbuizen teruggetrokken en gecorrigeerd. In geval van een ondoordringbaar object zal in de meeste gevallen na overleg met de hoofdaannemer / opdrachtgever een alternatieve route worden genomen.

De meetgegevens, registraties en voortgang van de boring zijn steeds op de boorlocatie aanwezig, en indien nodig beschikbaar voor de opdrachtgever, directie en hoofdaannemer.

Nadat de pilotboring succesvol is uitgevoerd en is goedgekeurd door de opdrachtgever, wordt gestart met het ruimen en intrekken van de leiding.

De ruim- en intrekooperatie

De uitvoering van de ruim- en intrekooperatie hangt af van verschillende factoren; onder andere van de diameter van de in te trekken leiding, de bevindingen van de boormeester tijdens de pilotboring, verliezen van boorspoeling en de grondsamenstelling.

Op basis hiervan beslissen boormeester, spoelingoperator en uitvoerder gezamenlijk of, en met welke diameter, er voorgeruimd zal worden.

De voorruimoperatie (indien noodzakelijk)

Bij het voorruimen wordt er, net als bij de pilotboring, boorspoeling via de boorbuizen naar de ruimer gepompt die via de in de ruimer aanwezige nozzles naar buiten treedt. Het grondmateriaal (cuttings) wordt op de gewenste diameter losgesneden en door de boorspoeling (mud) langs de boorbuis door het geruimde gat afgevoerd naar het in- of uittredepunt en in een mud pit opgevangen. Boorspoeling die op een bepaald moment overtollig is wordt afgevoerd naar depot voor hergebruik. Bij uittredezijde wordt de mud ontdaan

van grove delen en naar het intrede getransporteerd. Hier wordt de mud gerecycled en hergebruikt.

Het intrekken van de leiding

De aan te brengen leiding is inmiddels in het verlengde van het geboorde tracé, in één lengte samengesteld, beproefd en eventueel op een rol gesteld. Afhankelijk van de uittredehoek en het maaiveld wordt de eventuele rol op verschillende hoogte gesteld om zo één boog met de toegestane kromtestraal van de leiding te creëren.

De leiding en boorbuis worden gekoppeld met een trekkop, swivel en een ruimer. De swivel zorgt ervoor dat de leiding niet meedraait. De ruimer wordt doorgaans iets groter genomen dan de diameter van de in te trekken leiding. Dit om de wrijving tijdens het intrekken zoveel mogelijk te beperken.

De boorbuis, ruimer en swivel worden nu al draaiende, met de niet meedraaiende aan de swivel gekoppelde leiding, in één ononderbroken operatie door de boormachine in het geboorde/geruimde gat getrokken.

Gelijktijdig wordt door de boorbuis boorspoeling naar de ruimer gepompt. De boorspoeling treedt via de nozzles in de ruimer naar buiten. Het losgesneden grondmateriaal dat alsnog in het boorgat is achtergebleven wordt hiermee losgesneden en buiten langs de boorbuis en/of de leiding afgevoerd naar intrede- of uittredepunt en in een mud pit opgevangen.

Na afloop van de werkzaamheden worden revisiegegevens ter beschikking gesteld aan de hoofdaannemer.

Ondertussen wordt het materieel gedemonteerd en gedemobiliseerd.

3.3 Opslag en transport van boorslurry

De mud die vrijkomt tijdens alle fasen van het boor-, ruim- en intrekproces, wordt tijdelijk opgeslagen in mudbasins. Schone boorspoeling, die op een bepaald moment overtollig is wordt afgevoerd.

4 WERKMETHODE PROJECTSPECIFIEK

4.1 Overzicht materieel

In onderstaande tabel is aangegeven welk materieel voor dit project voorzien is. Mogelijk wordt hiervan afgeweken als de planning hierom vraagt. In dat geval zal altijd een gelijkwaardige of krachtigere boormachine ingezet worden.

	Eenheid	
Boormachine	[-]	JT60
Maximale trekkracht	[ton]	27
Boorstangen	[-]	Steel (Firestick I) x 4,57m
Boorkop	[-]	Jet bit
	[mm]	170
Ruimer fase ruimen	[mm]	
Ruimer fase intrekken	[mm]	330
Intrekvoorziening	[-]	Swivel
Meetsysteem		Gyro Steering Tool

Tabel 5 Overzicht materieel

4.2 Uitvoeringsparameters

In onderstaande tabel wordt voor de verschillende fases van de gestuurde boring de te verwachten parameters weergegeven. Naar inziens en ervaring van de boormeester kan hiervan worden afgeweken.

	Pilot	Ruimen	Intrekken
Boorkop / ruimer	[type]	Jet bit	-
Diameter boorkop /ruimer	[mm]	170	-
Boorgat	[mm]	210	-
Nozzles ruimer	[mm]	afh. van boorkop	-
aantal	[stuks]	1 à 3	-
Drukkracht / Trekkracht	[kN]	267	-
Koppel	[kNm]	< 12.2	-
Spoelingsdruk	[bar]	0 – 50	-
Debiet	[l/min]	0 -750	-

Tabel 6 Specificaties boring per fase



4.3 Plaatsbepaling

De keuze van het meetsysteem is afhankelijk van diverse factoren. De belangrijkste zijn: de boormachine, de boorstangen, de begaanbaarheid van het terrein, de ontwerpdiepte van de boring, de aanwezigheid van verstorende bronnen en de door de omstandigheden en / of opdrachtgever vereiste nauwkeurigheid.

Gebr. van Leeuwen Boringen B.V. zet voor dit project het Gyroscop steering tool in.

Gyro Steering Tool

Het draadgebonden gyroscopisch (optisch) meetsysteem gekoppeld aan een computerprogramma meet de drie hoeken van de boorkop ten opzichte van het geografische noorden. De meetsonde is direct achter de boorkop geplaatst. De gemeten hoeken en enkele andere meetdata 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 op het PC scherm van de laptop van de meetdeskundige en op het machinistenscherm weergegeven instructies van links/ rechts sturen en op / neer sturen. Verder worden de drie gemeten hoeken (azimuth, pitch en roll) in graden op het scherm weergegeven, samen met andere belangrijke waarden welke voor de boring van belang kunnen zijn.

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

Het meetsysteem is ongevoelig voor storingsbronnen van buitenaf.

Nauwkeurigheden voor wat betreft:

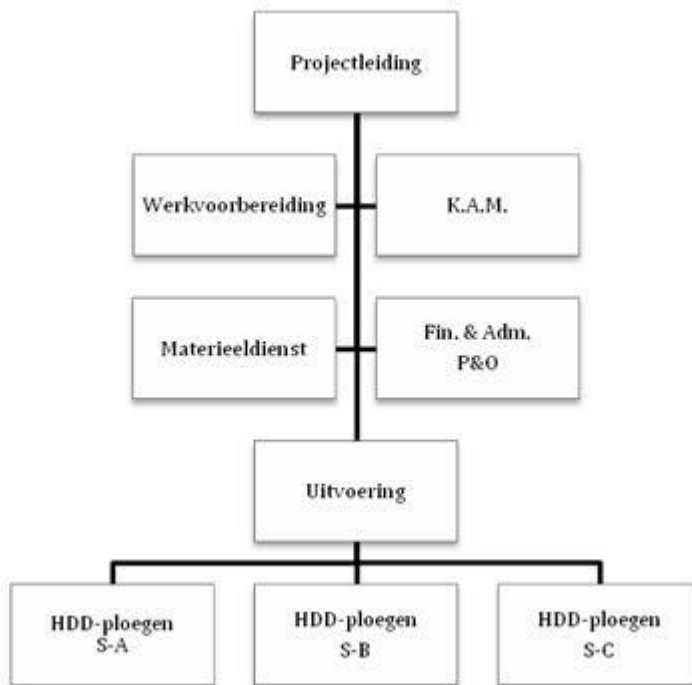
Azimuth	0,04° richting t.o.v. het geografische noorden
Pitch	0,01° helling
Roll	0,02° klokstand

4.4 Boorvloeistof

Bij de pilot boring wordt er gebruik gemaakt van bentoniet. Bij het intrekken van de mantelbuis zal er gebruik worden gemaakt van Drillgrout. De eigenschappen zijn terug te vinden in BIJLAGE 6.0.

5 PERSONEEL, ORGANISATIE EN COMMUNICATIE

5.1 Organisatie



5.2 Personeel en taken

De werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door ervaren personeel. De boormeester is een vaste medewerker van Gebr. van Leeuwen Boringen B.V. met ruime ervaring op dit gebied.

De metingen met het secundaire Radio Detectie Systeem worden uitgevoerd door een ervaren medewerker van Gebr. van Leeuwen Boringen B.V. Bij deze meetsystemen meet de surveyor elke boorstang.

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

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
- Spoelingoperator	1 man	Vervaardigen boorspoeling Analyseren boorspoeling Hand- en spandiensten
- Surveyor / Boorassistent	1-2 man	Handling boorbuizen Hand- en spandiensten Metingen en registraties meetsysteem

Tabel 7 Personeelsinzet

*) Alleen onze boormeester en uitvoerder zijn uiteindelijk bevoegd te beslissen over onder andere de uit te voeren ruimgangen en de toe te passen ruimers en boorvloeistoffen. Zij kunnen zich hierbij echter laten adviseren.

5.3 Wijze van registreren en rapporteren

De uitvoerder en boormeesters houden logboeken 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.

- Druk- / trekkracht rig	:	kN
- Draaimoment	:	kNm
- Muddruk (gemeten op de Rig* en gerelateerd naar berekening minus wrijvingsverlies van ca 0.1 tot 0.3 bar):	:	bar
- Mudflow	:	l/min
- Lengte boorbuizen	:	m

Logboeken en dagrapporten zijn aanwezig on site en inzichtelijk voor hoofdaannemer, directie en opdrachtgever.



6 TECHNISCHE UITVOERINGSRISICO'S

Aan de hand van het ontwerp en de beschikbare informatie over de omgeving van de boring (grondonderzoek, obstakels, constructies derden) worden de risico's ingeschat. Deze risico's worden samen met de preventieve en mitigerende maatregelen beschreven in bijlage 7.0.

7 Beheersing kwelproblematiek

7.1 Kwel:

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

7.2 Risico's en maatregelen:

Bij deze boring is echter sprake van spanningswater (kwelsituatie). Deze situatie is zonder meer onwenselijk. In NEN D4 van 3651:2012 wordt aanbevolen de weerstand langs het boorgat te verwaarlozen ($\alpha=0$). Dit betekent dat. Met $L_{h0}=0$ en $L_{vn}=0$ en $\alpha=0$ in de toets:

$$\sum L_{v0} + \sum \frac{1}{3} * L_{h0} \leq \sum L_{vn} + \sum \alpha * L_{hn}$$

Volgt dat $L_{v0}<0$ dient te zijn. Hieraan wordt nooit voldaan. Dit betekent dat voor de boring een kleikist en kwelscherm noodzakelijk zijn

7.3 Maatregelen op dit project:

Op dit project wordt er gebruik gemaakt van Drillgrout. Het Drillgrout zal gebruikt worden tijdens het intrekken van de mantelbuis. Het Drillgrout helpt het voorkomen van het ontstaan van kwel.

BIJLAGE 1.0 TEKENINGEN

Ontwerptekeningen

Algemeen plan en boorprofiel (bovenaanzicht en langsdoorsnede).
- 19120009-VT16

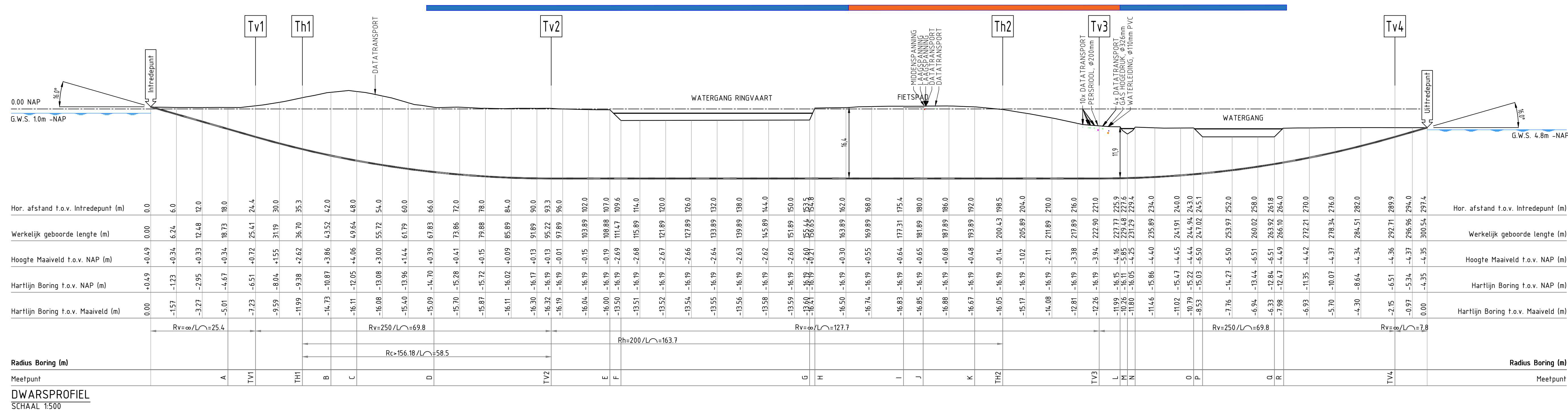
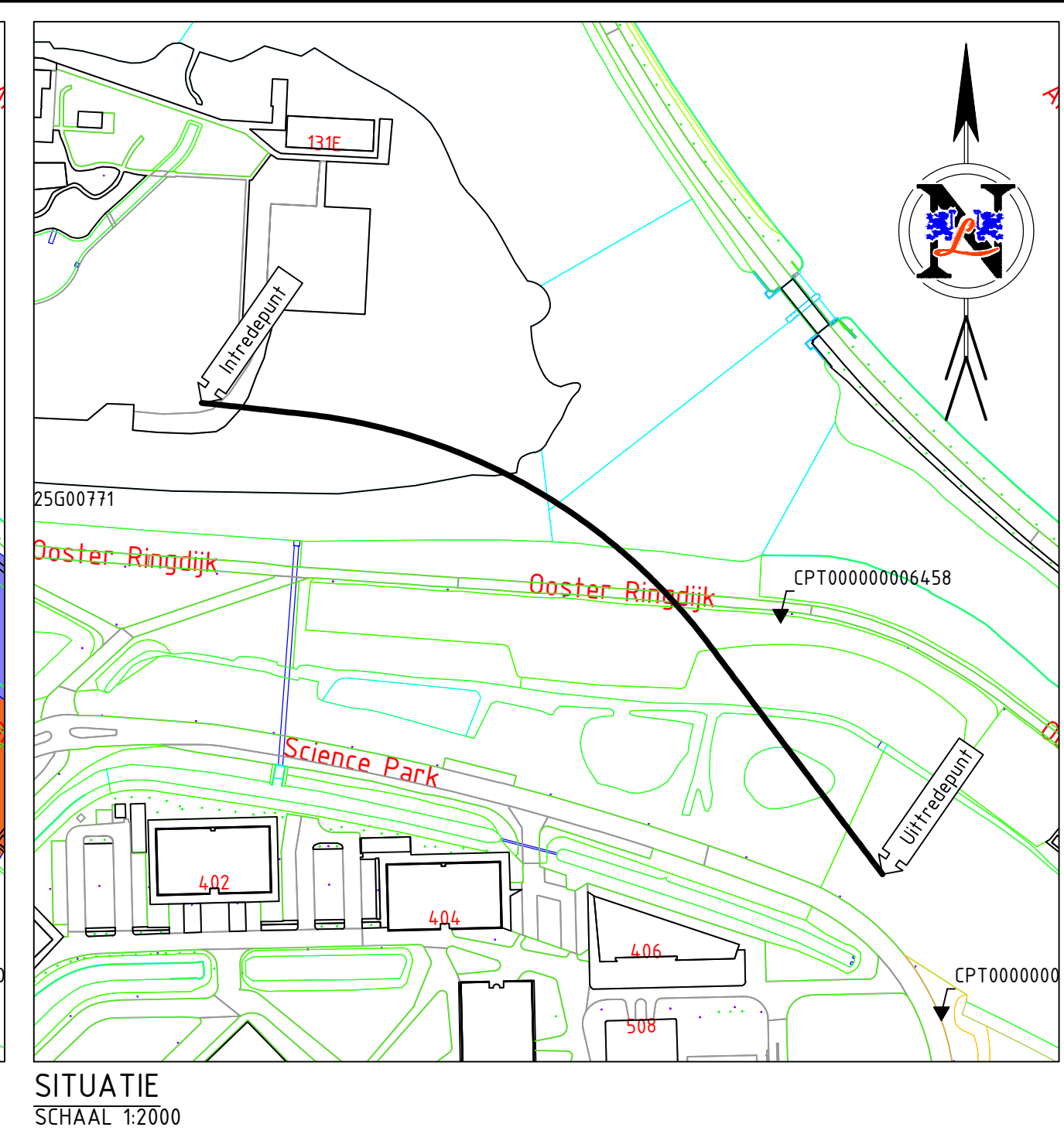
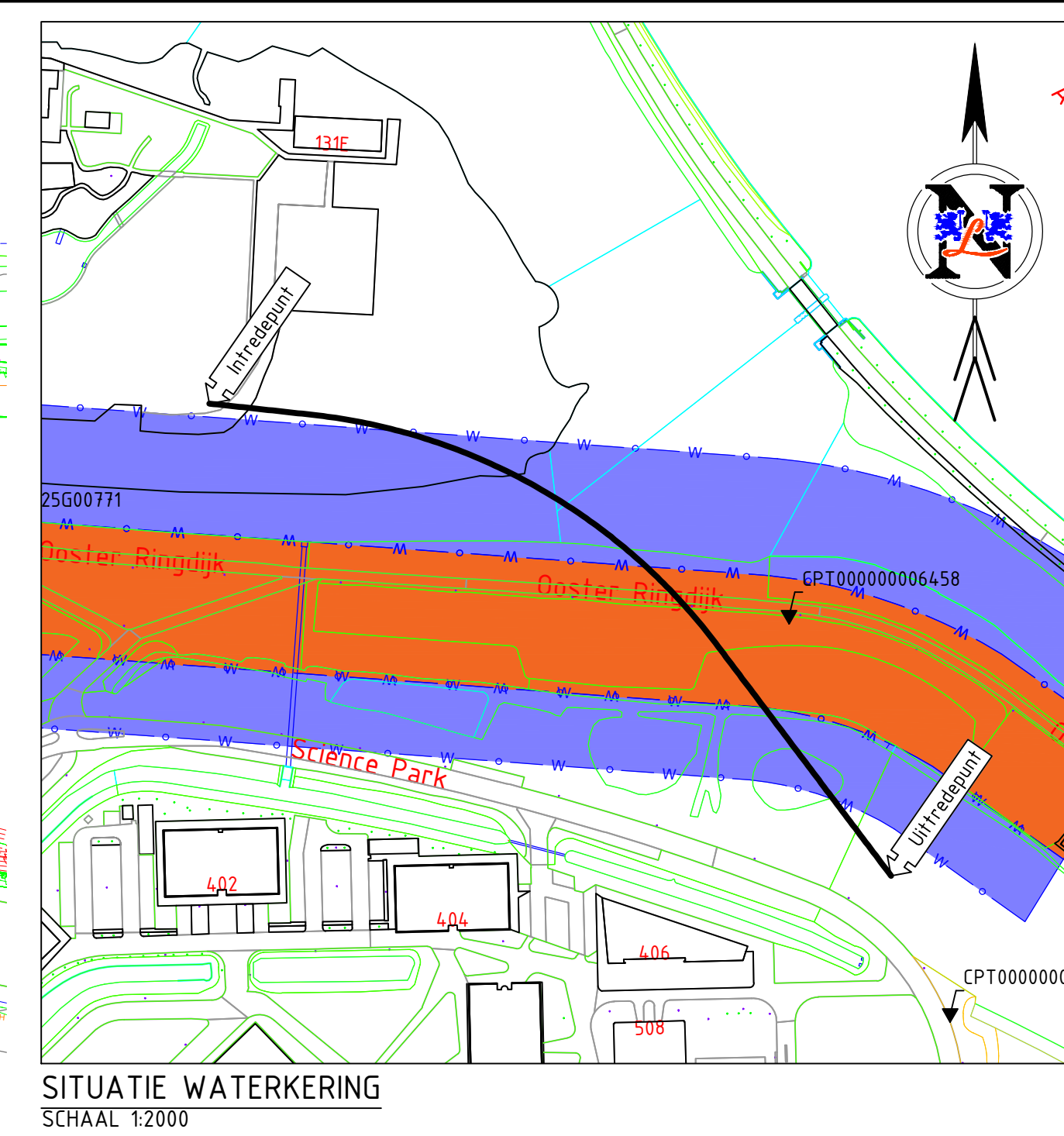
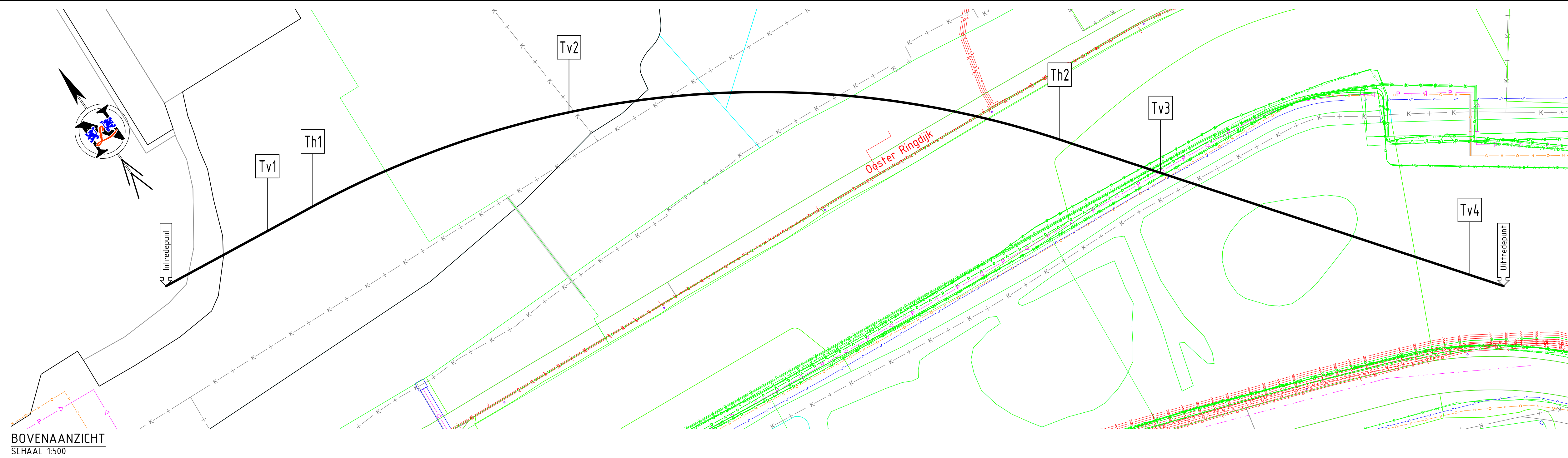
Tracé mud-retourleiding
- Niet van toepassing.

Opstelling boorstelling
- 19120009-VT16

Overige hulpconstructies
- Niet van toepassing.

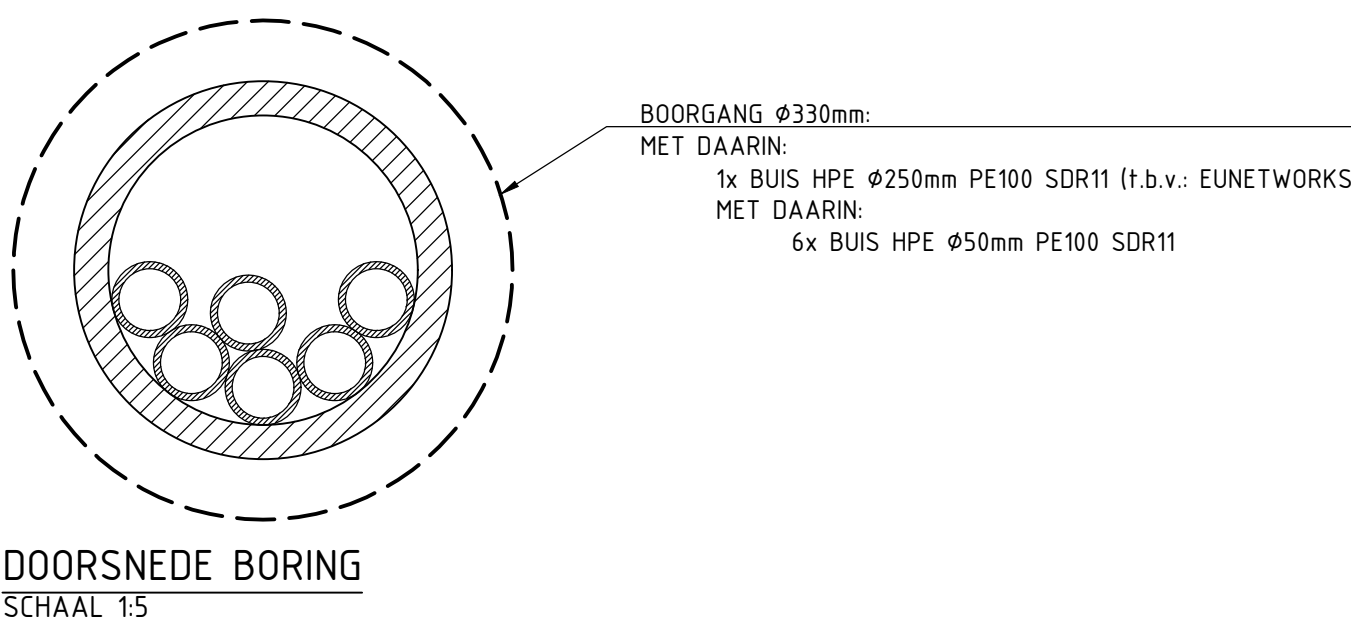
Intrekboog (inclusief hijs/steunpunten, rolstellen)
- Niet van toepassing: alleen bij stalen leidingen.

Trekkop
- Alleen bij stalen leidingen. Bij HDPE worden standaard trekkoppen gebruikt.



Tabel Tangentpunten Boring 16			
	X	Y	Z (NAP)
Inbrede	125679.16	485667.17	0.49
Tv1	125703.44	485664.52	-6.51
Th1	125714.30	485663.34	-9.38
Tv2	125770.23	485648.84	-16.19
Th2	125852.29	485584.94	-16.19
Tv3	125865.82	485567.00	-16.19
Tv4	125907.31	485511.98	-6.51
Uitbrede	125911.83	485505.97	-4.35

TER CONTROLE		
Tekenaar: A.DIJKSTRA		
Naam	Paraaf	Datum

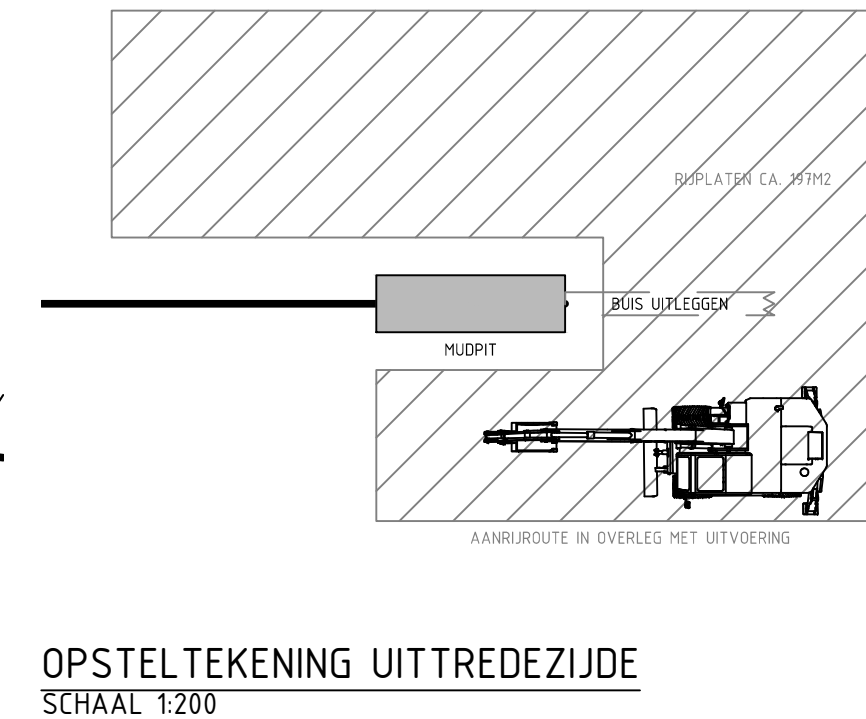
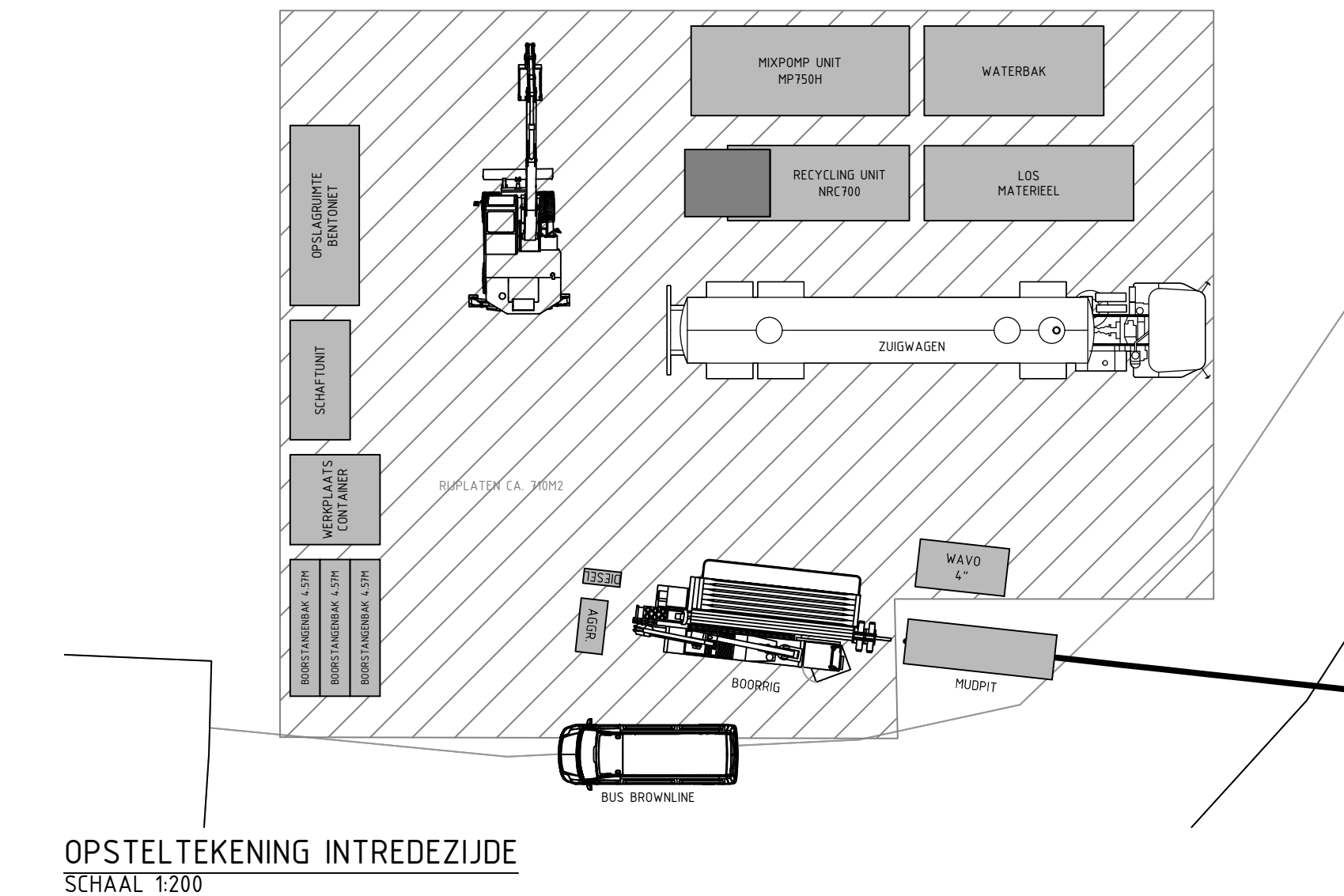


VERGUNNING

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

KABELS EN LEIDINGEN GEBASEERD OP KLIC-MELDING 19G348567 (28-06-2019) DIEPTELIGGING KABELS EN LEIDINGEN ONBEKEND TENZIJN WEERGEGEVEN

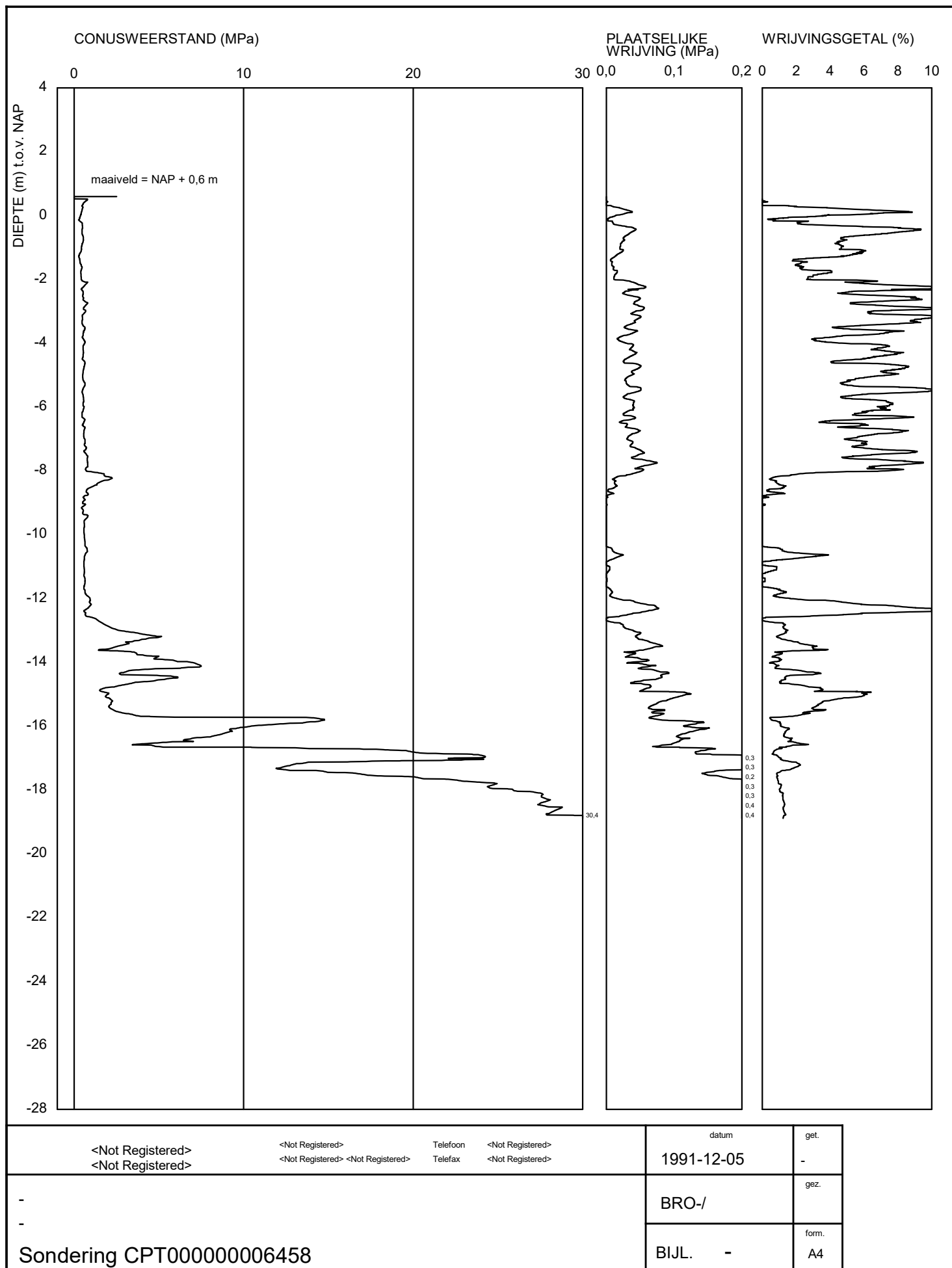
A 11-08-2019 SIGMA ONDERDELEN TOEGEVOEGD				ADI	FGP	
NR	DATUM	WIJZIGING			GET.	GEZ.
		Gebr. van Leeuwen Boringen B.V. Amperweg 17, 3442 AB Woerden T +31 (0)348 44 14 99 E tekentkamer@gvlboringen.com www.gvlboringen.com				
Project		NIEUW TE LEGGEN TRACE AMSTERDAM DCU EUN HDD16				
Onderwerp		HORIZONTAAL GESTUURDE BORING LENGTE ca. 301m, 1xØ250mm SDR11 OOSTER RINGDIJK TE AMSTERDAM				
Opdrachtgever		ADINF				
Vergunninghouder		EUNETWORKS				
Dossiernummer		Gefabed ADIJKSTRA	Datum tekening 31-07-2019	Schaal 1:5 / 1:200 / 1:5000	Fase VERGUNNING	
Kenmerk		Gezien F. GROENEVELD	Datum gezien -	Formaat A15 (841x1050)	Blad 1 / 1	
					Tekeningnummer 19120009-VT16	Wijz. A

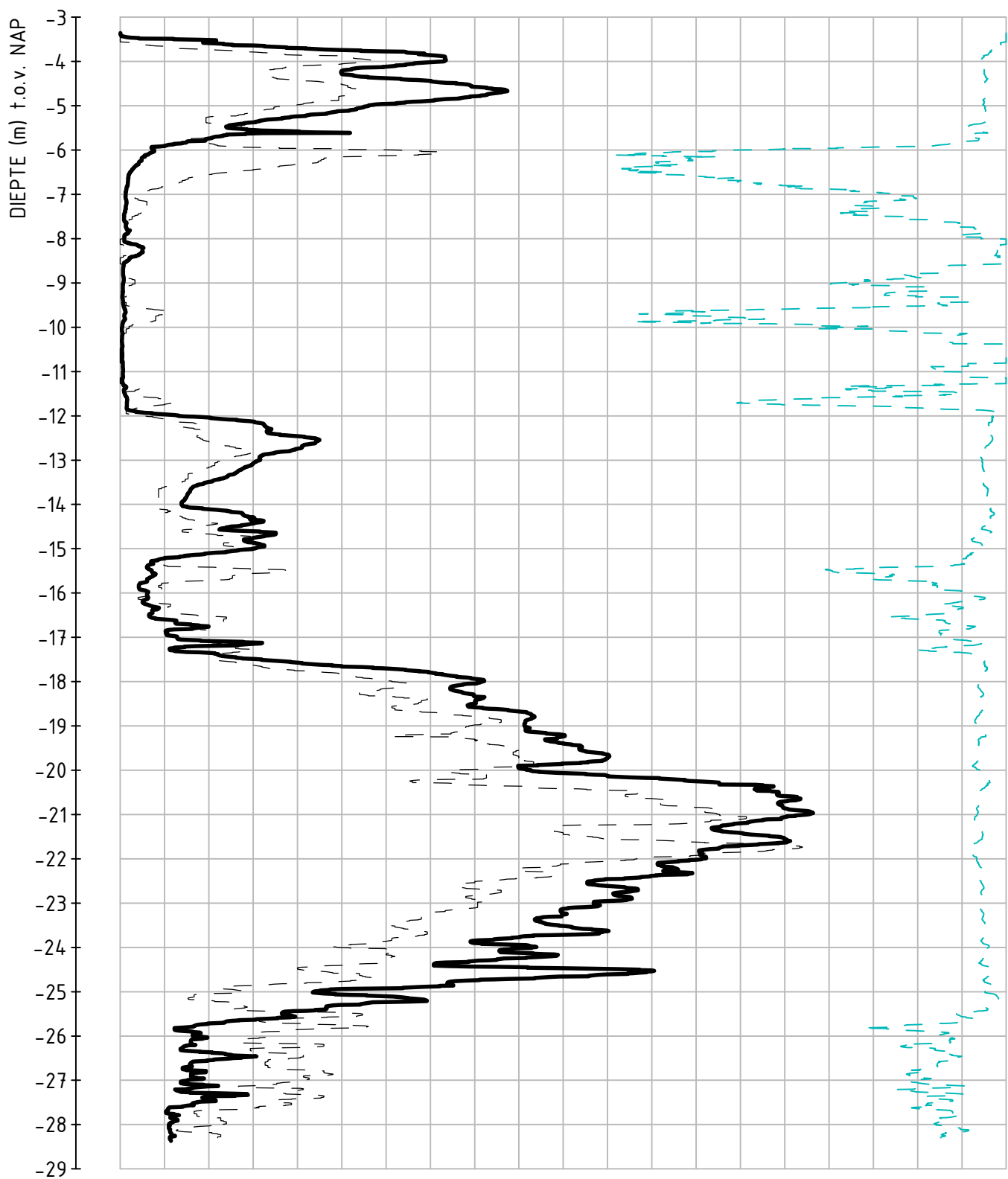
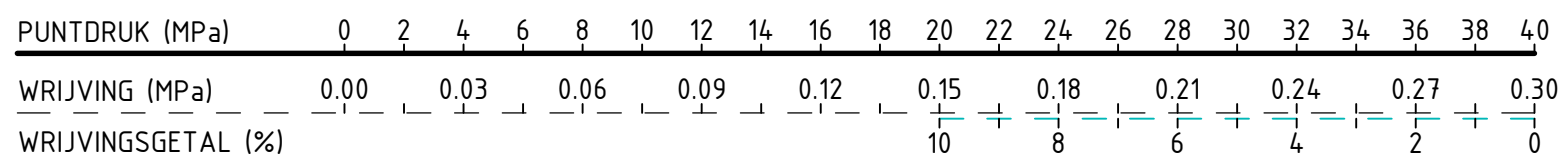


LEGENDA

- GASLEIDING HD
- GASLEIDING LD
- WATERLEIDING
- RIJLIERING VRIJVERVAL
- PERSLEIDING
- HOOGSPANNING
- MIDDENSPPANNING
- LAAGSPANNING
- DATA
- MANTELBUIS
- GESTUURDE BORING DERDEN
- KADASTRAAL NUMMER
- KADASTRALE GRENS
- KERNZONE (WATERKERING)
- BESCHERMINGSZONE (WATERKERING)

BIJLAGE 2.0 GRONDONDERZOEK





BIJLAGE 3.0 BEREKENINGEN

Ontwerpberekening

Toelaatbare kromtestraal

- HDPE: Toegestane straal 50xD (gelegd en onder druk) 5,5m1 minimaal
- Boorstangen: R= 150m1 minimaal (gyro)

Minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldrukken

- 19120009-BB16

Trekkrachtberekening

- 19120009-BB16

Controle materiaalspanningen

- 19120009-BB16

Dodebedconstructies

- Niet van toepassing.

Overige hulpconstructies

- Niet van toepassing.

Controle opdrijven/zinken productleiding (ballasten)

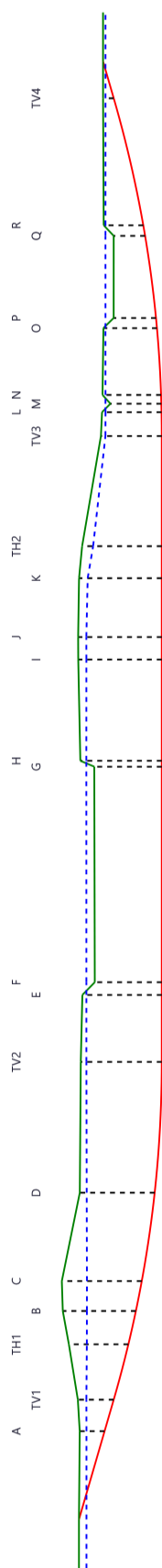
- Niet van toepassing.

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012			Sigma 2018 1.5 ©
Algemene gegevens			
Naam van het project : 19120009 Amsterdam DCU EUN HDD16 Projectonderdeel : 1xØ250mm SDR11			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 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 Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 250,00	mm
Wanddikte	d _n	= 22,8	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 330	mm
Diameter boorstang	D _b	= 92	mm
Totale lengte	L	= 300,52	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 25,40	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 69,81	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 127,70	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 69,81	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 7,80	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 50,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 250,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 250,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 16,00 / 28,67	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 16,00 / 28,67	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
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. zonder rollenbaan	f ₁	= 0,3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005	N/mm²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃	= 0,2	
			14-08-2019 07:51:32

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]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m³]	Wrijvings- hoek grond [°]
A	18,73	5,01	1,36	Klei	15,32	14,25	17,50
TV1	25,41	7,23	1,72	Klei	14,97	13,89	15,00
TH1	36,7	11,99	3,62	Zand	14,77	16,28	35,00
B	43,52	14,73	4,86	Zand	14,45	17,33	25,00
C	49,64	16,11	5,06	Zand	14,43	17,32	25,00
D	67,83	15,09	1,39	Zand	15,29	16,60	32,50
TV2	95,22	16,32	1,13	Zand	15,59	16,57	32,50
E	108,88	16,00	0,81	Zand	15,59	16,57	32,50
F	111,47	13,50	-1,69	Zand	16,50	16,16	30,00
G	155,44	13,60	-1,60	Zand	15,90	16,18	32,50
H	156,65	16,41	1,21	Zand	15,49	16,61	32,50
I	177,31	16,83	1,64	Zand	15,03	16,76	27,00
J	181,89	16,85	1,65	Zand	15,02	16,77	27,00
K	193,89	16,67	1,74	Zand	14,96	16,76	30,00
TH2	200,43	16,05	2,22	Zand	14,96	16,76	30,00
TV3	222,9	12,26	0,91	Zand	20,00	19,14	27,00
L	227,77	11,99	0,70	Zand	20,00	19,14	27,00
M	229,49	10,26	-1,00	Zand	20,00	19,08	35,00
N	231,29	11,80	0,60	Zand	20,00	19,23	32,50
O	244,94	10,79	0,41	Zand	20,00	19,10	35,00
P	247,02	8,53	-1,65	Zand	20,00	18,69	35,00
Q	263,92	6,33	-1,66	Zand	20,00	18,69	35,00
R	266,1	7,98	0,36	Zand	20,00	18,62	25,00
TV4	292,71	2,15	0,49	Klei	14,32	14,50	15,00

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	0,00	1,00	Grafiek ½ x II
TV1	Geen	0,0060	2,50	0,50	Geen
TH1	Geen	0,0060	0,00	75,00	Geen
B	Geen	0,0060	0,00	15,00	Geen
C	Geen	0,0060	0,00	15,00	Geen
D	Geen	0,0060	0,00	45,00	Geen
TV2	Geen	-	0,00	45,00	Geen
E	Geen	-	0,00	45,00	Geen
F	Geen	-	0,00	15,00	Geen
G	Geen	-	0,00	45,00	Geen
H	Geen	-	0,00	45,00	Geen
I	Geen	-	0,00	35,00	Grafiek ½ x II
J	Geen	-	0,00	35,00	Grafiek ½ x II
K	Geen	-	0,00	15,00	Geen
TH2	Geen	-	0,00	15,00	Geen
TV3	Geen	-	0,00	35,00	Geen
L	Geen	0,0060	0,00	35,00	Geen
M	Geen	0,0060	0,00	75,00	Geen
N	Geen	0,0060	0,00	45,00	Geen
O	Geen	0,0060	0,00	75,00	Geen
P	Geen	0,0060	0,00	75,00	Geen
Q	Geen	0,0060	0,00	75,00	Geen
R	Geen	0,0060	0,00	15,00	Geen
TV4	Geen	0,0060	0,00	1,00	Geen



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 227,20	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 250,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 125,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 102,20	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 106.064.835,12	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 848.518,68	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 987,70	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 86,64	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 16.273,95	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,1554	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	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,1554 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,1554 \text{ N/mm}^1$

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]
Starten met trekken	300,52	19.616
Na 1 ^e deel intrekken	292,72	19.107
Na 2 ^e deel intrekken	222,91	14.550
Na 3 ^e deel intrekken	95,21	6.215
Na 4 ^e deel intrekken	25,40	1.658

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,1554 \cdot 0,3$$

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]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	19.616	1,21
Na 1 ^e deel intrekken	19.107	1,17
Na 2 ^e deel intrekken	14.550	0,89
Na 3 ^e deel intrekken	6.215	0,38
Na 4 ^e deel intrekken	1.658	0,10

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{16.273,95}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835}{50.000} = 2.275.090,71 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{2.275.090,71}{848.519} = \mathbf{2,68 \text{ N/mm}^2}$$

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	1,21	2,95
Na 1 ^e deel intrekken	1,17	2,92
Na 2 ^e deel intrekken	0,89	2,64
Na 3 ^e deel intrekken	0,38	2,12
Na 4 ^e deel intrekken	0,10	1,84

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 2,68 + \sigma_t$$

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

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: $D_{e,omtrek} = 785,40 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,155 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 250,00^2 \cdot \pi/4 = 0,565 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,409 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	7,80	1.322	-
2 ^e deel intrekken	77,61	-	13.157
3 ^e deel intrekken	205,31	34.805	-
4 ^e deel intrekken	275,12	-	46.639
Geheel ingetrokken	300,52	50.945	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,409 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,409 \cdot 0,2)$

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

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
TV1	0,0014	250,0	0,0011	359
TH1	0,0014	250,0	0,0011	359
B	0,0014	250,0	0,0011	359
C	0,0014	250,0	0,0011	359
D	0,0014	250,0	0,0011	359
L	0,0014	250	0,0011	359
M	0,0014	250	0,0011	359
N	0,0014	250	0,0011	359
O	0,0014	250	0,0011	359
P	0,0014	250	0,0011	359
Q	0,0014	250	0,0011	359
R	0,0014	250	0,0011	359
TV4	0,0014	250	0,0011	359

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$Q_r = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot 0,9 \cdot R}$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,4 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 250 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	14.550	13.157	359	-	28.066
Opgaande bocht	1.658	46.639	359	359	49.016

Neergaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a, \text{neer}} + T_{3b, \text{neer}, \text{max}}$

Opgaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a, \text{neer}} + T_{3b, \text{neer}, \text{max}} + T_{3a, \text{op}} + T_{3b, \text{op}, \text{max}}$

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	8,00	28.066	2.187
Opgaande bocht	8,00	49.016	3.820

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3c, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	$T_{3c, \text{op}}$ [N]	T_{tot} [N]
1 ^e deel intrekken	19.107	1.322	-	-	-	-	20.430
2 ^e deel intrekken	14.550	13.157	359	2.187	-	-	30.254
3 ^e deel intrekken	6.215	34.805	359	2.187	-	-	43.566
4 ^e deel intrekken	1.658	46.639	359	2.187	359	3.820	55.023
Geheel intrekken	0	50.945	359	2.187	359	3.820	57.671

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + T_{3b, \text{neer}, \text{max}} + T_{3c, \text{neer}} + T_{3b, \text{op}, \text{max}} + T_{3c, \text{op}}$$

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm²]
1 ^e deel intrekken	20.430	1,26
2 ^e deel intrekken	30.254	1,86
3 ^e deel intrekken	43.566	2,68
4 ^e deel intrekken	55.023	3,38
Geheel intrekken	57.671	3,54

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{16.273,95}$$

*5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat*5.7.1 Neergaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,o} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 250.000} = 643.460,00 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{643.460,00}{848.518,68} = \mathbf{0,76 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,o} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 250.000} = 643.460,00 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{643.460,00}{848.518,68} = \mathbf{0,76 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 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]
Starten met trekken	20.430	1,26	-	1,26
Na 1 ^e deel intrekken	30.254	1,86	0,76	2,35
Na 2 ^e deel intrekken	43.566	2,68	-	2,68
Na 3 ^e deel intrekken	55.023	3,38	0,76	3,87
Na 4 ^e deel intrekken	57.671	3,54	-	3,54

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{16.273,95} = \sigma_t$$

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

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

6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase*6.1 Berekening van de spanningen s_p en s_{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]	Grond- soort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
A	5,01	1,36	Klei	22,92	57,21	80,13	10,91
TV1	7,23	1,72	Klei	28,32	84,19	112,51	14,35
TH1	11,99	3,62	Zand	58,81	149,89	208,70	31,25
B	14,73	4,86	Zand	77,25	188,15	265,40	41,68
C	16,11	5,06	Zand	80,32	210,52	290,84	45,09
D	15,09	1,39	Zand	23,38	250,16	273,54	34,14
TV2	16,32	1,13	Zand	19,38	276,87	296,25	36,09
E	16,00	0,81	Zand	13,89	276,87	290,76	34,71
F	13,50	-1,69	Zand	0,00	239,98	239,98	26,24
G	13,60	-1,60	Zand	0,00	242,05	242,05	26,51
H	16,41	1,21	Zand	20,62	277,72	298,34	36,58
I	16,83	1,64	Zand	27,11	280,04	307,16	38,81
J	16,85	1,65	Zand	27,26	280,39	307,66	38,91
K	16,67	1,74	Zand	28,63	275,25	303,88	38,65
TH2	16,05	2,22	Zand	36,53	254,97	291,50	38,30
TV3	12,26	0,91	Zand	20,02	238,96	258,98	36,37
L	11,99	0,70	Zand	15,40	237,70	253,10	35,05
M	10,26	-1,00	Zand	0,00	215,34	215,34	28,18
N	11,80	0,60	Zand	13,20	236,91	250,11	34,53
O	10,79	0,41	Zand	9,02	218,08	227,10	30,83
P	8,53	-1,65	Zand	0,00	175,37	175,37	22,52
Q	6,33	-1,66	Zand	0,00	130,14	130,14	16,71
R	7,98	0,36	Zand	7,92	156,07	163,99	21,95
TV4	2,15	0,49	Klei	7,72	26,48	34,20	4,40

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
A	5,01	Grafiek ½ x II	2,01	0,50
TV1	7,23	Geen	0,00	0,00
TH1	11,99	Geen	0,00	0,00
B	14,73	Geen	0,00	0,00
C	16,11	Geen	0,00	0,00
D	15,09	Geen	0,00	0,00
TV2	16,32	Geen	0,00	0,00
E	16,00	Geen	0,00	0,00
F	13,50	Geen	0,00	0,00
G	13,60	Geen	0,00	0,00
H	16,41	Geen	0,00	0,00
I	16,83	Grafiek ½ x II	0,38	0,10
J	16,85	Grafiek ½ x II	0,38	0,10
K	16,67	Geen	0,00	0,00
TH2	16,05	Geen	0,00	0,00
TV3	12,26	Geen	0,00	0,00
L	11,99	Geen	0,00	0,00
M	10,26	Geen	0,00	0,00
N	11,80	Geen	0,00	0,00
O	10,79	Geen	0,00	0,00
P	8,53	Geen	0,00	0,00
Q	6,33	Geen	0,00	0,00
R	7,98	Geen	0,00	0,00
TV4	2,15	Geen	0,00	0,00

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 250$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
A	10,91	0,50	11,41	178,87	2,06
TV1	14,35	0,00	14,35	225,00	2,60
TH1	31,25	0,00	31,25	489,92	5,65
B	41,68	0,00	41,68	653,34	7,54
C	45,09	0,00	45,09	706,80	8,16
D	34,14	0,00	34,14	535,13	6,18
TV2	36,09	0,00	36,09	565,72	6,53
E	34,71	0,00	34,71	544,22	6,28
F	26,24	0,00	26,24	411,42	4,75
G	26,51	0,00	26,51	415,64	4,80
H	36,58	0,00	36,58	573,52	6,62
I	38,81	0,10	38,91	609,98	7,04
J	38,91	0,10	39,01	611,54	7,06
K	38,65	0,00	38,65	605,84	6,99
TH2	38,30	0,00	38,30	600,43	6,93
TV3	36,37	0,00	36,37	570,18	6,58
L	35,05	0,00	35,05	549,47	6,34
M	28,18	0,00	28,18	441,84	5,10
N	34,53	0,00	34,53	541,29	6,25
O	30,83	0,00	30,83	483,25	5,58
P	22,52	0,00	22,52	353,00	4,07
Q	16,71	0,00	16,71	261,95	3,02
R	21,95	0,00	21,95	344,08	3,97
TV4	4,40	0,00	4,40	68,96	0,80

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,60$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{86,64}$$

6.6 Optredende spanning s_{qr} tgv. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
TV1	250,0	0,0011	0,034
TH1	250,0	0,0011	0,034
B	250,0	0,0011	0,034
C	250,0	0,0011	0,034
D	250,0	0,0011	0,034
L	250	0,0011	0,034
M	250	0,0011	0,034
N	250	0,0011	0,034
O	250	0,0011	0,034
P	250	0,0011	0,034
Q	250	0,0011	0,034
R	250	0,0011	0,034
TV4	250	0,0011	0,034

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 250 \cdot \frac{125,00}{86,64}$$

6.7 Berekening van de spanning s_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{987,70}{227,2^3} = 0,0821 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,11 \text{ kN/m}^2}$$

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

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,07 m** grondwater boven de leiding

9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen*9.1 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]
A	2,06	-	0,65	1,34
TV1	2,60	0,034	0,65	1,71
TH1	5,65	0,034	0,65	3,70
B	7,54	0,034	0,65	4,92
C	8,16	0,034	0,65	5,32
D	6,18	0,034	0,65	4,04
TV2	6,53	-	0,65	4,24
E	6,28	-	0,65	4,08
F	4,75	-	0,65	3,09
G	4,80	-	0,65	3,12
H	6,62	-	0,65	4,30
I	7,04	-	0,65	4,58
J	7,06	-	0,65	4,59
K	6,99	-	0,65	4,55
TH2	6,93	-	0,65	4,50
TV3	6,58	-	0,65	4,28
L	6,34	0,034	0,65	4,14
M	5,10	0,034	0,65	3,34
N	6,25	0,034	0,65	4,08
O	5,58	0,034	0,65	3,65
P	4,07	0,034	0,65	2,67
Q	3,02	0,034	0,65	1,99
R	3,97	0,034	0,65	2,60
TV4	0,80	0,034	0,65	0,54

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

9.2 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]
A	0,00	0,00	-	-	0,00
TV1	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
TH1	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
B	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
C	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
D	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
TV2	0,00	0,00	-	-	0,00
E	0,00	0,00	-	-	0,00
F	0,00	0,00	-	-	0,00
G	0,00	0,00	-	-	0,00
H	0,00	0,00	-	-	0,00
I	0,00	0,00	-	-	0,00
J	0,00	0,00	-	-	0,00
K	0,00	0,00	-	-	0,00
TH2	0,00	0,00	-	-	0,00
TV3	0,00	0,00	-	-	0,00
L	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
M	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
N	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
O	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
P	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
Q	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
R	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49
TV4	0,00	0,00	0,76	0,65	0,49

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

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_y [mm]	δ_y/D_g [%]
A	10,91	0,50	-	1,50	0,66
TV1	14,35	0,00	0,0011	1,67	0,74
TH1	31,25	0,00	0,0011	7,10	3,13
B	41,68	0,00	0,0011	7,26	3,20
C	45,09	0,00	0,0011	7,85	3,46
D	34,14	0,00	0,0011	7,32	3,22
TV2	36,09	0,00	-	7,74	3,41
E	34,71	0,00	-	7,45	3,28
F	26,24	0,00	-	5,29	2,33
G	26,51	0,00	-	5,69	2,50
H	36,58	0,00	-	7,85	3,45
I	38,81	0,10	-	7,21	3,17
J	38,91	0,10	-	7,23	3,18
K	38,65	0,00	-	7,78	3,43
TH2	38,30	0,00	-	7,72	3,40
TV3	36,37	0,00	-	6,74	2,97
L	35,05	0,00	0,0011	6,49	2,86
M	28,18	0,00	0,0011	6,41	2,82
N	34,53	0,00	0,0011	7,41	3,26
O	30,83	0,00	0,0011	7,01	3,08
P	22,52	0,00	0,0011	5,12	2,25
Q	16,71	0,00	0,0011	3,80	1,67
R	21,95	0,00	0,0011	3,82	1,68
TV4	4,40	0,00	0,0011	0,51	0,23

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,60^3}{350 \cdot 987,70}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 227,20 = \mathbf{18,18 \text{ mm}}$$

11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p_f' [kN/m ²]	G [MN/m ²]
A	5,01	29,73	20,79	25,26	32,85	0,36
TV1	7,23	37,88	28,08	32,98	43,93	0,18
TH1	11,99	88,78	37,86	63,32	99,64	28,85
B	14,73	120,64	69,66	95,15	135,36	5,77
C	16,11	129,87	74,98	102,42	145,71	5,77
D	15,09	89,07	41,21	65,14	100,14	17,31
TV2	16,32	92,93	43,00	67,97	104,48	17,31
E	16,00	88,40	40,90	64,65	99,38	17,31
F	13,50	63,33	31,66	47,50	71,24	5,77
G	13,60	64,04	29,63	46,84	72,00	17,31
H	16,41	94,56	43,75	69,16	106,31	17,31
I	16,83	101,95	55,66	78,81	114,58	13,46
J	16,85	102,26	55,84	79,05	114,94	13,46
K	16,67	101,84	50,92	76,38	114,57	5,77
TH2	16,05	102,61	51,31	76,96	115,44	5,77
TV3	12,26	100,54	54,89	77,71	113,00	13,46
L	11,99	96,27	52,57	74,42	108,21	13,46
M	10,26	75,36	32,14	53,75	84,58	28,85
N	11,80	94,71	43,82	69,26	106,48	17,31
O	10,79	83,89	35,77	59,83	94,15	28,85
P	8,53	59,63	25,43	42,53	66,93	28,85
Q	6,33	44,25	18,87	31,56	49,66	28,85
R	7,98	59,33	34,26	46,79	66,57	5,77
TV4	2,15	11,66	8,64	10,15	12,78	0,36

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

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

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

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

$$G = \frac{E_{100}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

Locatie	Q [-]	R _{p,max} [m]	u [N/mm ²]	p _{st} [N/mm ²]	Δ _p [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]
A	0,021	2,51	0,0365	0,04118	0,00	0,12
TV1	0,061	3,62	0,0551	0,06216	0,01	0,14
TH1	0,0013	1,47	0,0837	0,09443	0,01	1,22
B	0,0070	0,62	0,0987	0,1113	0,01	0,69
C	0,0075	0,60	0,1105	0,1247	0,01	0,73
D	0,0020	1,16	0,1370	0,1546	0,02	1,01
TV2	0,0021	1,14	0,1519	0,1714	0,02	1,05
E	0,0020	1,16	0,1519	0,1714	0,03	1,02
F	0,0041	0,81	0,1519	0,1714	0,03	0,60
G	0,0015	1,37	0,1520	0,1715	0,04	0,86
H	0,0021	1,13	0,1520	0,1715	0,04	1,06
I	0,0027	1,01	0,1519	0,1714	0,04	0,88
J	0,0027	1,01	0,1520	0,1715	0,05	0,88
K	0,0066	0,64	0,1493	0,1684	0,05	0,76
TH2	0,0067	0,64	0,1383	0,1560	0,05	0,75
TV3	0,0026	1,02	0,1135	0,1280	0,06	0,84
L	0,0025	1,04	0,1129	0,1274	0,06	0,81
M	0,0011	1,60	0,1126	0,1270	0,06	1,14
N	0,0022	1,13	0,1120	0,1264	0,06	1,02
O	0,0012	1,51	0,1038	0,1171	0,06	1,20
P	0,00085	1,79	0,1018	0,1148	0,06	0,98
Q	0,00063	2,08	0,0799	0,09014	0,07	0,81
R	0,0034	0,89	0,0762	0,08597	0,07	0,44
TV4	0,0074	1,08	0,0166	0,01873	0,07	0,05

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$p_{st} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$$

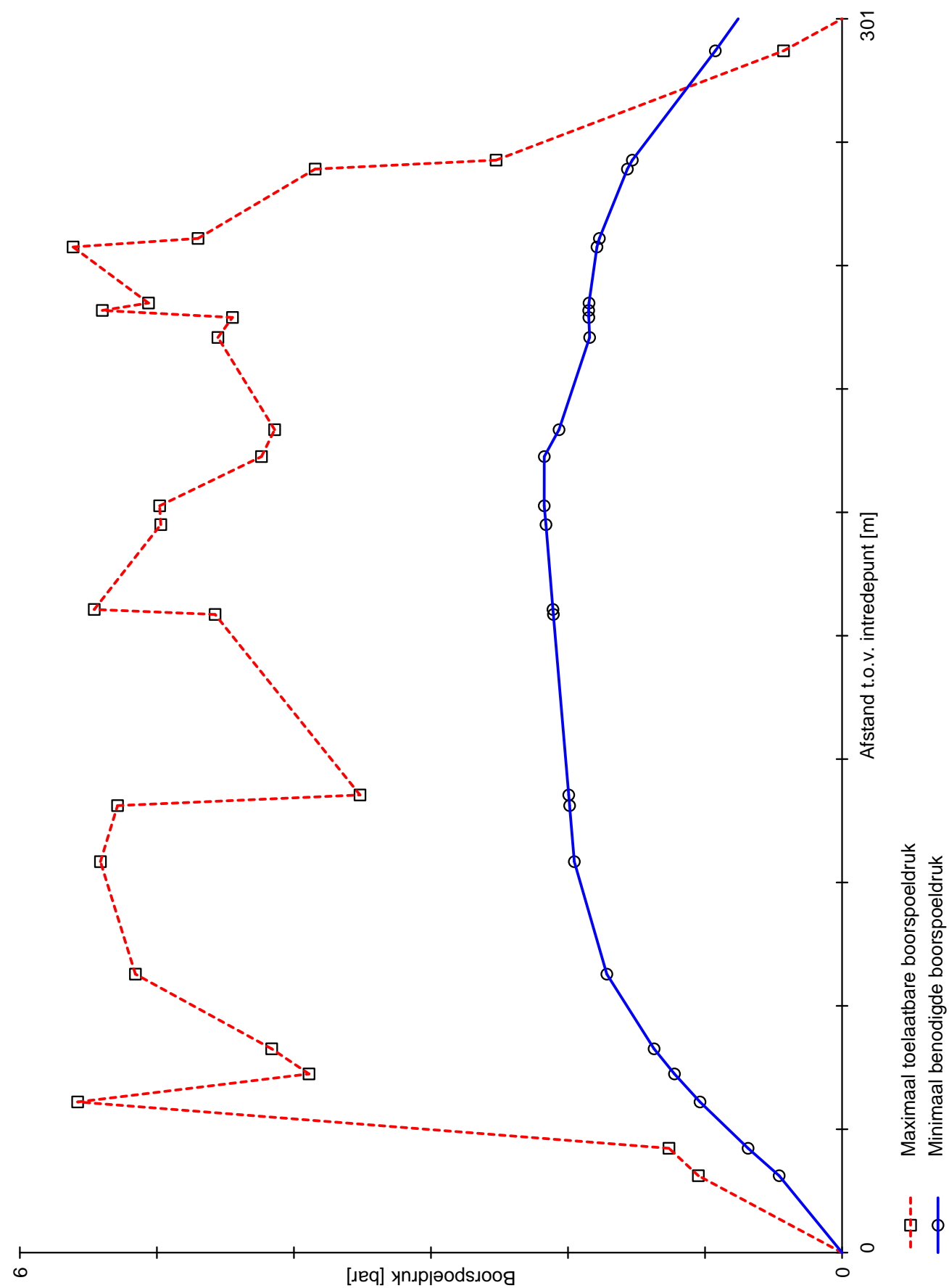
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
A	113,15	104,86	45,90	1,13	1,05	0,46
TV1	139,68	126,29	68,57	1,40	1,26	0,69
TH1	557,82	1.097,97	103,68	5,58	10,98	1,04
B	388,99	621,48	122,32	3,89	6,21	1,22
C	416,22	660,42	137,17	4,16	6,60	1,37
D	515,67	911,22	171,66	5,16	9,11	1,72
TV2	541,18	946,71	195,37	5,41	9,47	1,95
E	528,72	920,77	198,81	5,29	9,21	1,99
F	351,78	536,79	199,47	3,52	5,37	1,99
G	457,55	772,58	210,67	4,58	7,73	2,11
H	545,70	955,99	210,97	5,46	9,56	2,11
I	497,14	793,66	216,07	4,97	7,94	2,16
J	497,97	795,13	217,33	4,98	7,95	2,17
K	423,67	683,55	217,31	4,24	6,84	2,17
TH2	414,05	676,40	206,55	4,14	6,76	2,07
TV3	455,45	752,82	184,24	4,55	7,53	1,84
L	444,81	733,18	184,79	4,45	7,33	1,85
M	539,83	1.022,85	184,88	5,40	10,23	1,85
N	506,10	920,82	184,66	5,06	9,21	1,85
O	561,14	1.079,87	178,85	5,61	10,80	1,79
P	469,97	885,73	177,12	4,70	8,86	1,77
Q	384,49	728,89	156,67	3,84	7,29	1,57
R	252,47	392,02	153,05	2,52	3,92	1,53
TV4	42,72	46,52	92,52	0,43	0,47	0,93

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

$$p_{\min} = p_{st} + \Delta p$$



Memo:

Omschrijving:

EUnetworks heeft Gebr. van Leeuwen Boringen B.V. gevraagd om sterkte en muddrubberekening te realiseren ten behoeve van een geplande gestuurde boring onder de Ringdijk-Linneuskade-Oosterringdijk waterkering door te Amsterdam. Middels deze gestuurde boring zal er 1xØ250mm PE100 SDR 11 mantelbuis worden aangebracht. Het bootraccé heeft over het maaiveld een lengte van ca. 300,5 meter en een diepte van -16,19 meter ten opzichte van NAP. De berekeningen zijn gerealiseerd met het programma Sigma van adviesbureau Schrijvers BV.

Gebruikte gegevens:

De input voor de sterkte- en muddrubberekeningen zijn gebaseerd op de bijgevoegde grondonderzoeken in de bijlage 2.0. Om de grondwaterstand in te schatten is gebruik gemaakt van peilbuisgegevens. Op basis van deze gegevens is de grondwaterstand bepaald op ca. -1,00m en -4,80m ten opzichte van NAP.

Conclusies:

Uit de berekening blijkt dat de boorrig minimaal 57,671kN (5,77 ton) moet kunnen genereren om de mantelbuis in te trekken. (zoals hieronder in de tabel staat weergegeven)

5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekkracht T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b,\text{neer}}$ [N]	$T_{3c,\text{neer}}$ [N]	$T_{3b,\text{op}}$ [N]	$T_{3c,\text{op}}$ [N]	T_{tot} [N]
1 ^e deel intrekken	19.107	1.322	-	-	-	-	20.430
2 ^e deel intrekken	14.550	13.157	359	2.187	-	-	30.254
3 ^e deel intrekken	6.215	34.805	359	2.187	-	-	43.566
4 ^e deel intrekken	1.658	46.639	359	2.187	359	3.820	55.023
Geheel intrekken	0	50.945	359	2.187	359	3.820	57.671

Hieruit blijkt dat de benodigde trekkracht 57,671kN (5,77 ton) kleiner is dan de maximaal toelaatbare trekkracht van de Ø250mm mantelbuis.

Uit de berekening blijkt dat de buis met betrekking tot de optredende spanningen voldoet en binnen de gestelde marges blijft.

Uit de muddrubberekening blijkt dat er ter plaatsen van de berekende punten voldoende marge word gehouden tussen de minimaal benodigde en de maximaal toelaatbare boorspoeldruk.

BIJLAGE 4.0 SPECIFICATIES MATERIEEL

DitchWitch JT60 – 27-ton HDD-drilling rig

CKB S-B



27 ton HDD Drilling rig in Zegveld (NL)

Dimensions

- Transport / during operations	:	8,41 x 2,21 x 2.51 m
- During operations	:	20x30 m
- HDD Drilling rig + HPP	:	14.175 kg

HDD Drilling rig

- Max. torque	:	12,2 kNm
- Thrust / Pullback force	:	267 kN
- Angle of departure (to ground level)	:	8-16°

Rig Anchor

- Thrust / Pull back	:	Dozing blade, chains or sheet piling
----------------------	---	--------------------------------------

Mud Plant

- Mixer type / Capacity	:	FMC M12 / 500 l/min
- Recycling unit type / Capacity	:	Sitetec R 500 l/min
- High pressure pump / Capacity	:	70 bar / 500 l/min

Down hole tools

- Drill pipes	:	Steel (Firestick I) 92mm x 4,57m
- Min. radius standard / steering tool	:	R = 80 m ¹ / R = 220 m ¹
- Drill head type standard / steering tool	:	jet bit / bend sub + roller cone
- Borehole diameter pilot drilling	:	approx 170 mm ¹ / 220mm ¹

Display of parameters at the rig and in logbooks

Thrust / Pullback force	:	tons
Torque	:	Nm / bar
Mud pressure	:	bar
Mud flow	:	l/min
Drill pipe length	:	m ¹

BIJLAGE 5.0 PLAATSBEPALINGSSYSTEMEN



Drillguide Gyro Steering Tool

Working Procedure

This document describes the procedure of using the Drillguide Gyro steering Tool system to measure the orientation and position of the drill-head while drilling the curved trajectories.

Customer: **Gebr. Van Leeuwen Boringen B.V.**

Prepared by: **Browline B.V.**
Duurzaamheidsring 180
4231 EX Meerkerk
The Netherlands

Date: 01-08-2012

Contents:

Introduction.....	3
1. Planning.....	3
2. Conditions.	4
3. Calibrations.	4
3.1. Drill-Head - GST connection.....	4
3.2. Roll Calibration.....	4
3.3. North Seeking.....	4
4. Drilling.....	5
5. Preparations and reporting.	6

Revision management:

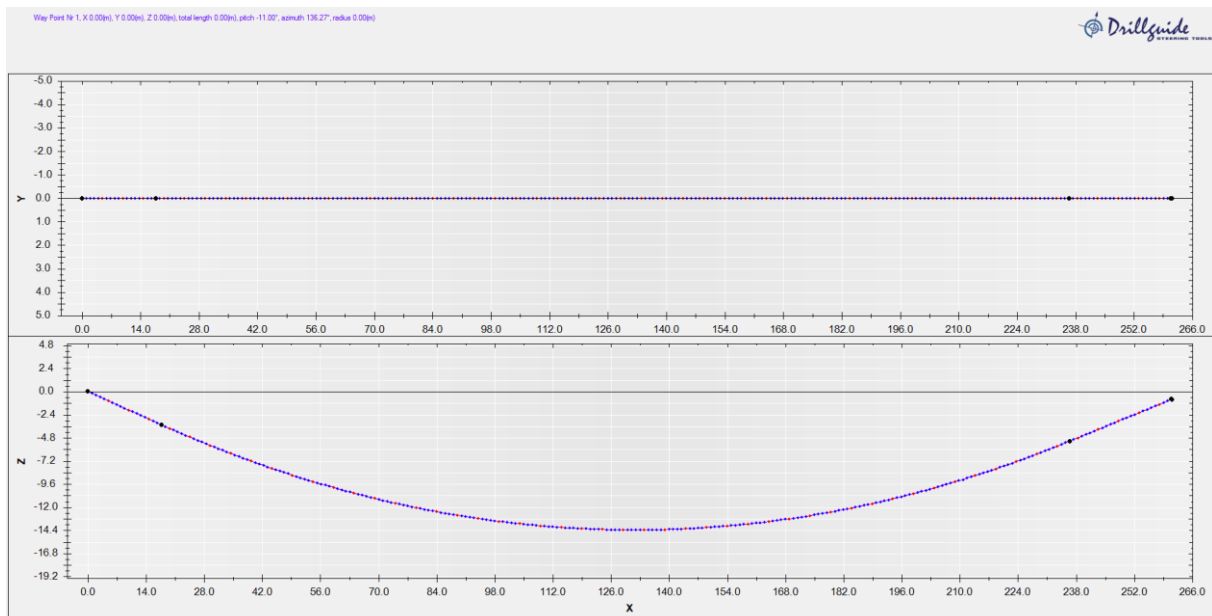
Version	Date	By	Modifications
1.00	01-08-2012	RvW	Initial

Introduction.

The Drillguide Gyro Steering Tool ("GST") is used for drill-jobs which require the highest possible drill-head location accuracy. It has been in daily service for navigation and guidance services during the pilot drilling phase of the Horizontal Directional Drilling ("HDD") since early year 2005

1. Planning

Prior to executing the drilling, the surveyor has executed the planning on base of the given entry-point, tangent-points and exit point, delivered in WGS84 and (optional) grid, as specified by the customer. This is a procedure where the drill-path way-points are entered into the Drillguide planning programme, which calculates the required azimuth and pitch angles as function of the actual drill-path length, taken from the drilling machine.



2. Jobsite Requirements and Conditions.

- **Communication and power-supply** via single wireline (6 square mm or 10 square meter above 1000 meter length) from GST aft of drill-head running to drilling machine through drill-string. Power-supply from surface is 48 VDC.
- **GST power consumption** at average 108 Watt, peak power is 180 Watt. Peak power to be dealt with by GST installed batteries.
- **Drilling fluid (mud) pressure** lower than 50 bar.
- **Ambient temperature** around GST sensor head lower than 55 degrees Centigrade.
- **Vibration** without drill-string shock-damper to be lower than 7 g up to 200 Hz. For higher accelerations a shock-damper to be applied in order to reduce the shocks and vibrations to the required level.

3. Calibrations.

3.1. Drill-Head - GST connection

First, the drill-rig is used for the drill-head /gyro steering tool connection with the required torque. Once connected, the drill-head / GST assembly is taken off the drill-rig to perform the drillhead calibration.

3.2. Drill-Head Calibration

The drill-head has to be calibrated with the Gyro Steering tool. This procedure consists of 10 steps takes approximately 30 minutes. For this calibration, the drill-head / GST assembly is rotated over 360 degrees, while it is securely hold in V-blocks. Once the calibration procedure is finished, the assembly is connected to the 1st drill-pipe.

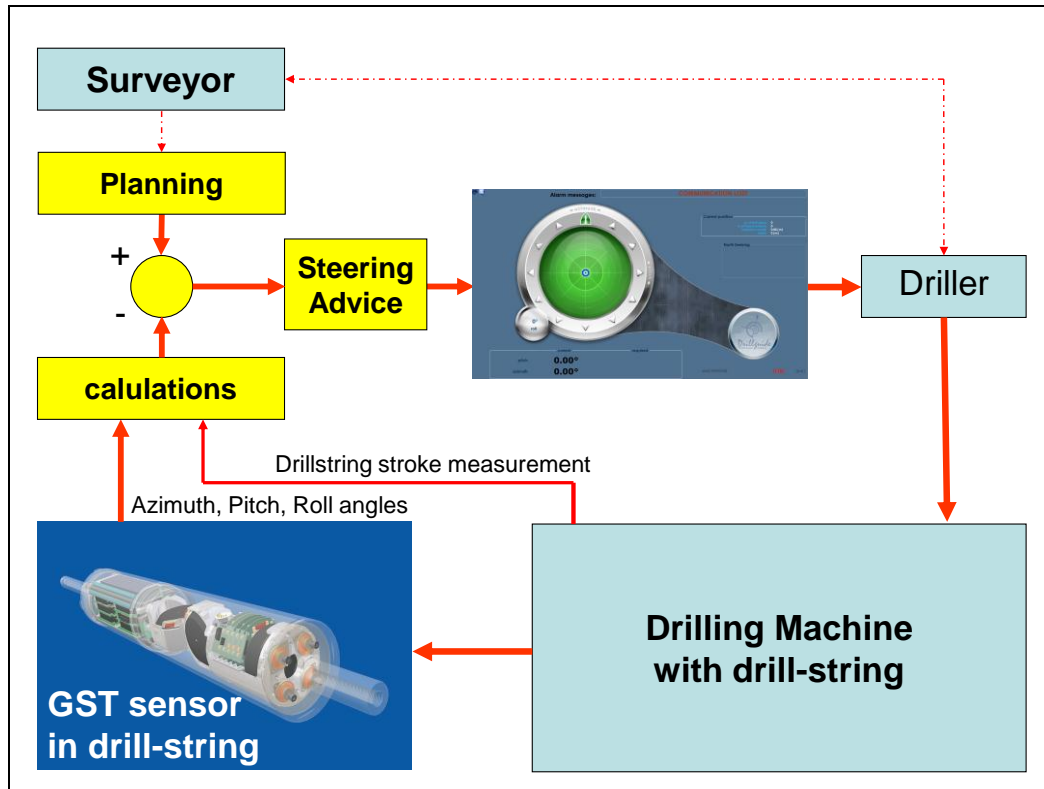
3.3. North Seeking

Before drilling, a 12 minute North Seeking is required to determine direction. During this North seeking, the drill string must be kept in standstill.

This 12 minute procedure has to be repeated within every two hours.

4. Drilling

When drilling, every 3 meters a short survey has to be performed (at high side). This only takes a few seconds. The set planning and actual calculated drill-path trajectories are compared and based on the difference and the required bending radius an advice is given how to steer in order to follow the planned drill-path.



Overview Drillguide Gyro Steering Tool system

The Brownline surveyor is located in a Brownline (Iveco) van. This van has to be located close to the drill-rig (less than 40 meters distance). Both the surveyor as the driller have a display, showing all the required information on the user-friendly Smartguide interface. When unknown objects (for example stones) are present in the drill-path, the position of engagement can easily be determined and noted.

5. Preparations and reporting.

After completion of the pilot-drilling a report as shown below will be forwarded.



DRILLING REPORT

Client Name:	Van Leeuwen								
Surveyor:	Bertjan Molenaar								
Project Number:	Van Leeuwen - Schipluiden - 110610								
First Date:	10-June-11								
Place:	Schipluiden								
Grid:	DUTCH_GRID								
Nr	X(m)	Y(m)	Z(m)	Easting(m)	Northing(m)	Depth (m)	Pitch (°)	Azimuth (°)	Total Length (m)
0	9.94	-0.02	-0.85	83091.76	443308.48	-3.88	-6.40	256.34	10.00
1	19.88	-0.03	-1.95	83082.06	443306.29	-4.98	-6.23	256.53	20.00
2	29.82	-0.03	-3.04	83072.37	443304.11	-6.07	-6.35	256.38	30.00
3	39.76	-0.04	-4.14	83062.67	443301.92	-7.17	-6.08	256.48	40.00
4	49.70	-0.03	-5.19	83052.97	443299.74	-8.22	-5.75	256.52	50.00
5	59.66	-0.03	-6.12	83043.26	443297.56	-9.15	-4.97	256.43	60.00
6	69.62	-0.05	-6.97	83033.54	443295.36	-10.00	-4.97	256.34	70.00
7	79.59	-0.06	-7.81	83023.82	443293.15	-10.84	-4.39	256.43	80.00
8	89.56	-0.07	-8.50	83014.09	443290.96	-11.53	-3.55	256.56	90.00
9	99.54	-0.08	-9.10	83004.35	443288.76	-12.13	-3.21	256.39	100.00
10	109.53	-0.09	-9.61	82994.61	443286.56	-12.64	-2.55	256.53	110.00
11	119.52	-0.11	-10.00	82984.87	443284.35	-13.03	-2.01	256.33	120.00
12	129.52	-0.11	-10.29	82975.12	443282.15	-13.31	-1.37	256.50	130.00
13	139.52	-0.11	-10.49	82965.37	443279.96	-13.52	-1.06	256.47	140.00
14	149.52	-0.12	-10.57	82955.61	443277.75	-13.60	-0.25	256.61	150.00
15	159.52	-0.12	-10.58	82945.86	443275.56	-13.61	0.18	256.46	160.00
16	169.51	-0.13	-10.50	82936.10	443273.36	-13.53	0.52	256.29	170.00
17	179.51	-0.14	-10.34	82926.35	443271.15	-13.37	1.27	256.42	180.00

The reporting in figure gives:

First column: measurement (for reporting) number.

Second to fourth column: relative coordinates in respectively x distance from entry, y distance centre line x, and z as depth.

Columns five to seven : WGS84 coordinates or grid coordinates.

Columns eight and nine: Pitch and Azimuth.

Column ten: total length.

BIJLAGE 6.0 SPECIFICATIES BENTONIET



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.



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
Ampèreweg 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

	<u>Value/Range</u>	<u>Unit</u>	<u>Method</u>
--	--------------------	-------------	---------------

- **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

BIJLAGE 7.0 TECHNISCHE UITVOERINGSRISICO'S

Inventarisatie en evaluatie algemene technische uitvoeringsrisico's.

Nr.	Calamiteit	Gevolg	Beheers maatregelen	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 (oproepbaarwerf) • 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 boorparameters torque, trekkracht duwkracht en boorspoeling 	Gering
	Afwijking boorprofiel	Te kleine boorstralen Geen acceptatie pilot boring	<ul style="list-style-type: none"> • Inzet ervaren personeel • Boogstralen ontwerpen met ruimte voor correcties en afwijkingen 	Matig
	Uitval plaatsbepalings systeem	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

