

BOORPLAN

Horizontaal gestuurde boring

Project: B182055

Onder een regionale Waterkering en Watergang
nabij De Pieter Postsingel Nr.60

te

Amsterdam

Opgesteld door:	Opdrachtgever:	Vergunningverlener:
Naam: F. Uslu Datum: 13-07-2018	Naam: Liander	Naam: Waternet
		



*Samen **sterk**
in infrawerk*

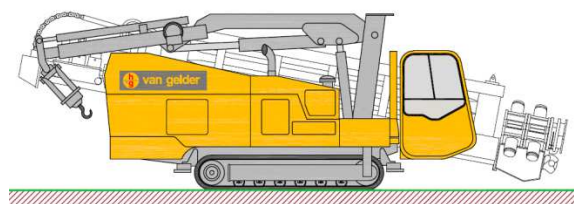
Voorwoord

Van Gelder afd. gestuurd boren heeft van u opdracht mogen ontvangen voor het realiseren van een ontwerp van **weg-/water/spoor/kruisingen** middels gestuurd boren.

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

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

Revisie	Datum	Status	Opgesteld	Gecontroleerd	Geaccepteerd
1.0	13-07-2018	Concept	F. Uslu		
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					



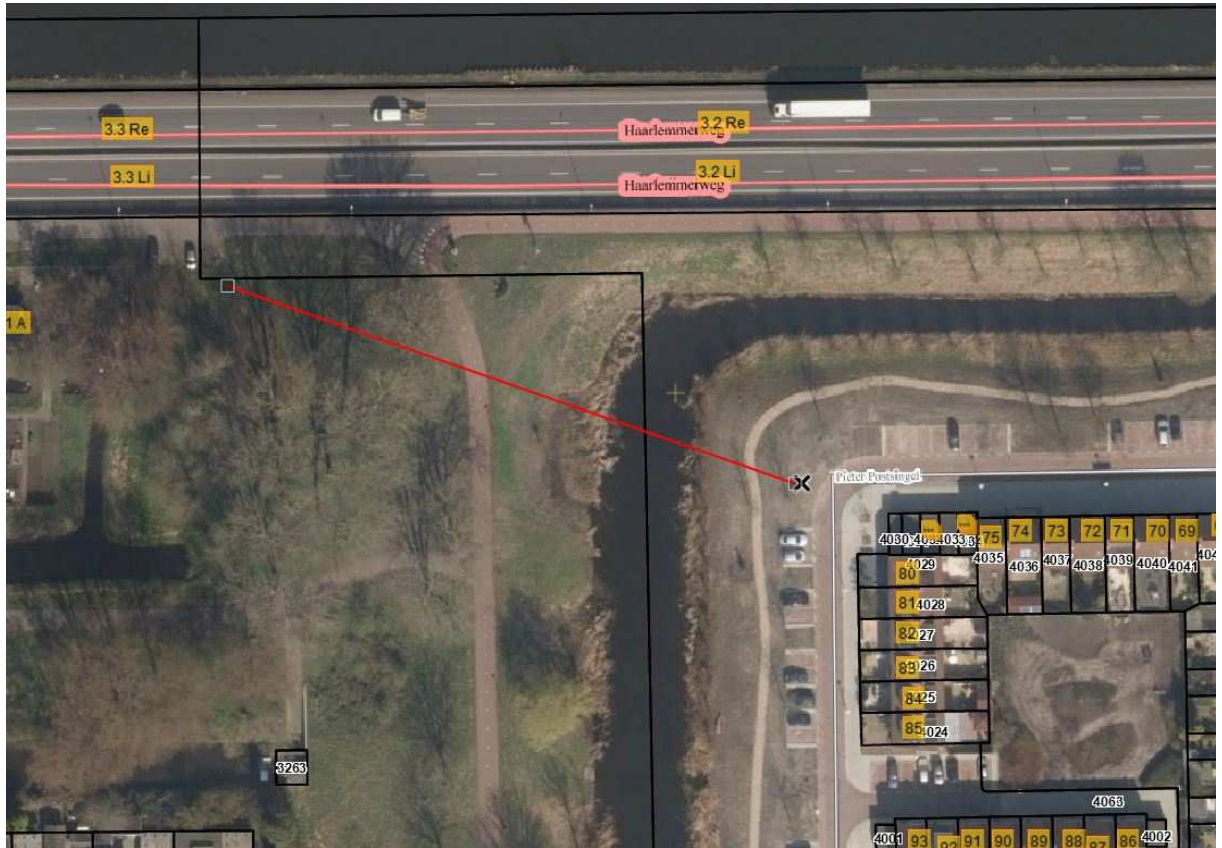
Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
2	Project specificaties	6
2.1	Belangrijke aspecten op dit project:.....	6
2.2	Keuze boortracé en geometrie:	6
2.3	Keuze boorlijn: Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.	
2.4	Inrichten in-/uittredepunt:	7
2.5	Geplande werktijd:	9
2.6	Personeel:	10
2.7	Registratie revisiegegevens:	10
2.8	Afwijkingen:	10
3	Technische gegevens.....	11
3.1	Aan te brengen buizen:.....	11
3.2	Geometrische gegevens:	11
3.3	Plaatsbepaling:	11
3.4	In te zetten materiaal:	12
4	Berekening boring	13
4.1	Boorprofielen grondonderzoeken en sonderingen met datum, locatievermelding en uitvoerend bedrijf	13
4.2	Input voor de berekeningen.....	13
4.3	Theoretisch benodigde trekkracht.....	13
4.4	Toelaatbare treksterkte materieel.....	14
4.5	Toelaatbare muddruk berekening	14
5	Algemene omschrijving gestuurde boring	15
5.1	Beschrijving boormethode:.....	15
5.2	Pilotboring:	15
5.3	Ruimen:.....	16
5.4	Cleaning run (optioneel):	16
5.5	Intrekoperatie:	17
5.6	Boorspoeldrukken:	17
5.7	Mobilisatie en demobilisatie	18
5.8	Opslag en transport van boorslurry.....	19
6	Boorspoeling	20
6.1	Doel van boorspoeling:	20
6.2	Het aanmaken van boorspoeling:	20

6.3	Debieten en muddrukken:	20
7	Beheersing kwelproblematiek	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
7.1	Kwel:.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
7.2	Risico's en maatregelen:	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
7.3	Maatregelen op dit project:	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Bijlagen		21
1	Werktekening	22
2	Grondonderzoeken	23
3	Sterkte- en muddrukberekening.....	24
4	Kwelwegberekening	24
5	Specificaties meetsysteem	25
6	Specificatie boorspoeling	26
7	In te zetten boorrig	27
8	Risicoanalyse;	28

1 Inleiding

Liander heeft van Gelder afd. gestuurd boren gevraagd om een gestuurde boring te ontwerpen. Ten behoeven van een nieuw aan te leggen Gas HD leiding. Om dit tracé te kunnen realiseren is het noodzakelijk om enkele infrastructurele werken te kruisen. In dit boorplan wordt de gestuurde boring onder een Regionale Waterkering en Watergang nabij de Pieter Postsingel Nr. 60 te Amsterdam verder toegelicht.



Figuur 1 Werklocatie

2 Project specificaties

2.1 Belangrijke aspecten op dit project:

Het geplande boortracé kruist een regionale waterkeringen en watergang. Hiervoor dient vergunning te worden aangevraagd bij Waternet.

Het boortracé is van tevoren geschouwd en er is bij het kadaster een oriëntatiemelding (18O038280) aangevraagd. Uit dit vooronderzoek is gebleken dat er rekening moet worden gehouden met onderstaande punten.

Het boortracé is zo gekozen dat we voldoen aan de eisen van de opdrachtgevers en de richtlijnen van de vergunningverleners (Waternet), Richtlijnen Boortechniek "2004", en de richtlijnen van diverse kabel-/leidingbeheerders.

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

De input voor de sterkte- en muddrukberekeningen (zie bijlage 3) is gebaseerd op de bijgevoegde bodemonderzoeken. (zie bijlage 2). Om de grondwaterstand in te schatten is gebruik gemaakt van peilbuisgegevens, afkomstig van Dinoloket (TNO). De gerealiseerde sterkte berekening geeft aan dat de aan te brengen buis geschikt is voor de geplande werkzaamheden. Uit de muddrukberekeningen blijkt dat ter plaatse van de berekende punten voldoende marge wordt gehouden tussen de minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldruk ca. >0.5 bar.

2.2 Keuze boortracé en geometrie:

Gyro

Op dit project is het, in verband met het kruisen van de regionale waterkering ervoor gekozen om de pilotboring te realiseren met behulp van een gyroscoop meetsysteem. Met dit computer gestuurde meetsysteem kan de surveyor de boorkop op afstand blijven volgen.

2.3 Inrichten in-/uittredepunt:

Uit de oriëntatiemelding (18O038280) blijkt dat er ter plaatse van zowel het in-/uittredepunt diverse kabels en leidingen aanwezig zijn. Ten einde deze niet te beschadigen is het noodzakelijk de exacte ligging hiervan te lokaliseren door middel van proefsleuven. Hierbij kan het noodzakelijk blijken om het exacte in-/uittredepunt aan te passen, of om tijdelijk de bestaande kabels om te leggen.

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

Het intredepunt is gepland nabij de Pieter Postsingel nr. 79 te Amsterdam. Ter plaatsen is er voldoende ruimte beschikbaar voor het graven van een werkput van ca. 6,00m³. Tevens is er voldoende ruimte beschikbaar voor het opstellen van het materieel en materiaal. Wel dient de Pieter Postsingel nabij het intredepunt afgezet te worden. Tot slot dienen er rijplaten gelegd te worden t.b.v. de opstelling.



Figuur 2 Overzicht intredepunt

Het uittredepunt is gepland nabij Haarlemmerweg 701A te Amsterdam. Ter plaatsen is er voldoende ruimte beschikbaar voor het graven van een werkput van ca. 6,00m³. Tevens is er voldoende ruimte beschikbaar voor het opstellen van het materieel en materiaal. Wel dient er een rupsdumper ingezet worden t.b.v. het bentoniet afvoer.



Figuur 3 Overzicht uittredepunt

De aan te brengen PE100 SDR-11 1xØ400mm kunnen achter het uittredepunt worden opgesteld, uitgelegd en gelast.

2.4 Geplande werktijd:

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

Werkdag	1											
Uren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vorbereidende werkzaamheden												
Verkeersmaatregelen treffen												
Aanvoeren en opstellen boorrig												
Controle klicmelding + proefsleuven												
Graven in-/ uittredepunt												

Werkdag	2											
Uren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pilotboring (Gyro)												

Werkdag	3											
Uren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ruimfase 1												
Intrekken buis												
Omzetten boorrig												

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

2.5 Personeel:

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

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

2.6 Registratie revisiegegevens:

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

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

2.7 Afwijkingen:

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

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

Richting	Maximale afwijking
Verticaal	+1m / -1m
Horizontaal	
- In lengte richting tpv uittredepunt	+5m / -2m
- In Dwarsrichting tpv uittredepunt	+1m / -1m
- In dwarsrichting tracé tussen in-/uittredepunt	+5m / -5m

3 Technische gegevens

3.1 Aan te brengen buizen:

Bij het realiseren van de gestuurde boring zal een (PE100 SDR-11 1xØ400mm) worden aangebracht.

Totaal aantal aan te brengen buis/buizen	:	1stuk(s)
Type buis	:	PE (polyethyleen)
Diameter buis	:	Ø400mm
Wanddikte	:	36,36mm
Kwaliteit	:	PE100 SDR-11
Drukklasse	:	PN16
Werkdruk	:	1 bar
Ontwerpdruk	:	1 bar

3.2 Geometrische gegevens:

Lengte boortracé (maaiveld)	:	101,47m
Lengte boortracé (boorlijn)	:	105,21m
Intredehoek	:	20°
Uittredehoek	:	22°
Neergaande verticale boogstraal	:	100m
Opgaande verticale boogstraal	:	100m
Horizontale boogstraal	:	n.v.t.
Gecombineerde boogstraal	:	n.v.t.
Diepste punt gestuurde boring (N.A.P.)	:	-13,21m
Diepste punt gestuurde boring (maaiveld)	:	12,20m
Diameter te gebruiken ruimers	:	Ø560mm

3.3 Plaatsbepaling:

Gyro

In verband met de gekozen diepte kan de geplande gestuurde boring niet worden uitgevoerd met een walk-over meetsysteem. Het boortracé is daarom zo gepland dat de pilotboring kan worden gerealiseerd met het gyroscoop meetsysteem. Bij dit meetsysteem wordt er een andere boorkop gemonteerd, welke wordt gekoppeld aan een draad en hiermee de data doorgeeft aan een computerprogramma. Via de benodigde software kan de surveyor de zender nauwkeurig blijven volgen en controleren of er niet van de geplande boorlijn wordt afgeweken. Bij het aan brengen van iedere boorstang moet de draad worden verlengd of ingekort. De zender geeft onder andere door:

- Azimuth (richting)
- Pitch (helling)
- Roll (klokstand)
- Diepte
- Temperatuur van de zender

Dit meetsysteem is ongevoelig voor storing door omgevingsinvloeden en blijft op iedere diepte nauwkeurig. Aanvullende informatie van dit meetsysteem is te vinden in Bijlage 4.

3.4 In te zetten materiaal:

Indeling Processen sleufloze aanlegtechnieken

De Processen van de Scope Sleufloze Technieken worden onderverdeeld in 3 Processen met betrekking tot gestuurde boringen (S-A, S-B en S-C).

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

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

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

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

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

Dit project is volgens de CKB regeling gecategoriseerd als grote gestuurde boring, welke kan worden uitgevoerd worden met en midi rig. Bij dit project is er geen aanleiding om van de CKB-regeling af te wijken.

4 Berekening boring

4.1 Boorprofielen grondonderzoeken en sonderingen met datum, locatievermelding en uitvoerend bedrijf

Het grondonderzoek dat is toegepast voor de boring onder de regionale waterkering en watergang zijn de sonderingen:

- CPT000000007452
- CPT0000000037766
- CPT0000000037767
- CPT0000000040743

In bijlage 2 zijn de locaties en grafieken van de sonderingen weergegeven. Ons uitgangspunt is te rekenen met de meest ongunstige grondslag. Het grondwaterstand is vastgesteld op 1,10m-mv.

4.2 Input voor de berekeningen

- De berekening is uitgevoerd met Sigma 2018 versie 1.0 zie bijlage 3;
- Grondwaterstand = 1,10m-mv;
- Eigenschappen grondsoorten

Uitgangspunten grondsoorten	Droog kN/m3	Nat kN/m3	Wrijvingshoek	Cohesie kN/m2	E-modulus MN/m2
Zand:	18	20	32,5	0	75
Klei:	19	19	17,5	13	10
Veen:	12	12	15	2,5	0,5

Figuur 4 Uitgangspunten grondsoorten

4.3 Theoretisch benodigde trekkracht

Uit de sterkteberekening (zie bijlage 3) kan worden geconcludeerd dat de in te zetten rig minimaal $55.532\text{N} = 55,532\text{kN}$ (5,55 ton) trekkracht moet kunnen generen. Vanwege onvoorziene omstandigheden adviseert Van Gelder boren hierin een ruime marge te nemen.

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	5.106	5.100	-	-	-	-	10.205
2 ^e deel intrekken	2.971	19.746	4.133	2.611	-	-	29.461
3 ^e deel intrekken	2.971	19.746	4.133	2.611	-	-	29.461
4 ^e deel intrekken	1.030	33.061	4.133	2.611	4.133	4.119	49.495
Geheel intrekken	0	40.129	4.133	2.611	4.133	4.119	55.532

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

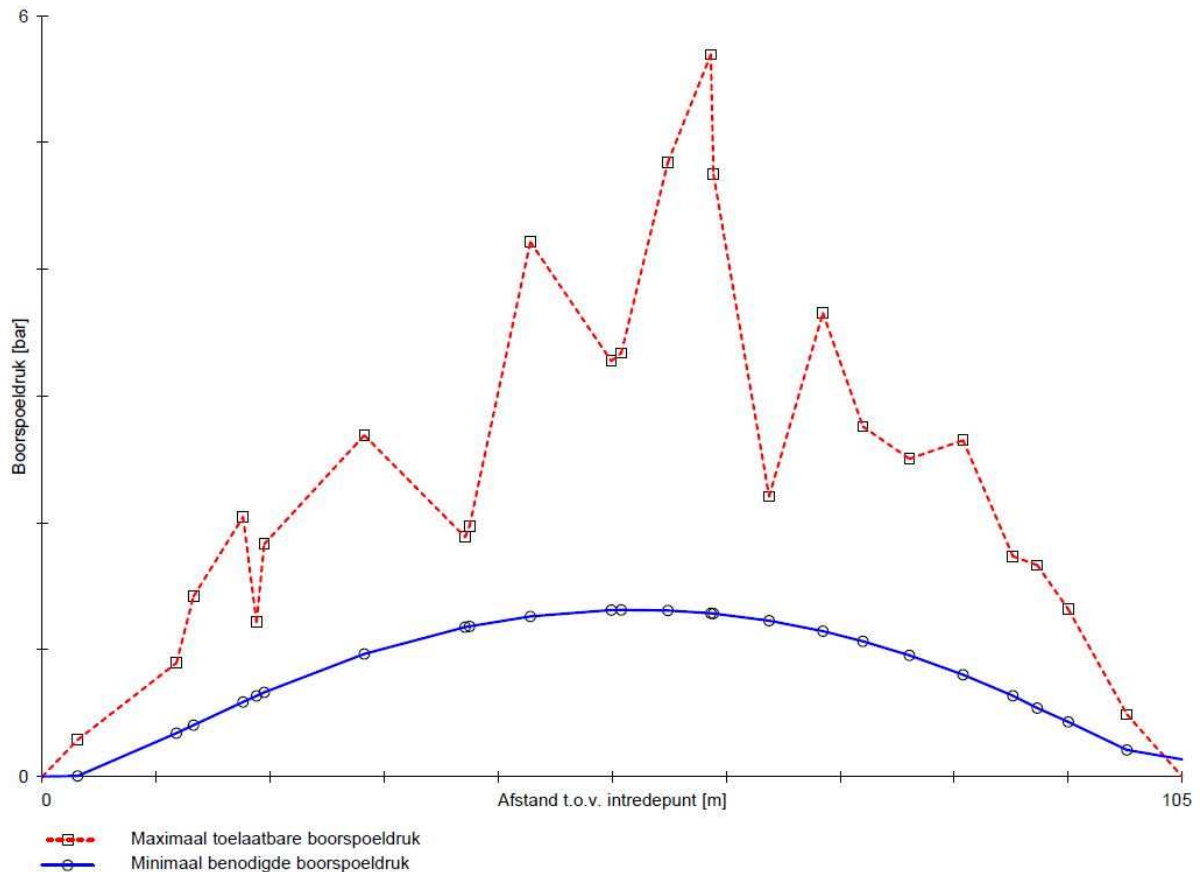
Figuur 5 Trekkracht 1xØ400

4.4 Toelaatbare treksterkte materieel

Maximale trekkracht van een PE100 SDR11 Ø400mm bij een temperatuur van 20°C is 415,77 kN (41,58 ton). De maximale theoretische benodigde trekkracht bedraagt 55,532kN (5,55 ton). Dit blijft met voldoende marge binnen de maximale trekkracht van de buis.

4.5 Toelaatbare muddruk berekening

Uit de muddrukberekeningen blijkt dat ter plaatse van de berekende punten voldoende marge wordt gehouden tussen de minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldruk ca. >0.5 bar.



Figuur 6 Toelaatbare muddruk van de pilot boring

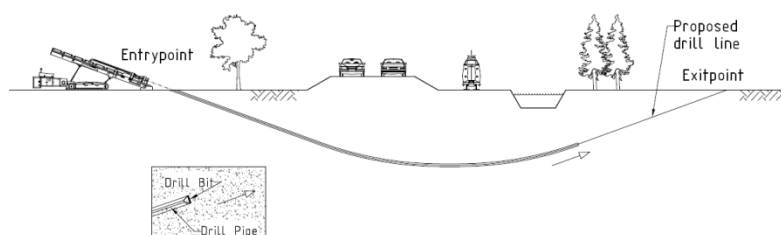
5 Algemene omschrijving gestuurde boring

5.1 Beschrijving boormethode:

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

5.2 Pilotboring:

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



Pilot boring

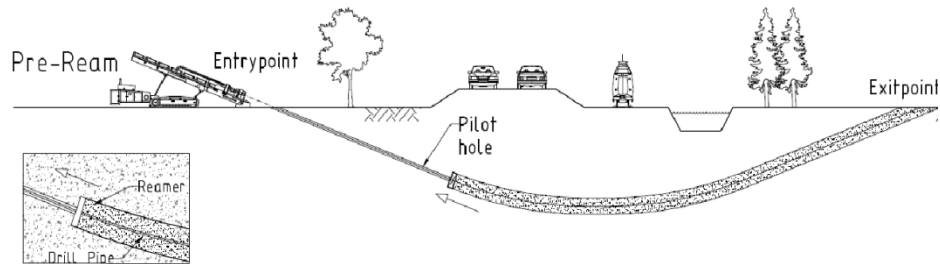
Door de boorstreng wordt boorvloeistof gepompt, welke met kracht door de nozzles in de bit naar buiten wordt gespoten. Dit creëert tezamen met de borende werking van het bit een gat.

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

5.3 Ruimen:

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

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



Ruimfase

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

5.4 Cleaning run (optioneel):

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

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

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

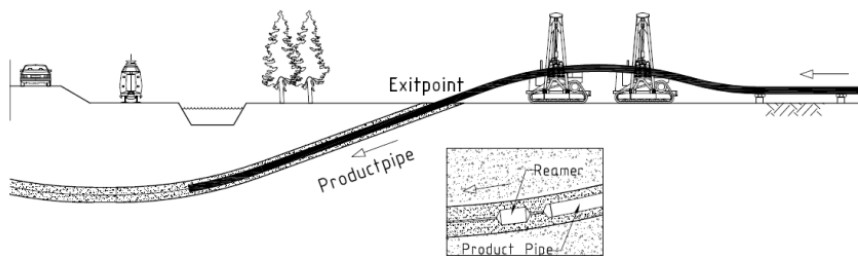
Aanleiding voor het uitvoeren van een cleaning run zou onder andere het volgende kunnen zijn:

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

5.5 Intrekoperatie:

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

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



Intrekken

5.6 Boorspoeldrukken:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.7 Mobilisatie en demobilisatie

Bij de mobilisatie wordt het equipment op vrachtwagens aangevoerd. Met behulp van een graafmachine wordt het equipment afgeladen nabij in- en uittredepunt. Op de werkterreinen worden onder andere de volgende onderdelen geplaatst: rig, schaftkeet, vrachtwagen, met daarin een pomp en mix unit, kraan, generatoren en boorbuizen. Voor de rig wordt een mudpit gegraven voor het opvangen van de uitstromende boorslurry. De boorstelling wordt onder de van tevoren bepaalde intredehoek met de horizontaal opgesteld. Dit geschiedt volledig hydraulisch. Naast het koppelen van de mudslangen tussen pompen en worden ook de elektrische voeding-, informatie- en stuurkabels tussen de rig, de meetunit en de besturingscabine aangesloten. Ter plaatse van het uittredepunt wordt een mud pit gegraven waar de uitstromende boorspoeling in wordt opgevangen en eventueel verder getransporteerd. Na het gereedkomen van een boring wordt het rig en het andere boormaterieel naar een volgende boorlocatie getransporteerd of volledig afgevoerd van het project.

5.8 Opslag en transport van boorslurry

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

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

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

6 Boorspoeling

6.1 Doel van boorspoeling:

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

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

6.2 Het aanmaken van boorspoeling:

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

6.3 Debieten en muddrukken:

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

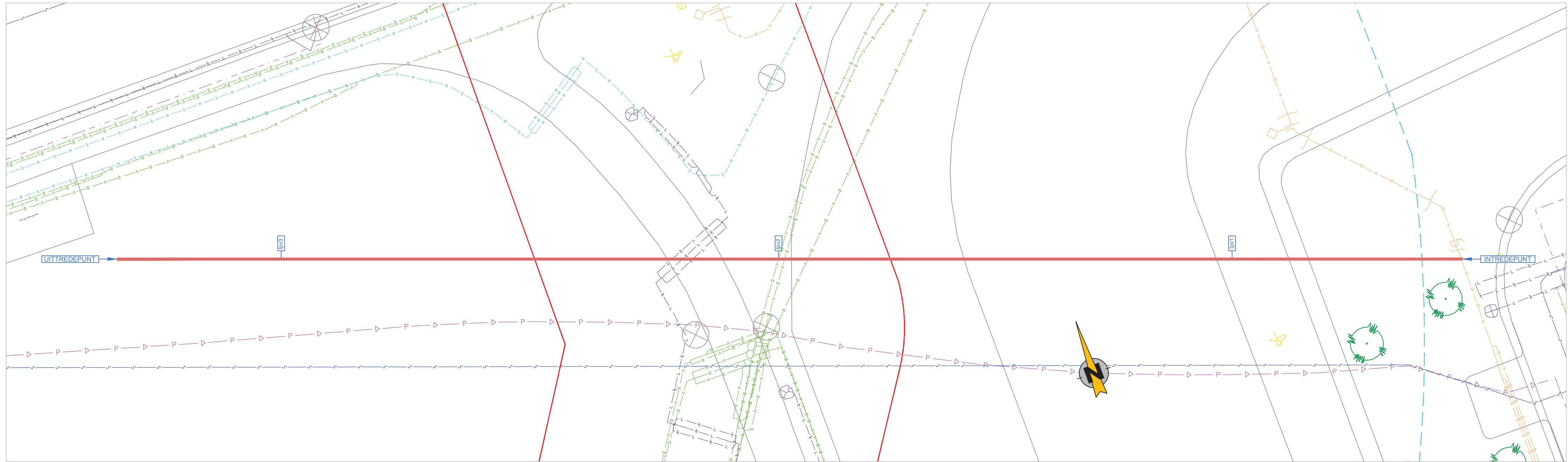
Maatregelen:

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

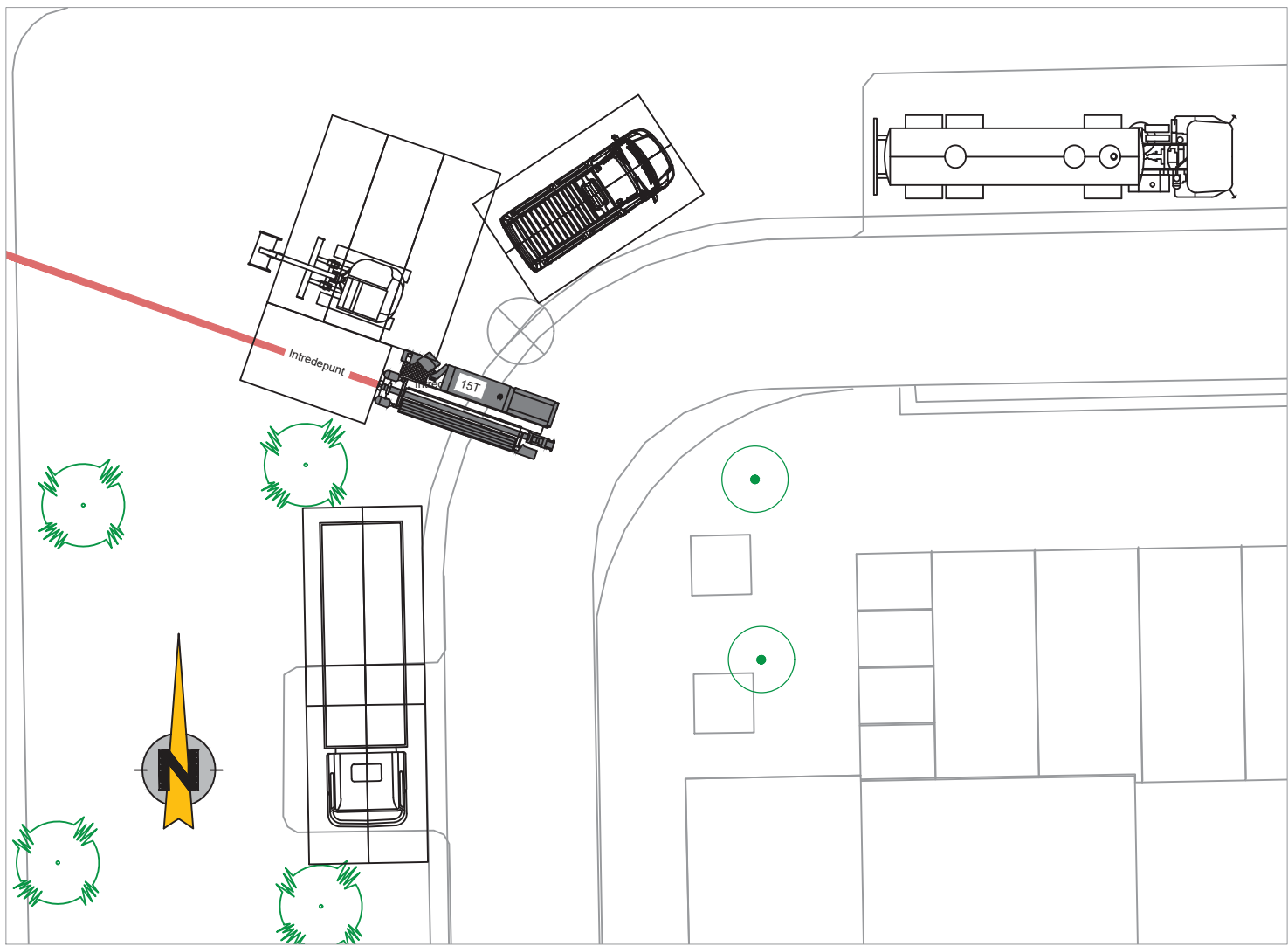
Indien er ondanks alle voorzorg toch een Blow-out optreedt zal er ter plaatse van de blow-out een gat gegraven worden waarin de vrijgekomen bentoniet zal worden verzameld. Deze zal dan vervolgens worden afgezogen met een zuigwagen.

Bijlagen

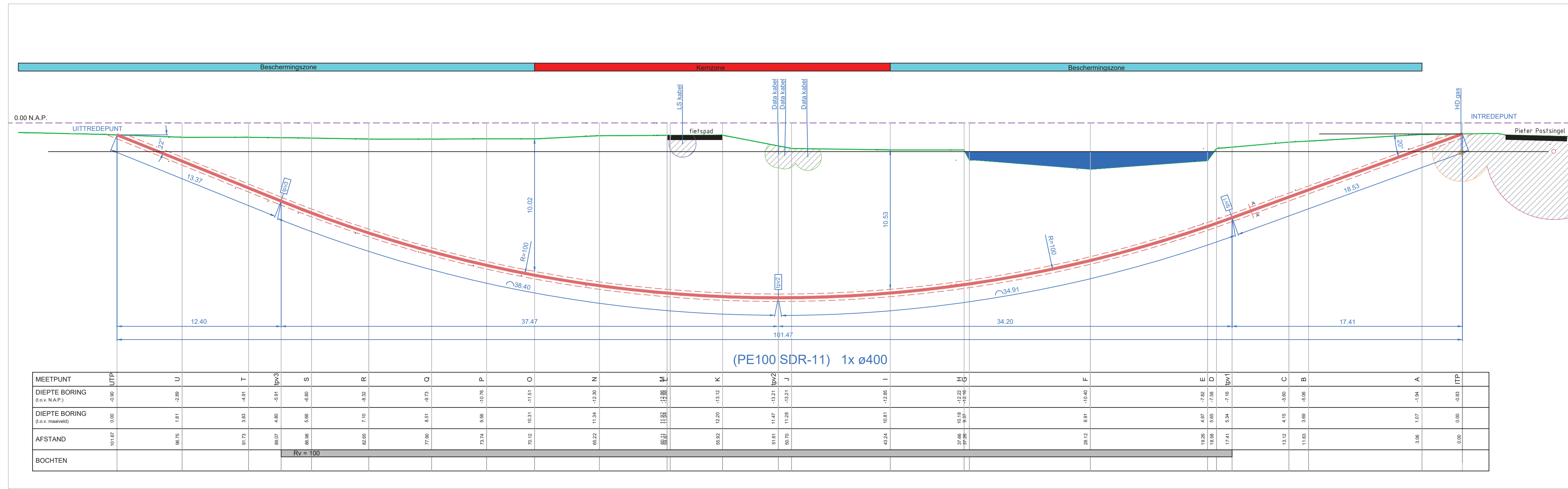
1 Werktekening



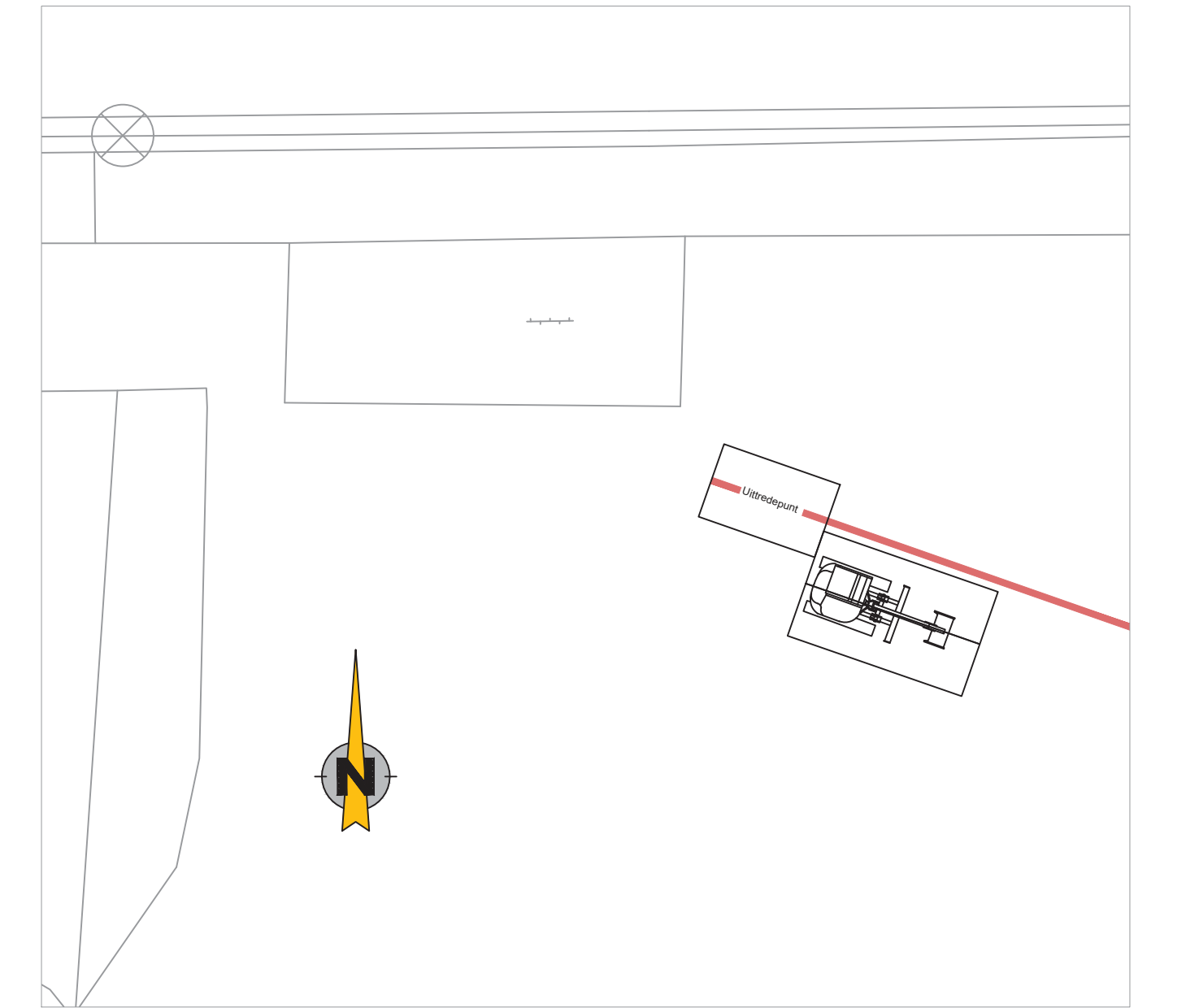
BOVENAANZICHT SCHAAL 1:200



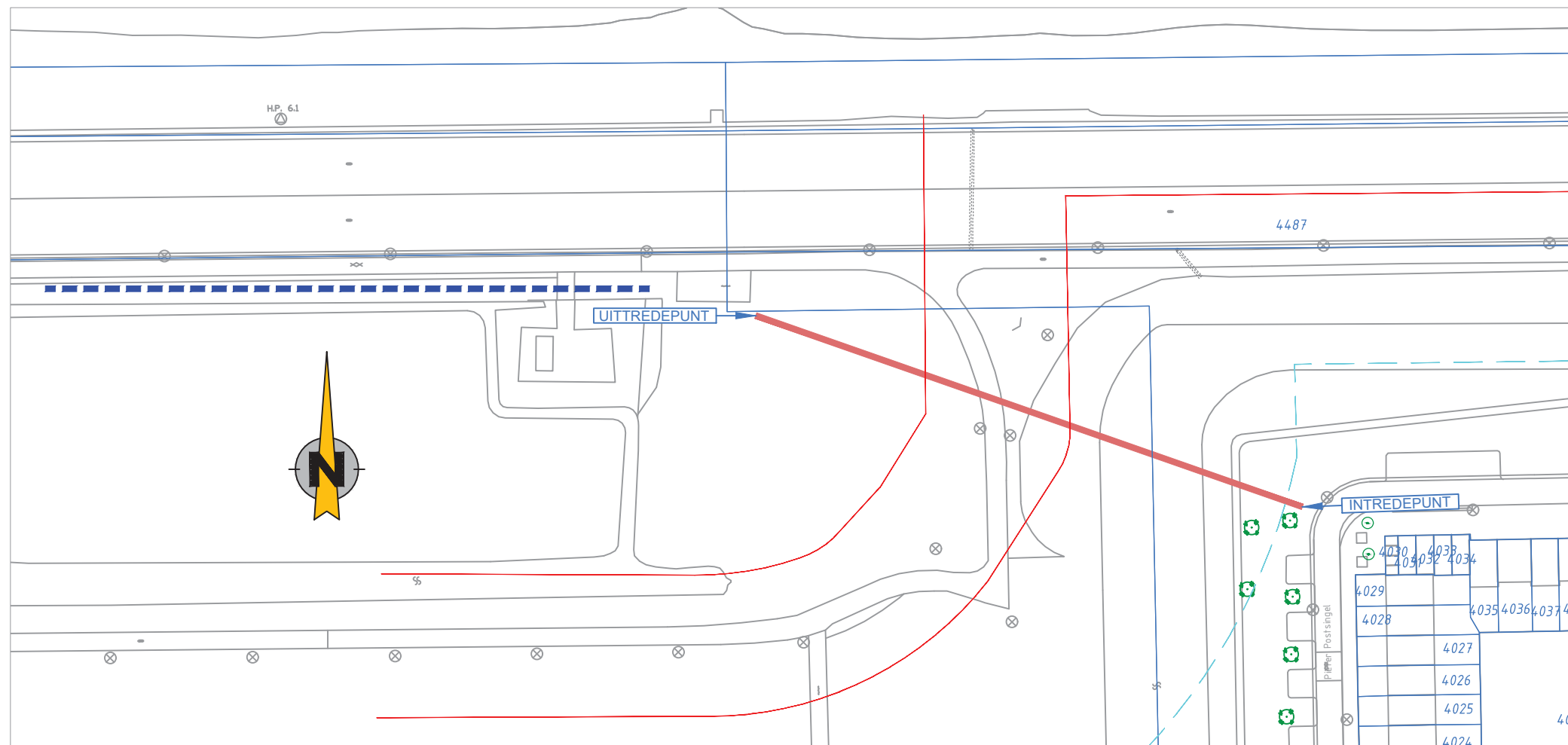
INDICATIEVE OPSTELLING INTREDEPUNT SCHAAL 1:200



DWARSPROFIEL SCHAAL 1:200



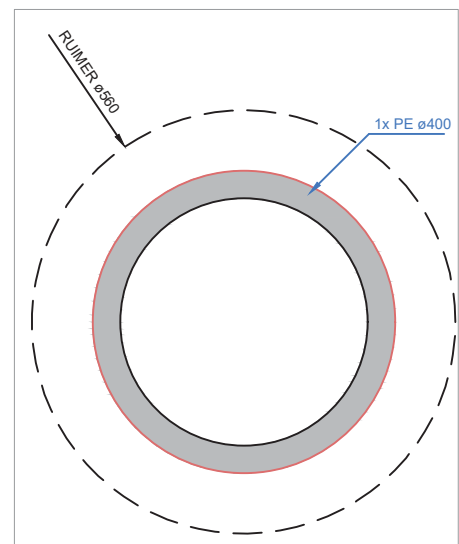
INDICATIEVE OPSTELLING UITREDEPUNT SCHAAL 1:200



OVERZICHT SCHAAL 1:1000

Intredepunt	X = 1144556.319	Y = 486597.977	Z = -0.83
tpv1	X = 1144539.886	Y = 486603.725	Z = -7.16
tpv2	X = 114507.519	Y = 486615.047	Z = -13.21
tpv3	X = 114572.053	Y = 486627.452	Z = -5.91
Uitredepunt	X = 114560.349	Y = 486631.546	Z = -0.90

COÖRDINATEN



DOORSNEDE (A-A')

LEGENDA

IN

UIT

GESTUURDE BORING

UITLEG BUIS

KADASTRALE GRENS

BESCHERMINGSZONEGRENS

KERNZONEGRENS

LAAGSPANNING

MIDDENSPANNING

HOOGSPANNING

GAS LAGE DRUK

GAS HOGE DRUK / TRANSPORT

DATATRANSPORT

WATER

RIJOL VRIJ VERVAL

RIJOL PERSLEIDING

WARITE

OVERIG / WEES

GEVAARLIJKE BUISLEIDING

KLICMELDING: 180038280_1

(ligging K&L bij benadering aangegeven, exacte ligging dient d.m.v. proefleunen te worden gecontroleerd)

RIJPLATEN TOEPASSEN BIJ ITP EN UTP
HD GASLEIDING VRIJGRAVEN BIJ ITP
BENTONIET AFVOEREN MET DUMPER OVER FIETSPAD
PLANTEKENING / VERGUNNINGAANVRAAG

• LENGTE BORING

• BUISDIAMETER(s)

106 m

(PE100 SDR-11) 1x ø400 mm

C			
B			
A	POSITIE BOORLIJN VERLEGD	G. Bouman	10-07-18
VUURZING	OMSCHRIJVING WUURZING	GET.	DATUM

h

g

van gelder

VAN GELDER afd. Boren

Postbus 20 8050 AA Hattem

Postbus 29 8050 AA Elburg

Tel (038) 443 1456 Fax (038) 444 3739

PROJECT : B182055

WVNR : -

UITVOERING : -

FORMAAT : A2

SCHAAL : div

GET : G. Bouman

DATUM : 05-06-18

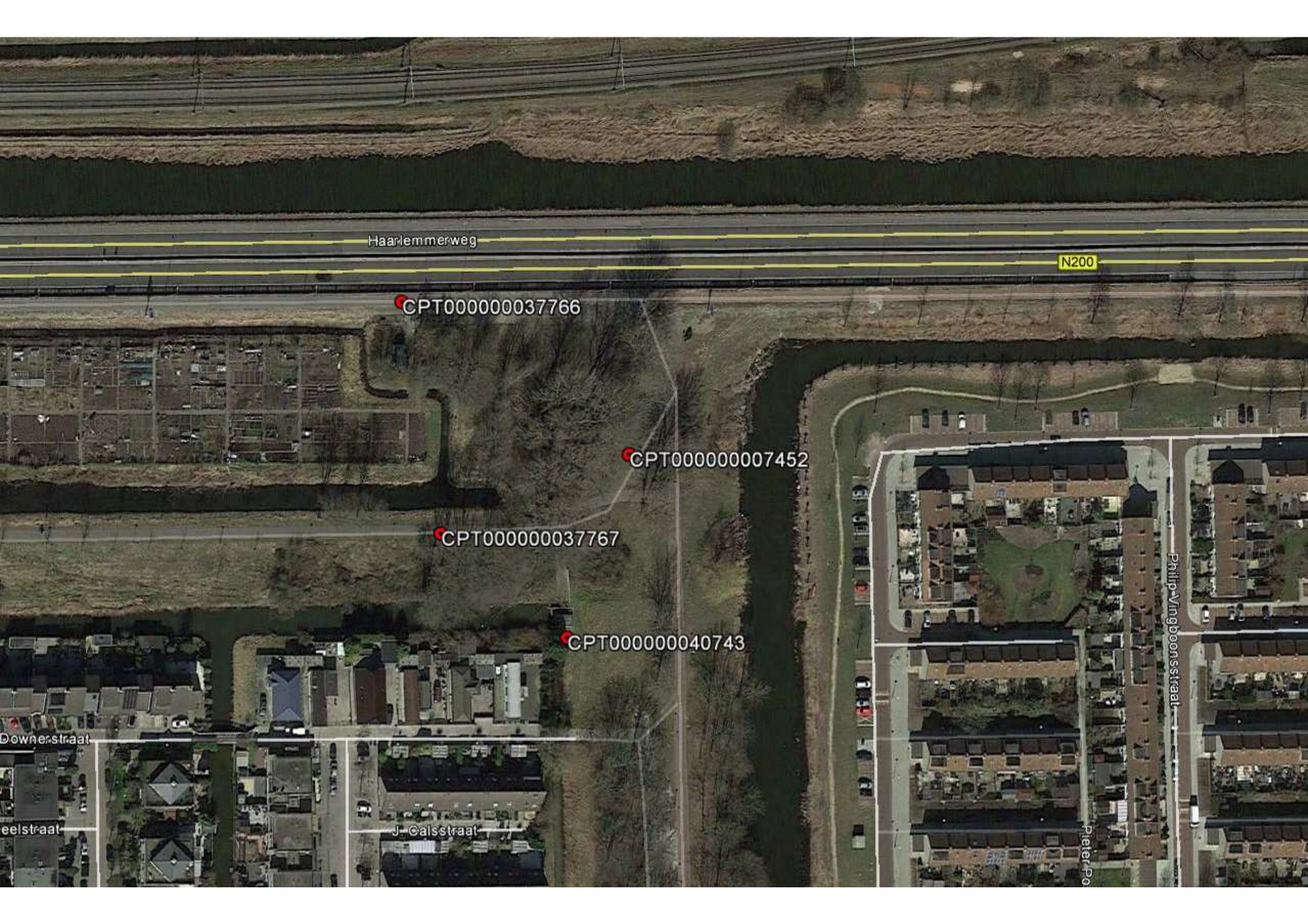
PARAF : -

TEKENINGNR : B182055.VB01

PROJECT : GESTUURDE BORING HD GAS LIANDER

ONDERWERP : GESTUURDE BORING ONDER DE WATERGANG NABUJ DE PIETER POSTSINGEL NR 80 TE AMSTERDAM

2 Grondonderzoeken



Haarlemmerweg

N200

CPT000000037766

CPT00000007452

CPT000000037767

CPT000000040743

Downerstraat

eelstraat

J. Calsstraat

Philip Vingboonsstraat

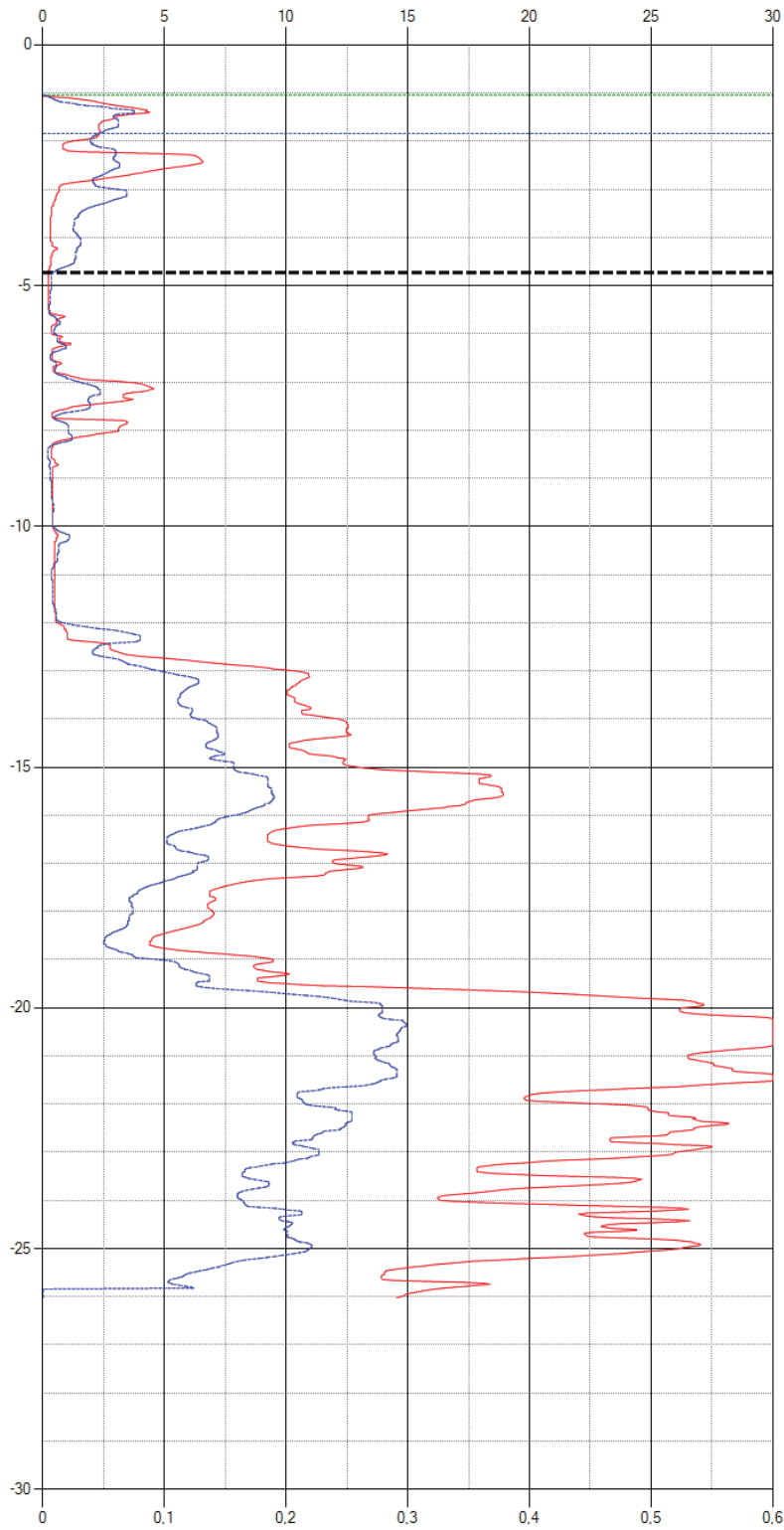
Pieter Po

CPT000000007452

GEF

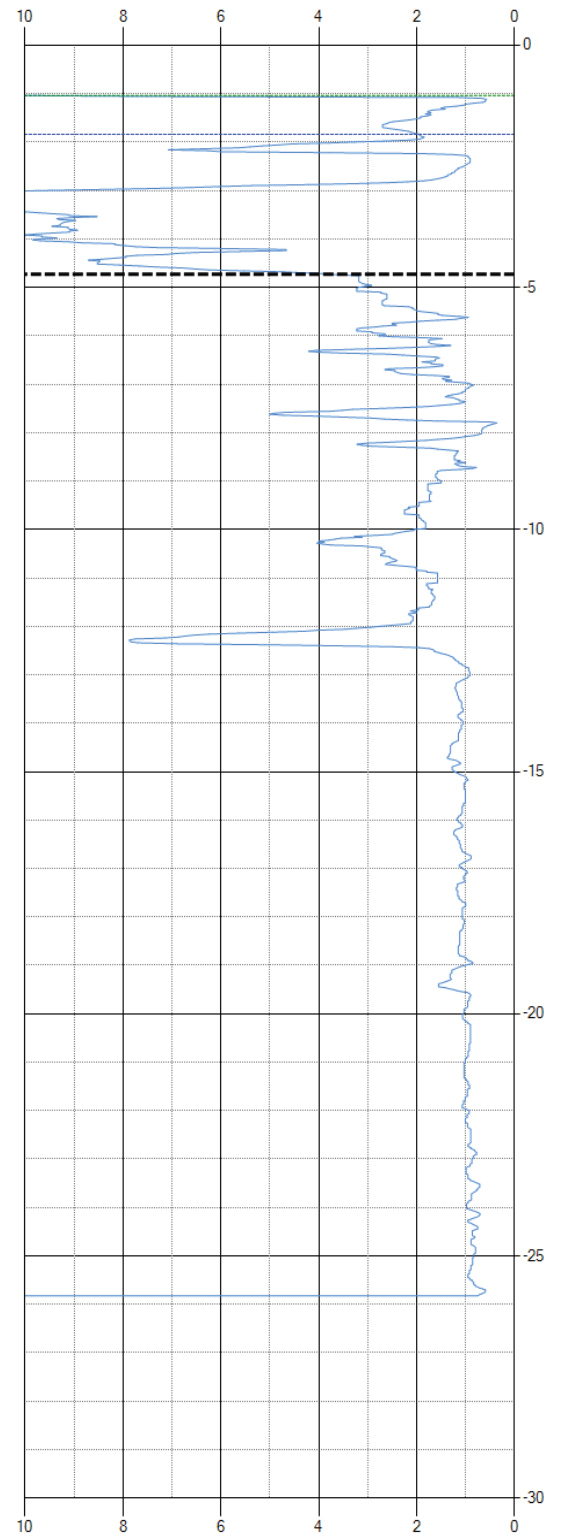
: CPT000000007452

Conusweerstand qc [MPa]



Wrijvingsweerstand fs [MPa]

Wrijvingsgetal Rf [%]



Wrijvingsgetal Rf [%]

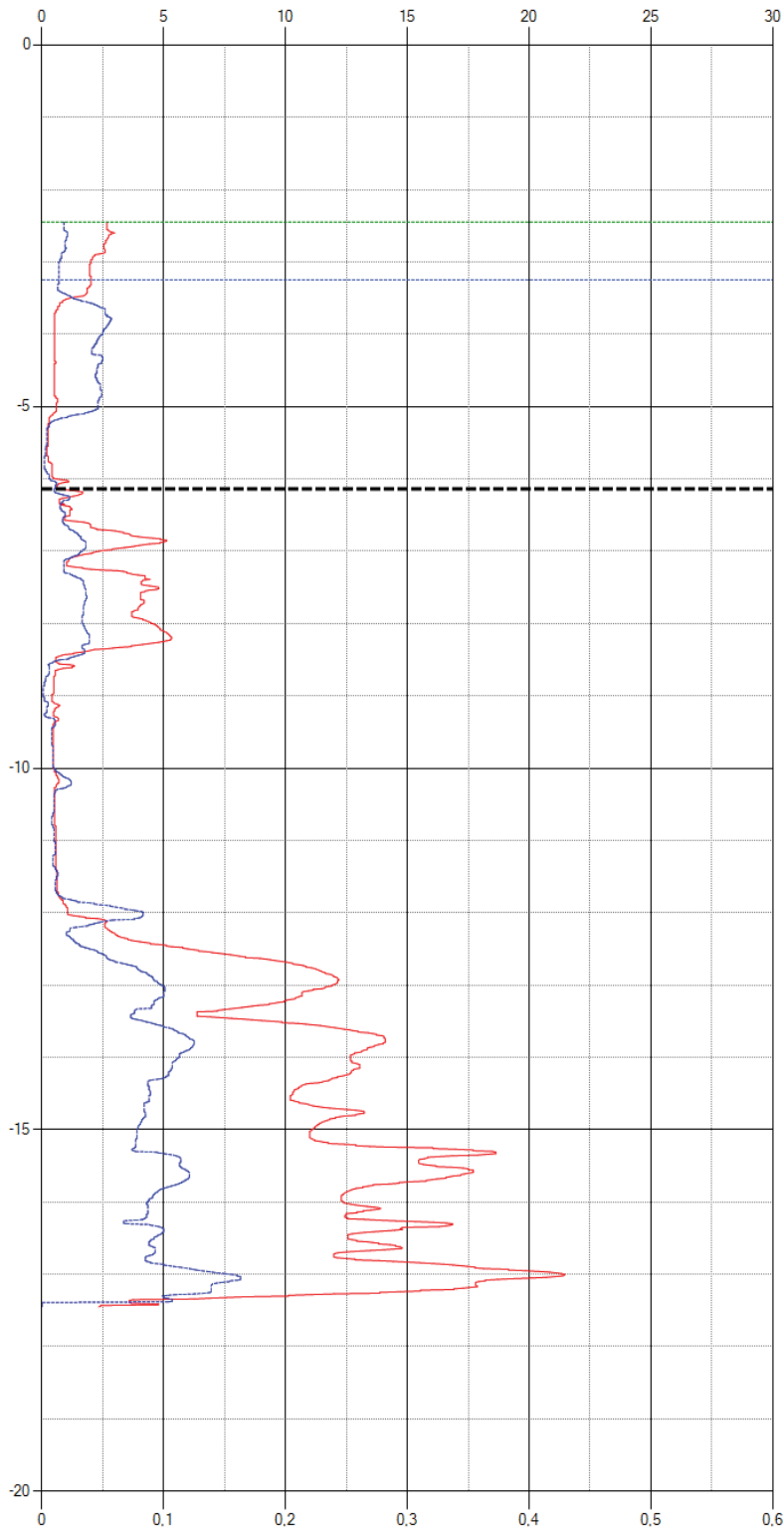
CPT000000037766

GEF

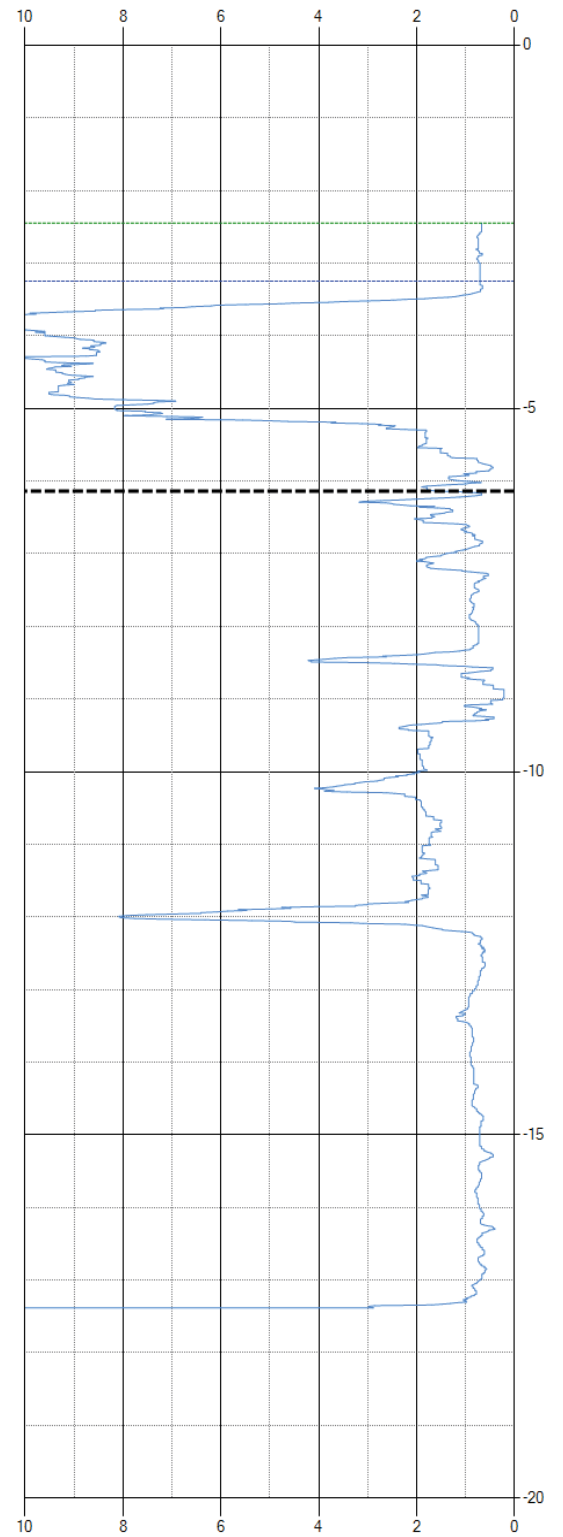
: CPT000000037766

Conusweerstand qc [MPa]

Wrijvingsgetal Rf [%]



Wrijvingsweerstand fs [MPa]

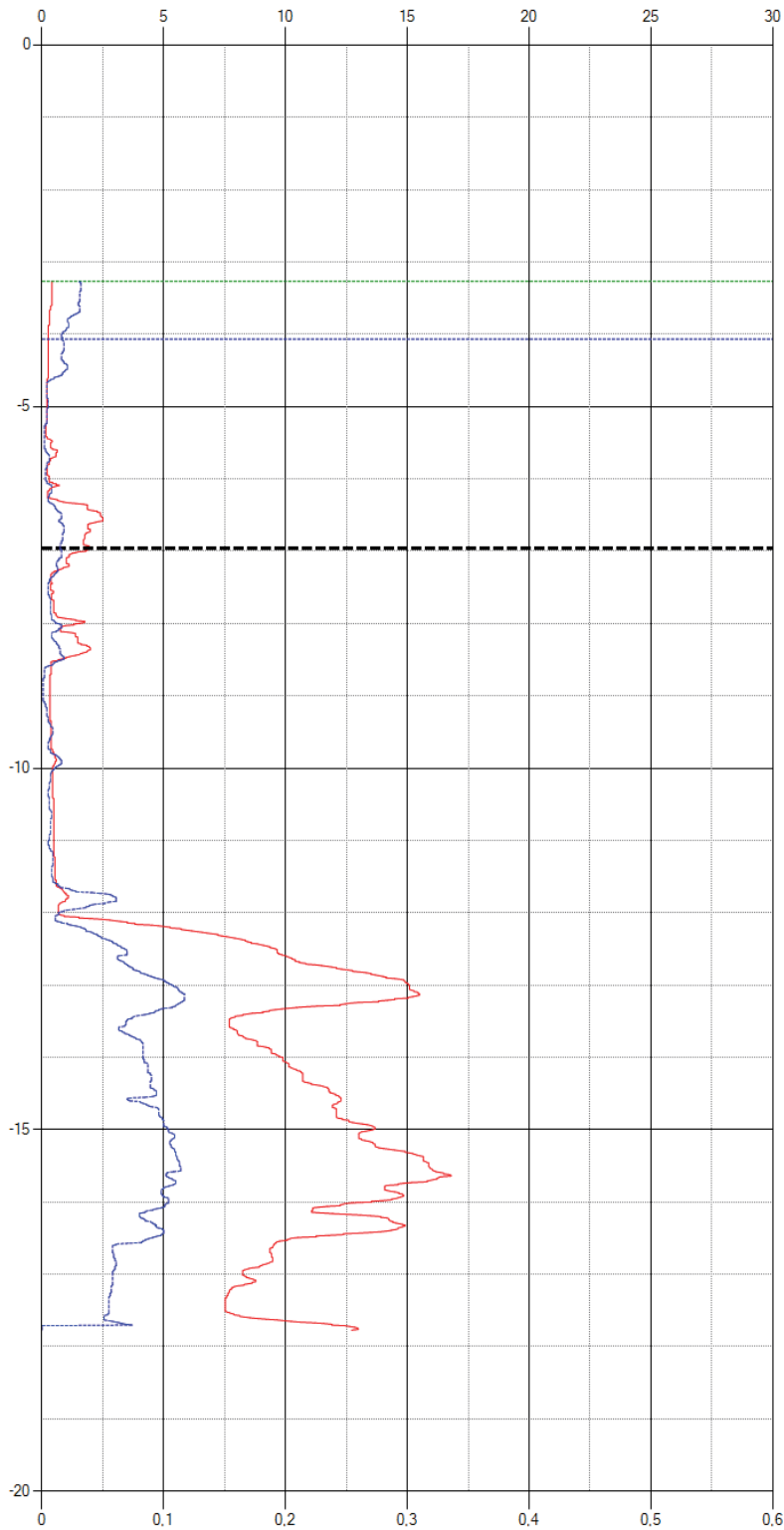
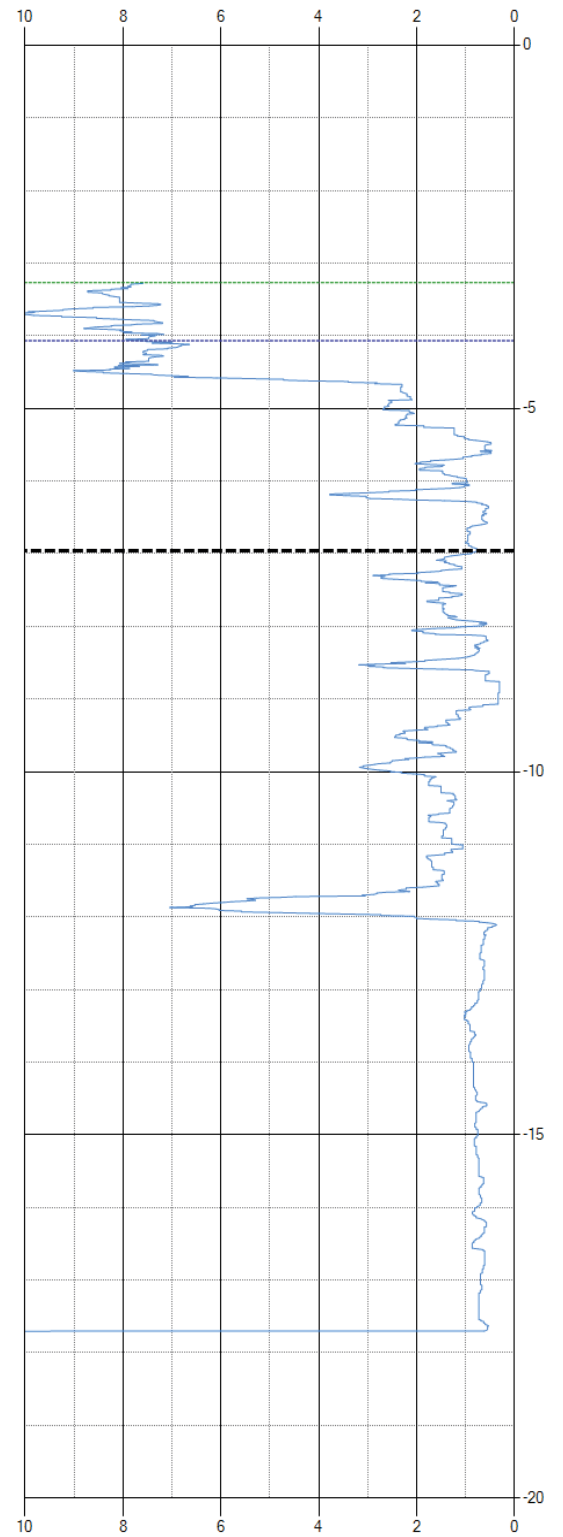


Wrijvingsgetal Rf [%]

CPT000000037767

GEF : CPT000000037767

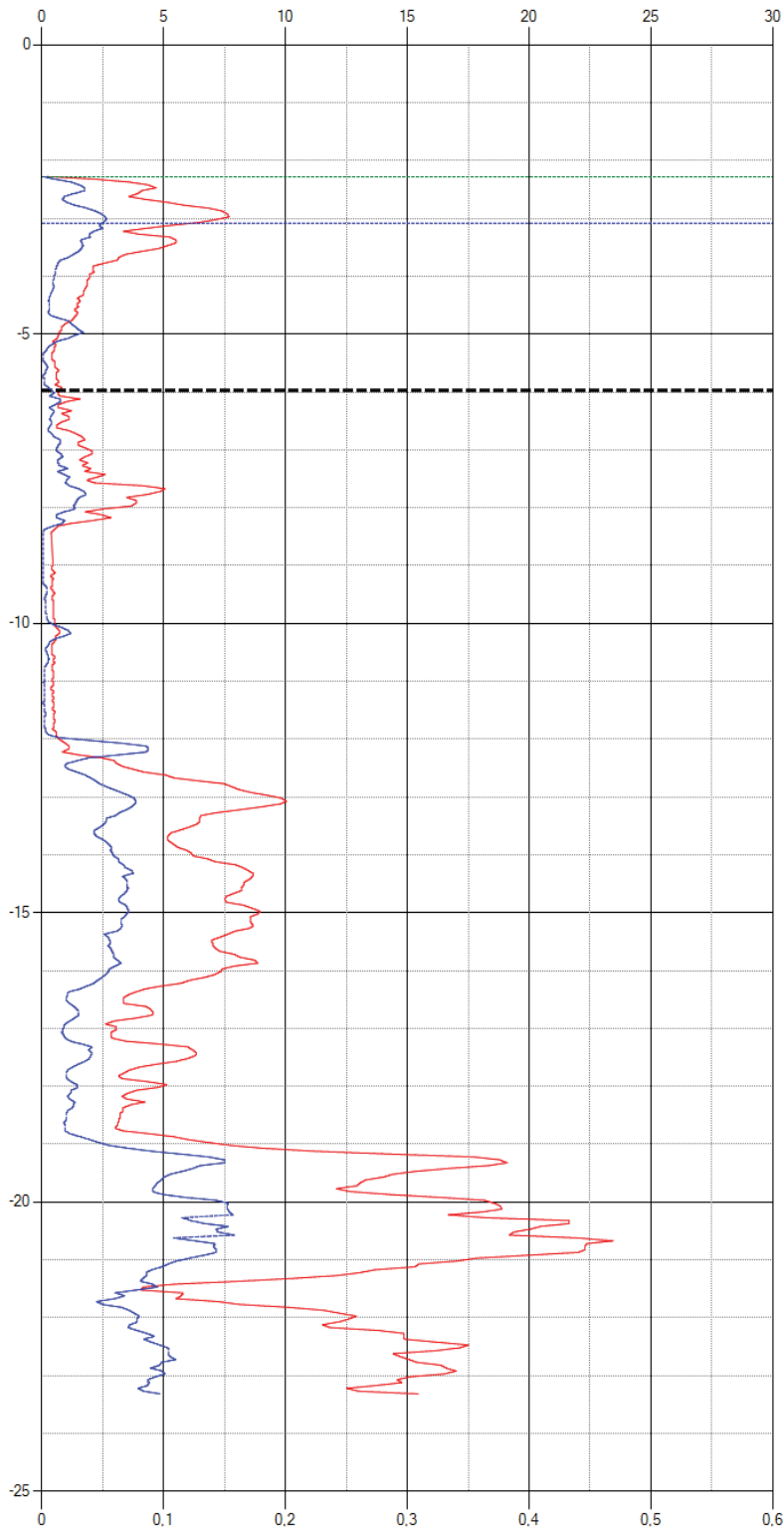
Conusweerstand qc [MPa]

Wrijvingsweerstand f_s [MPa]Wrijvingsgetal R_f [%]Wrijvingsgetal R_f [%]

CPT000000040743

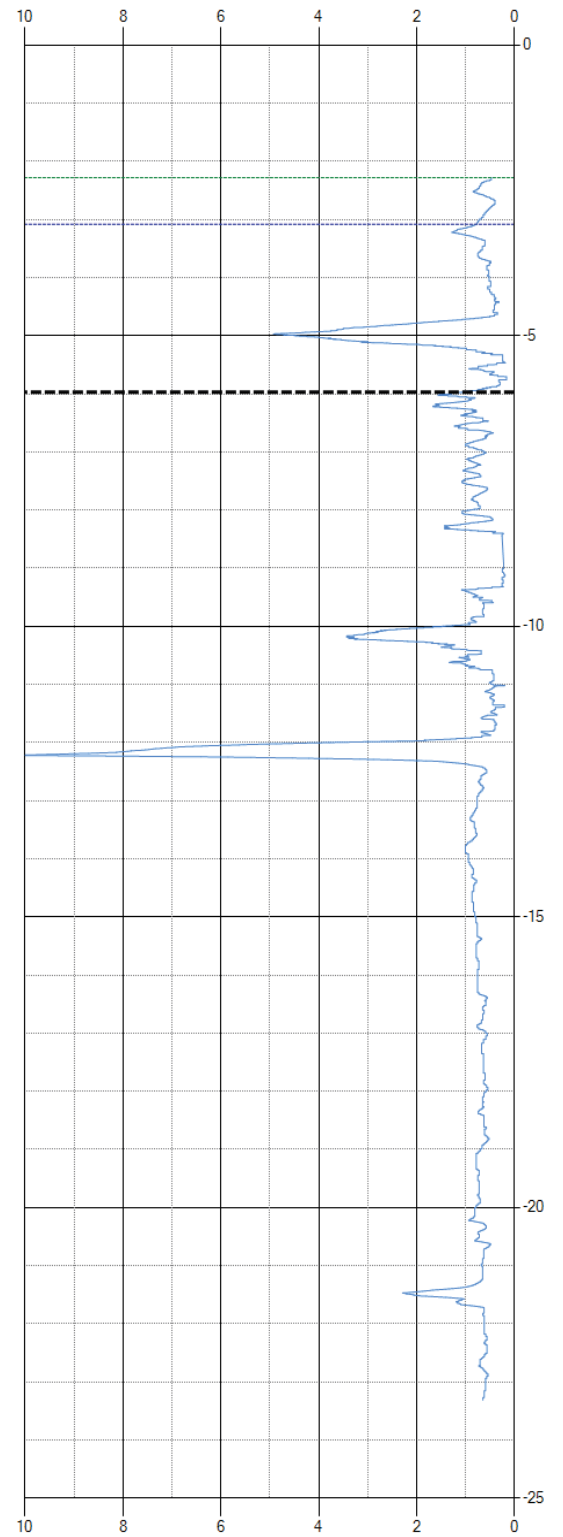
GEF : CPT000000040743

Conusweerstand qc [MPa]



Wrijvingsweerstand fs [MPa]

Wrijvingsgetal Rf [%]



Wrijvingsgetal Rf [%]

3 Sterkte- en muddrukberekening

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012			Sigma 2018 1.0 ©
Algemene gegevens			
Naam van het project : Berekening gest.boring behorende bij tekening B182055.VB01 Projectonderdeel : HDD01 Gestuurde boring 1 x Ø400 PE - Amsterdam - Haarlemmerweg			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
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/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 400,00	mm
Wanddikte	d _n	= 36,4	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Gas	
Ontwerpdruk	p _d	= 0,1	N/mm ²
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15,0	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 560	mm
Diameter boorstang	D _b	= 92	mm
Totale lengte	L	= 105,21	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 18,53	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 34,91	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 0,00	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 38,40	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 13,37	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 100,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 100,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 100,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 20,00 / 36,4	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 22,00 / 40,4	° / %
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	f _{k,b}	= 1,1	
Belastingfactor	f _{k,o}	= 1,4	
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	
			13-07-2018 15:42:50

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/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
A	3,26	1,07	-	Zand	18,06	-	25,00
B	12,38	3,69	0,80	Klei	17,23	14,42	22,50
C	13,96	4,15	0,72	Zand	17,14	15,06	32,50
TPV1	18,53	5,34	0,34	Zand	16,12	16,29	32,50
D	19,77	5,65	0,24	Klei	15,27	16,50	17,50
E	20,49	4,97	-0,68	Zand	0,00	16,14	35,00
F	29,72	6,91	-1,32	Klei	0,00	17,77	27,50
G	39,03	9,37	-0,63	Klei	0,00	17,68	15,00
H	39,44	10,18	0,13	Klei	13,60	17,75	15,00
I	45,05	10,81	0,13	Zand	13,60	17,74	32,50
J	52,52	11,28	0,24	Zand	15,27	17,82	30,00
TPV2	53,44	11,47	0,43	Zand	16,50	17,82	30,00
K	57,75	12,20	1,25	Zand	17,56	17,81	32,50
L	61,71	11,94	1,23	Zand	17,55	17,75	35,00
M	61,95	11,92	1,23	Zand	17,55	17,75	32,50
N	67,09	11,34	1,21	Klei	17,54	17,71	15,00
O	72,06	10,31	0,97	Zand	17,28	17,70	27,00
P	75,75	9,56	0,97	Zand	17,28	17,51	25,00
Q	80,04	8,51	0,95	Zand	17,26	17,37	25,00
R	85,00	7,10	0,95	Zand	17,26	16,80	27,00
S	89,59	5,66	1,03	Zand	17,49	15,99	25,00
TPV3	91,84	4,80	1,06	Klei	17,54	15,33	22,50
T	94,71	3,83	1,09	Klei	17,58	14,30	22,50
U	100,12	1,81	1,09	Klei	17,58	19,20	17,50

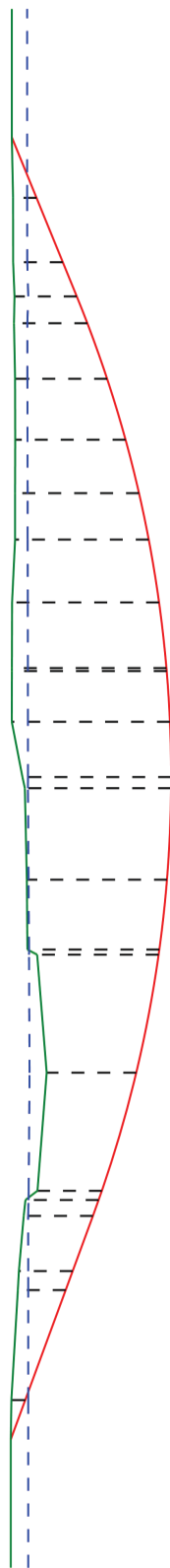
Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
B	Geen	-	0,00	1,50	Grafiek ½ x II
C	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
TPV1	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
D	Geen	0,0060	0,00	1,00	Geen
E	Geen	0,0060	0,00	75,00	Geen
F	Geen	0,0060	1,00	5,00	Geen
G	Geen	0,0060	1,00	0,50	Geen
H	Geen	0,0060	1,00	0,50	Geen
I	Geen	0,0060	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
J	Geen	0,0060	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
TPV2	Geen	0,0060	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
K	Geen	0,0060	0,00	45,00	Grafiek II
L	Geen	0,0060	0,00	75,00	Grafiek II
M	Geen	0,0060	0,00	45,00	Grafiek II
N	Geen	0,0060	1,00	0,50	Grafiek ½ x II
O	Geen	0,0060	0,00	35,00	Grafiek ½ x II
P	Geen	0,0060	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
Q	Geen	0,0060	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
R	Geen	0,0060	0,00	35,00	Grafiek ½ x II
S	Geen	0,0060	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
TPV3	Geen	-	5,00	3,00	Grafiek ½ x II
T	Geen	-	5,00	3,00	Grafiek ½ x II
U	Geen	-	0,00	1,00	Grafiek ½ x II

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U

TPV1

TPV2

TPV3



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 327,20	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 363,60	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 400,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 200,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 163,60	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 181,80	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 694.006.811,09	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 3.470.034,06	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 4.019,05	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 220,83	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 41.579,10	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,3971	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	$g = 0,3971 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,3971 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,3971 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,3971 \text{ N/mm}^1$

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	105,21	5.849
Na 1 ^e deel intrekken	91,84	5.106
Na 2 ^e deel intrekken	53,44	2.971
Na 3 ^e deel intrekken	53,44	2.971
Na 4 ^e deel intrekken	18,53	1.030

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,3971 \cdot 0,1$$

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]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	5.849	0,14
Na 1 ^e deel intrekken	5.106	0,12
Na 2 ^e deel intrekken	2.971	0,07
Na 3 ^e deel intrekken	2.971	0,07
Na 4 ^e deel intrekken	1.030	0,02

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{41.579,10}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{694.006.811}{100.000} = 7.443.223,05 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{7.443.223,05}{3.470.034} = \mathbf{2,15 \text{ N/mm}^2}$$

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	0,14	1,53
Na 1 ^e deel intrekken	0,12	1,52
Na 2 ^e deel intrekken	0,07	1,47
Na 3 ^e deel intrekken	0,07	1,47
Na 4 ^e deel intrekken	0,02	1,42

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 2,15 + \sigma_t$$

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: $D_{e,omtrek} = 1.256,64 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,397 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 400,00^2 \cdot \pi/4 = 1,445 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 1,048 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	13,37	5.100	-
2 ^e deel intrekken	51,77	-	19.746
3 ^e deel intrekken	51,77	19.746	-
4 ^e deel intrekken	86,68	-	33.061
Geheel ingetrokken	105,21	40.129	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (1.256,64 \cdot 0,00005 + 1,048 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (1.256,64 \cdot 0,00005 + 1,048 \cdot 0,2)$

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]
D	0,0010	100,0	0,0057	4.133
E	0,0010	100,0	0,0057	4.133
F	0,0010	100,0	0,0057	4.133
G	0,0010	100,0	0,0057	4.133
H	0,0010	100,0	0,0057	4.133
I	0,0010	100,0	0,0057	4.133
J	0,0010	100,0	0,0057	4.133
TPV2	0,0010	100,0	0,0057	4.133
K	0,0010	100	0,0057	4.133
L	0,0010	100	0,0057	4.133
M	0,0010	100	0,0057	4.133
N	0,0010	100	0,0057	4.133
O	0,0010	100	0,0057	4.133
P	0,0010	100	0,0057	4.133
Q	0,0010	100	0,0057	4.133
R	0,0010	100	0,0057	4.133
S	0,0010	100	0,0057	4.133

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,4 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 400 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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	2.971	19.746	4.133	-	26.850
Opgaande bocht	1.030	33.061	4.133	4.133	42.358

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	10,00	26.850	2.611
Opgaande bocht	11,00	42.358	4.119

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

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

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

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

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	5.106	5.100	-	-	-	-	10.205
2 ^e deel intrekken	2.971	19.746	4.133	2.611	-	-	29.461
3 ^e deel intrekken	2.971	19.746	4.133	2.611	-	-	29.461
4 ^e deel intrekken	1.030	33.061	4.133	2.611	4.133	4.119	49.495
Geheel intrekken	0	40.129	4.133	2.611	4.133	4.119	55.532

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

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	10.205	0,25
2 ^e deel intrekken	29.461	0,71
3 ^e deel intrekken	29.461	0,71
4 ^e deel intrekken	49.495	1,19
Geheel intrekken	55.532	1,34

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{41.579,10}$$

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

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{0,9 \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{694.006.811,09}{0,9 \cdot 100.000} = 10.525.769,97 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{10.525.769,97}{3.470.034,06} = \mathbf{3,03 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{0,9 \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{694.006.811,09}{0,9 \cdot 100.000} = 10.525.769,97 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{10.525.769,97}{3.470.034,06} = \mathbf{3,03 \text{ N/mm}^2}$$

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	10.205	0,25	-	0,25
Na 1 ^e deel intrekken	29.461	0,71	3,03	2,68
Na 2 ^e deel intrekken	29.461	0,71	-	0,71
Na 3 ^e deel intrekken	49.495	1,19	3,03	3,16
Na 4 ^e deel intrekken	55.532	1,34	-	1,34

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{41.579,10} = \sigma_t$$

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

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

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*

$$D_g/d_n = 363,60/36,40 = 9,99 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{200,00^2 + 163,60^2}{200,00^2 - 163,60^2} \cdot 0,1 = 0,50 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 0,50 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 0,50 = 0,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$$

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 181,8^3 \cdot 0,089}{975 \cdot 4.019,05} \right) = 0,97$$

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	1,07	-	Zand	-	-	21,26	8,50
B	3,69	0,80	Klei	15,16	45,84	61,00	12,84
C	4,15	0,72	Zand	13,57	56,82	70,40	14,44
TPV1	5,34	0,34	Zand	6,03	89,60	95,62	18,25
D	5,65	0,24	Klei	4,03	98,19	102,22	19,25
E	4,97	-0,68	Zand	0,00	88,24	88,24	15,41
F	6,91	-1,32	Klei	0,00	135,07	135,07	26,39
G	9,37	-0,63	Klei	0,00	182,23	182,23	35,41
H	10,18	0,13	Klei	1,94	196,23	198,17	39,07
I	10,81	0,13	Zand	1,94	208,41	210,35	41,42
J	11,28	0,24	Zand	4,03	216,41	220,44	44,01
TPV2	11,47	0,43	Zand	7,80	216,41	224,21	45,52
K	12,20	1,25	Zand	24,15	214,52	238,67	51,67
L	11,94	1,23	Zand	23,75	209,11	232,86	50,30
M	11,92	1,23	Zand	23,75	208,72	232,47	50,23
N	11,34	1,21	Klei	23,35	197,34	220,69	47,76
O	10,31	0,97	Zand	18,44	181,85	200,29	42,76
P	9,56	0,97	Zand	18,44	165,45	183,89	39,20
Q	8,51	0,95	Zand	18,04	144,45	162,49	34,75
R	7,10	0,95	Zand	18,04	113,65	131,69	28,08
S	5,66	1,03	Zand	19,82	81,44	101,25	21,98
TPV3	4,80	1,06	Klei	20,45	63,07	83,52	18,45
T	3,83	1,09	Klei	21,08	43,10	64,18	14,71
U	1,81	1,09	Klei	21,08	15,21	36,28	11,63

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

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	1,07	Grafiek ½ x II	16,93	6,77
B	3,69	Grafiek ½ x II	2,92	1,17
C	4,15	Grafiek ½ x II	2,53	1,01
TPV1	5,34	Grafiek ½ x II	1,85	0,74
D	5,65	Geen	0,00	0,00
E	4,97	Geen	0,00	0,00
F	6,91	Geen	0,00	0,00
G	9,37	Geen	0,00	0,00
H	10,18	Geen	0,00	0,00
I	10,81	Grafiek ½ x II	0,75	0,30
J	11,28	Grafiek ½ x II	0,71	0,28
TPV2	11,47	Grafiek ½ x II	0,69	0,28
K	12,20	Grafiek II	1,26	0,51
L	11,94	Grafiek II	1,30	0,52
M	11,92	Grafiek II	1,31	0,52
N	11,34	Grafiek ½ x II	0,70	0,28
O	10,31	Grafiek ½ x II	0,80	0,32
P	9,56	Grafiek ½ x II	0,89	0,36
Q	8,51	Grafiek ½ x II	1,04	0,41
R	7,10	Grafiek ½ x II	1,31	0,52
S	5,66	Grafiek ½ x II	1,73	0,69
TPV3	4,80	Grafiek ½ x II	2,11	0,85
T	3,83	Grafiek ½ x II	2,79	1,12
U	1,81	Grafiek ½ x II	7,53	3,01

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 400$$

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 ¹]
A	8,50	6,77	15,27	383,21	1,69
B	12,84	1,17	14,01	351,47	1,55
C	14,44	1,01	15,45	387,58	1,71
TPV1	18,25	0,74	18,99	476,47	2,10
D	19,25	0,00	19,25	482,93	2,13
E	15,41	0,00	15,41	386,74	1,70
F	26,39	0,00	26,39	662,03	2,92
G	35,41	0,00	35,41	888,41	3,92
H	39,07	0,00	39,07	980,16	4,32
I	41,42	0,30	41,72	1.046,74	4,61
J	44,01	0,28	44,30	1.111,36	4,90
TPV2	45,52	0,28	45,80	1.149,06	5,07
K	51,67	0,51	52,17	1.308,90	5,77
L	50,30	0,52	50,82	1.275,10	5,62
M	50,23	0,52	50,75	1.273,22	5,61
N	47,76	0,28	48,04	1.205,15	5,31
O	42,76	0,32	43,08	1.080,71	4,76
P	39,20	0,36	39,55	992,29	4,37
Q	34,75	0,41	35,17	882,34	3,89
R	28,08	0,52	28,60	717,48	3,16
S	21,98	0,69	22,67	568,81	2,51
TPV3	18,45	0,85	19,29	484,02	2,13
T	14,71	1,12	15,83	397,07	1,75
U	11,63	3,01	14,65	367,48	1,62

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 181,80$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 0,97 \cdot \frac{M_q}{220,83}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
D	100,0	0,0057	0,17
E	100,0	0,0057	0,17
F	100,0	0,0057	0,17
G	100,0	0,0057	0,17
H	100,0	0,0057	0,17
I	100,0	0,0057	0,17
J	100,0	0,0057	0,17
TPV2	100,0	0,0057	0,17
K	100	0,0057	0,17
L	100	0,0057	0,17
M	100	0,0057	0,17
N	100	0,0057	0,17
O	100	0,0057	0,17
P	100	0,0057	0,17
Q	100	0,0057	0,17
R	100	0,0057	0,17
S	100	0,0057	0,17

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 400 \cdot \frac{200,00}{220,83}$$

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

$$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$$

$$\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = \mathbf{1,56 \text{ N/mm}^2}$$

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{4.019,05}{363,6^3} = 0,0815 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{81,52 \text{ kN/m}^2}$$

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: $\gamma = 1,5$

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 4.019,05}{363,60^3} = 1,55 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 4.019,05}{363,60^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **27,87 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	1,69	-	0,65	1,10
B	1,55	-	0,65	1,01
C	1,71	-	0,65	1,11
TPV1	2,10	-	0,65	1,37
D	2,13	0,17	0,65	1,50
E	1,70	0,17	0,65	1,22
F	2,92	0,17	0,65	2,01
G	3,92	0,17	0,65	2,66
H	4,32	0,17	0,65	2,92
I	4,61	0,17	0,65	3,11
J	4,90	0,17	0,65	3,30
TPV2	5,07	0,17	0,65	3,40
K	5,77	0,17	0,65	3,86
L	5,62	0,17	0,65	3,76
M	5,61	0,17	0,65	3,76
N	5,31	0,17	0,65	3,56
O	4,76	0,17	0,65	3,21
P	4,37	0,17	0,65	2,95
Q	3,89	0,17	0,65	2,64
R	3,16	0,17	0,65	2,17
S	2,51	0,17	0,65	1,74
TPV3	2,13	-	0,65	1,39
T	1,75	-	0,65	1,14
U	1,62	-	0,65	1,05

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

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	0,20	1,56	-	-	1,76
B	0,20	1,56	-	-	1,76
C	0,20	1,56	-	-	1,76
TPV1	0,20	1,56	-	-	1,76
D	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
E	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
F	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
G	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
H	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
I	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
J	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
TPV2	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
K	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
L	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
M	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
N	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
O	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
P	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
Q	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
R	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
S	0,20	1,56	3,03	0,65	3,73
TPV3	0,20	1,56	-	-	1,76
T	0,20	1,56	-	-	1,76
U	0,20	1,56	-	-	1,76

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \sigma_{ax}$

Bochten: $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_A \cdot \sigma_b + \sigma_{ax}$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \sigma_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

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	8,50	6,77	-	2,68	0,74
B	12,84	1,17	-	2,26	0,62
C	14,44	1,01	-	3,34	0,92
TPV1	18,25	0,74	-	4,10	1,13
D	19,25	0,00	0,0057	2,55	0,70
E	15,41	0,00	0,0057	3,53	0,97
F	26,39	0,00	0,0057	5,00	1,37
G	35,41	0,00	0,0057	4,16	1,14
H	39,07	0,00	0,0057	4,59	1,26
I	41,42	0,30	0,0057	9,02	2,48
J	44,01	0,28	0,0057	8,99	2,47
TPV2	45,52	0,28	0,0057	9,29	2,56
K	51,67	0,51	0,0057	11,28	3,10
L	50,30	0,52	0,0057	11,64	3,20
M	50,23	0,52	0,0057	10,97	3,02
N	47,76	0,28	0,0057	5,64	1,55
O	42,76	0,32	0,0057	8,04	2,21
P	39,20	0,36	0,0057	6,94	1,91
Q	34,75	0,41	0,0057	6,17	1,70
R	28,08	0,52	0,0057	5,34	1,47
S	21,98	0,69	0,0057	3,98	1,09
TPV3	18,45	0,85	-	3,11	0,86
T	14,71	1,12	-	2,55	0,70
U	11,63	3,01	-	1,94	0,53

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

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 181,80^3}{350 \cdot 4.019,05}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 363,60 = \mathbf{29,09 \text{ mm}}$$

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	1,07	17,57	10,14	13,86	19,71	5,77
B	3,69	21,52	13,28	17,40	24,06	0,54
C	4,15	23,88	11,05	17,46	26,85	17,31
TPV1	5,34	29,03	13,43	21,23	32,64	17,31
D	5,65	30,38	21,25	25,81	33,58	0,36
E	4,97	23,22	9,90	16,56	26,06	28,85
F	6,91	42,53	22,89	32,71	48,70	1,79
G	9,37	56,90	42,17	49,54	63,33	0,18
H	10,18	63,28	46,90	55,09	70,31	0,18
I	10,81	67,05	31,02	49,03	75,38	17,31
J	11,28	71,78	35,89	53,83	80,75	5,77
TPV2	11,47	74,90	37,45	56,17	84,26	5,77
K	12,20	87,75	40,60	64,17	98,65	17,31
L	11,94	85,34	36,39	60,87	95,78	28,85
M	11,92	85,22	39,43	62,33	95,82	17,31
N	11,34	81,09	60,10	70,59	89,83	0,18
O	10,31	72,13	39,38	55,75	81,07	13,46
P	9,56	66,07	38,15	52,11	74,14	5,77
Q	8,51	58,69	33,88	46,28	65,85	5,77
R	7,10	47,33	25,84	36,59	53,20	13,46
S	5,66	37,38	21,58	29,48	41,94	5,77
TPV3	4,80	31,62	19,52	25,57	39,98	1,07
T	3,83	25,64	15,83	20,73	33,29	1,07
U	1,81	22,79	15,94	19,36	25,18	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	0,0010	0,54	0,0000	0,0000	0,00	0,15
B	0,012	1,85	0,0289	0,03260	0,00	0,11
C	0,00054	2,08	0,0343	0,03870	0,00	0,41
TPV1	0,00066	2,67	0,0500	0,05641	0,00	0,47
D	0,022	2,83	0,0541	0,06103	0,00	0,14
E	0,00033	2,49	0,0565	0,06374	0,00	0,54
F	0,0090	3,46	0,0823	0,09285	0,00	0,30
G	0,077	4,69	0,1000	0,1128	0,01	0,21
H	0,085	5,09	0,1005	0,1134	0,01	0,22
I	0,0015	2,27	0,1068	0,1205	0,01	0,83
J	0,0047	1,30	0,1104	0,1245	0,01	0,59
TPV2	0,0049	1,27	0,1104	0,1245	0,01	0,61
K	0,0020	1,98	0,1095	0,1235	0,01	0,98
L	0,0012	2,55	0,1071	0,1208	0,01	1,22
M	0,0019	2,01	0,1069	0,1206	0,01	0,96
N	0,11	5,67	0,1013	0,1143	0,01	0,25
O	0,0019	2,04	0,0934	0,1054	0,01	0,67
P	0,0038	1,43	0,0859	0,09691	0,01	0,47
Q	0,0034	1,52	0,0756	0,08529	0,01	0,43
R	0,0012	2,52	0,0615	0,06938	0,01	0,49
S	0,0022	1,91	0,0463	0,05223	0,01	0,31
TPV3	0,013	2,40	0,0374	0,04219	0,01	0,20
T	0,012	1,92	0,0274	0,03091	0,01	0,17
U	0,016	0,91	0,0072	0,008123	0,01	0,07

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

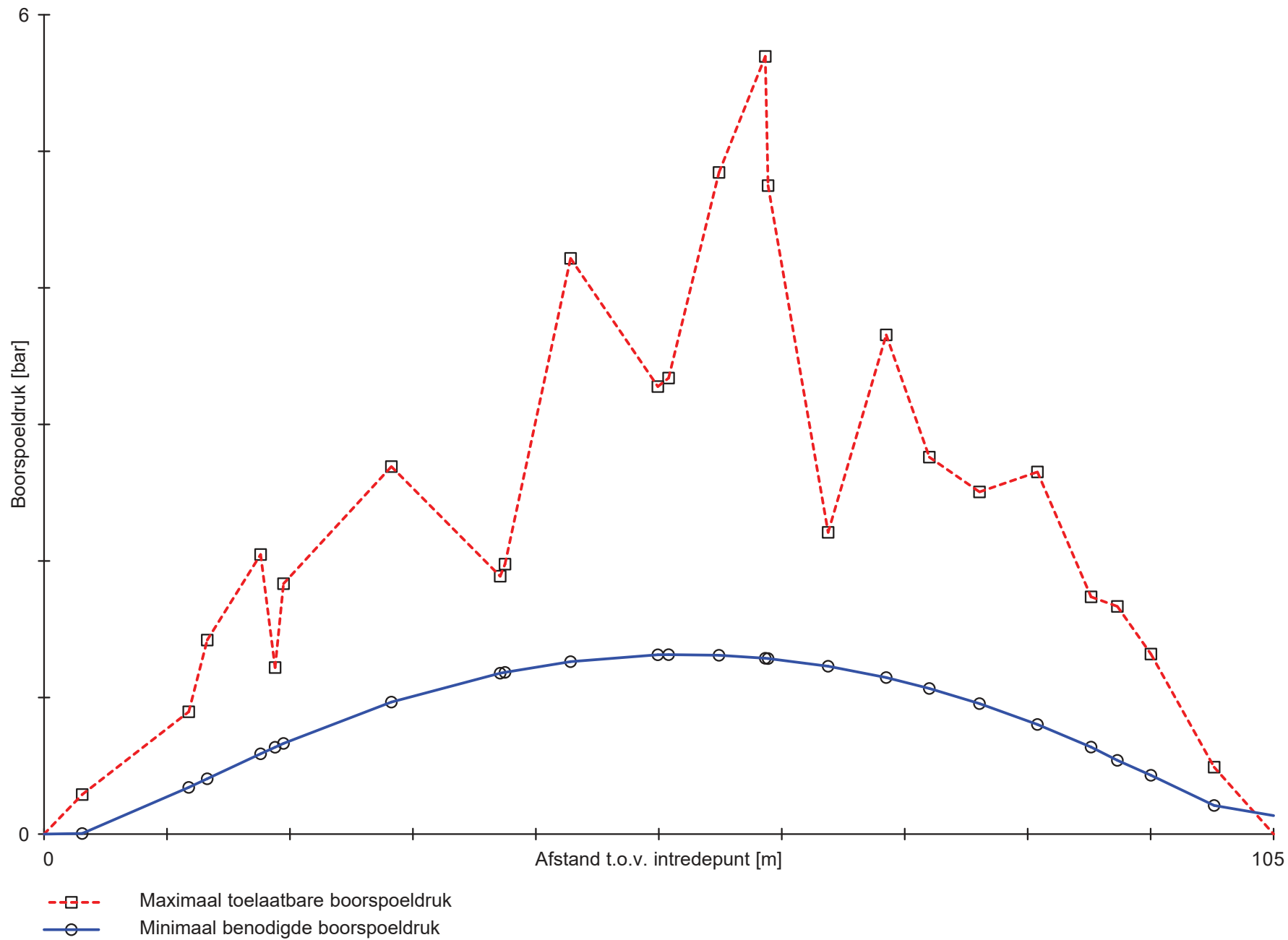
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
A	28,93	137,48	0,42	0,29	1,37	0,00
B	89,52	98,94	34,19	0,90	0,99	0,34
C	142,07	365,52	40,49	1,42	3,66	0,40
TPV1	204,69	424,98	58,78	2,05	4,25	0,59
D	128,75	121,92	63,57	1,29	1,22	0,64
E	183,32	486,97	66,37	1,83	4,87	0,66
F	269,08	274,41	96,66	2,69	2,74	0,97
G	208,76	188,83	117,82	2,09	1,89	1,18
H	218,73	197,65	118,44	2,19	1,98	1,18
I	421,60	751,13	126,26	4,22	7,51	1,26
J	327,70	534,30	131,28	3,28	5,34	1,31
TPV2	333,94	546,80	131,40	3,34	5,47	1,31
K	484,51	878,84	130,94	4,85	8,79	1,31
L	569,47	1.093,68	128,74	5,69	10,94	1,29
M	474,86	861,83	128,54	4,75	8,62	1,29
N	244,82	220,95	122,88	2,45	2,21	1,23
O	365,52	601,87	114,61	3,66	6,02	1,15
P	276,03	426,18	106,62	2,76	4,26	1,07
Q	250,52	389,00	95,55	2,51	3,89	0,96
R	265,18	442,93	80,28	2,65	4,43	0,80
S	173,69	275,42	63,72	1,74	2,75	0,64
TPV3	166,69	177,18	53,97	1,67	1,77	0,54
T	131,83	153,56	43,05	1,32	1,54	0,43
U	48,97	65,18	20,96	0,49	0,65	0,21

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

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



4 Specificaties meetsysteem

Gyro Steering Tools

Advantages with respect to downhole measurements with magnetic steering tools :

- No read-out errors due to the disturbance of the Earth's magnetic field.
- No need for use of non-magnetic materials ("Non-Mags").
- Insensitive to shocks and vibrations.
- Far higher accuracy of azimuth and pitch possible, resulting in more accurate following of the desired trajectory.
- Measurement with respect to true North (North Seeking while drilling).

Specifications :

Length / diameter of measuring drillstring, installed directly behind the drillhead : 2000/ 170 mm.

Accuracy :

- Pitch, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,01 [degr.]
- Azimuth , accuracy (3 Sigma) : +/- 0,04 [degr.]

Installation :

The measuring drillstring is provided with standard API threaded connections, making installation easy.
The mudflow is not interrupted. Mudflow channels are provided.

Since many years Brownline used magnetometer / accelerometer based strap-down probes for drillhead guidance. The surveyor at the job is needed for this type of probes, as a lot of experience is required to translate the information from these magnetometer based probes. Magnetometers using the Earth magnetic field as reference can give wrong read-outs due to the presence of materials, which can be or are magnetized and due to electric current carrying wires. Only due the surveyor's experience these disturbances of the Earth magnetic field can be filtered.

Brownline started a new magnetometer based probe design early 1999. The emphasis was to automatically compensate for the disturbances of the Earth magnetic field. This automatic compensation already proved in the first months of the project to be very difficult to realize. Consequently Brownline started a simultaneous new design, where gyroscopic sensors were used in order to avoid these magnetic disturbances. The emphasis for this type of gyroscopic probe not only was on magnetic disturbance insensitivity, but also on a far higher accuracy, such that this gyroscopic system in conjunction with a dead-reckoning program could match the trajectory accuracy of the artificial magnetic field systems.

Moreover the aim was to get a trajectory position measuring system, which is predictable and which can be used by less experienced engineers or by automated drilling systems.

Presently Brownline co-operates with iMAR of St. Ingbert, Germany for the joint development and marketing of gyroscopic based navigation tools for the drilling industry.

1. NAVIGATION BY MAGNETOMETERS AND ACCELEROMETERS AND WIRELESS TRANSMISSION.

Figure 1 shows the present Browline magnetometer based system, which was developed in the years 1999 / 2000. Navigation is achieved by the use of three magneto-resistive magnetometers and three accelerometers. This is a well-known configuration. However the wireless signal transmission developed for this probe uses new technology. Downhole electronics are used to modulate the signals. A downhole transmitter sends signals via the drillstring. The negative pole can be placed anywhere above the drillstring at the surface. the signals are demodulated at the surface in the receiver electronics. This wireless transmission system sends three times per second data to the surface. The data string contains the azimuth, pitch and roll angles of the drillhead, as well as downhole internal probe temperature and the mud pressure.

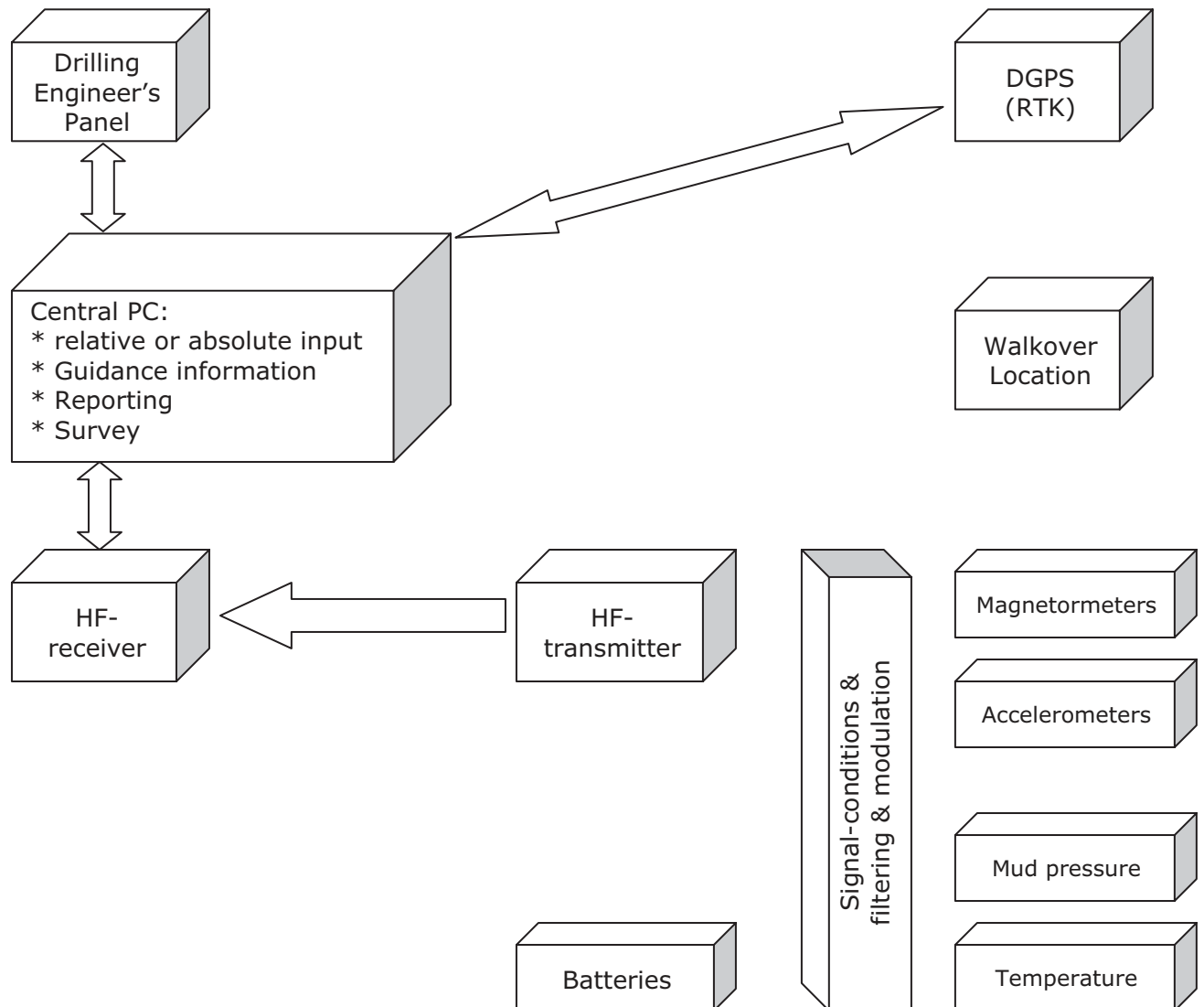


Figure 1. Overview of elements of magnetometer based navigation tool. The downhole data is wireless transmitted in order to save time for wireline connections during drilling.

The original idea was to compensate for disturbances of the Earth magnetic field via the application of two downhole sensor units at a certain distance. Via a gradiometer like principle a compensation could be achieved. However, very accurate sensing of the magnetic field is required.

2. GYROSCOPIC SENSORS.

Various tests proved that it is extremely difficult to compensate for the disturbance of the Earth magnetic field. Very accurate measurement of the Hx, Hy and Hz vectors is required. Brownline already in late 2000 started investigations for other sensors as the magnetic based ones. The present Brownline simplex magnetic based sensor probe has an accuracy of the azimuthing angle of 0.40 [degrees]. This is not sufficient accurate for drilling jobs in highly urbanized areas or for drillings over long distances in conjunction with dead-reckoning. So Brownline did not simply look for a direct replacement of the magnetometer based probe, but also looked for a far higher accuracy. Various gyroscopes were investigated. Mechanical dynamical tuned types proved to be too unreliable. Vibrating gyroscopes still were too inaccurate, although the dimensions are small. This led to the choice of fiber optic gyroscopes (FOG) and Ring Laser Gyroscopes (RLG) to start with. By using FOGs or RLGs very accurate azimuthing angles with respect to the geographic North can be measured. An accuracy of ten times better as for magnetic sensor based probes is possible. Having an azimuthing accuracy of 0.04 [degrees] and a reliable drillstring stroke measurement will give a trajectory measurement accuracy, which is better than possible with other navigation means.

Figure 2 shows a typical RLG, which is used as base for the new gyroscopic navigation tool. Data are transmitted either via wireline (10 times per second) or wireless (3 times per second).



Figure 2.

Probe with Ring Laser Gyroscope, the robust housing is suitable for a rough environment with high vibrations and shock loading.

The unit contains three perpendicular installed RLG's and three perpendicular installed servo-balanced accelerometers, as well as micro-controllers for processing and filtering of the measured data.

The total unit is build into the drillstring close to the drillhead.

This drillstring part contains a second micro-controller for processing of strain gage and mud pressure signals, as well as for modulation and transmission.

The Brownline gyroscopic probe system is presently being build. For the gyroscopic systems Brownline cooperates with iMAR of St Ingbert, Germany.

The gyroscopic navigation tool gives the following signals at a rate of ten times per second via a wireline to the surface receiver :

- Roll, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,02 [degr.]
- Pitch, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,01 [degr.]
- Azimuth , accuracy (3 Sigma) : +/- 0,04 [degr.]
- Vibration level
- Temperature, accuracy : +/- 0,5 [degr. C]
- Mud pressure, accuracy : +/- 0.05 [bar]
- E-power state
- Too high RPM (binary : TRUE or FALSE)
- Error message
- Status message
- North seeking state
- Pulling / pushing force.
- Bending moment (radius).
- Steering torque.

The wireline connection is a single wire used for electric power supply to the downhole system and used for signal transmission to the surface. Downhole batteries are provided for continuation of power supply, while a drill pipe is connected. The wireless option, as used for the magnetometer based systems could also be used, but the update rate is lower and larger downhole battery packs are required.

The downhole processing is very powerful, extensive filter technologies are used, based on iMAR's well-known system algorithm for sea and land navigation systems.

3.SIGNAL PROCESSING AND HUMAN MACHINE INTERFACES (HMI).

For both the magnetometer based and the gyroscopic navigation systems, Brownline uses a receiver unit at the surface. This receiver unit receives the downline string, either wireless or via a wireline and demodulates the signals. Also the cylinder stroke measurement signal of the drilling machine is received on this receiver unit. The receiver unit is connected with a PC, where the trajectory advice is computed. The planned trajectory is compared with the trajectory calculated from the measured downhole pipe length, the actual azimuth angle and the actual pitch.

Figure 3 depicts the HMI guidance display for the magnetometer based system.



Figure 3. Guidance display of present magnetometer based navigation system. When the azimuth and pitch deviation is kept at zero, the desired track is followed. The reliability bar indicates whether a disturbance of the Earth's magnetic field exists.

At the drilling machine a drilling engineer display is installed giving information on the actual difference between the desired and the actual track and the roll angle of the tool face. Also warnings etc. are given in case of dangerous steering actions. Figure 4 shows the drilling engineer's display. At the surveyors' display, at different pages, also information (graphical and numerical) is given on the planned and the actual track.

Reports can be given in local grid co-ordinates or in WGS84 format. The Ring Laser Gyroscope unit also is very well suitable to be used for surveying after reaming and installation of a pipe. This unit will then be used in conjunction with a DGPS (RTK) system. The DGPS is used to precisely measure the entry and the exit location of the drilled trajectory. This combination gives unsurpassed surveying accuracy. Again reports are given in local grid co-ordinates or in WGS84 format.



Figure 4. The display of the drilling engineer, which additional to the PC display of the surveyor. The drilling engineer pushes a button to let the software count for the number of pipes of known length. For RLG system the drilling machine cylinder stroke is measured to avoid human errors.

5 Specificatie boorspoeling



TUNNEL-GEL® PLUS

Viscosifier/Gellant

Description

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

Applications/Functions

The use of TUNNEL-GEL PLUS viscosifier assists or promotes the following:

- Enhanced viscosity development in freshwater drilling fluids
- Effective cuttings transport and suspension characteristics
- Enhanced filtration control and resulting borehole stability
- Effective lubrication fluid for microtunneling operations

Advantages

- Easy to mix and quickly reaches maximum viscosity
- Enhances fluid lubricity for reduction of required jacking forces
- Yields more than twice as much drilling fluid of the same viscosity as an equal concentration of API grade bentonite

Typical Properties

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| ▪ Appearance | Yellow to tan powder |
| ▪ Specific gravity, g/cm ³ | 2.6 |
| ▪ pH (3% Solution) | 10.4 |

Recommended Treatment

- To optimize the yield and performance of TUNNEL-GEL PLUS viscosifier, pre-treat make-up water with soda ash (sodium carbonate) at a concentration of 0.5 – 1.0 kg/m³ to reduce excess calcium hardness to ≤100 mg/l and adjust pH to a range between 8.5 – 9.5.
- Using a Venturi hopper, or a colloidal mixer, add TUNNEL-GEL PLUS viscosifier, slowly and uniformly to the entire circulating system or mix tank.

Approximate Amounts of TUNNEL-GEL PLUS viscosifier Added to Water Based Fluids		
lbs/bbl	lbs/100gallons	kg/m ³
8.4 – 12.6	20 – 30	25 – 35

Packaging

TUNNEL-GEL PLUS viscosifier, is packaged in 25-kg (55.1-lb) multiwall paper bags.

Availability

TUNNEL-GEL PLUS viscosifier can only be purchased through European Baroid Industrial Drilling Products Retailers. To locate the Baroid IDP retailer nearest you contact the Customer Service Department in Houston or your area IDP Sales Representative.

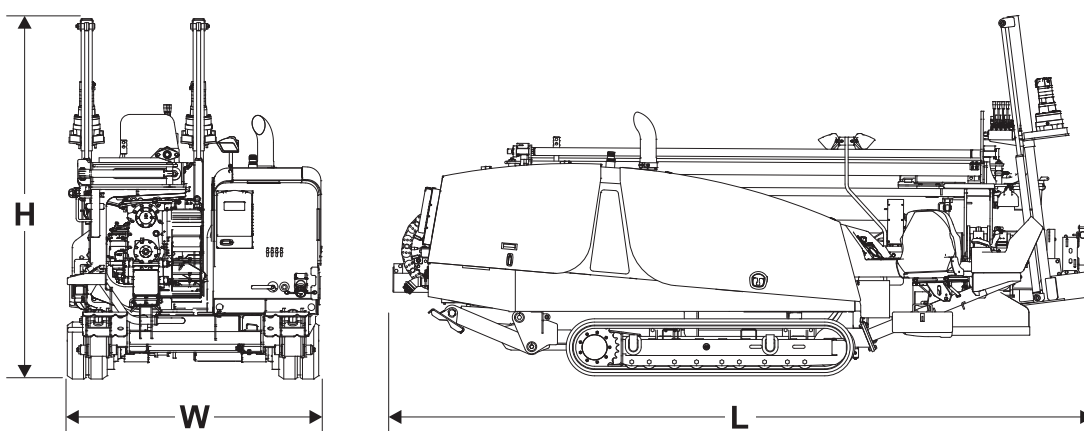
Baroid Industrial Drilling Products Product Service Line, Halliburton

3000 N. Sam Houston Pkwy. E.
Houston, TX 77032

Customer Service	(800) 735-6075 Toll Free	(281) 871-4612
Technical Service	(877) 379-7412 Toll Free	(281) 871-4613

6 In te zetten boorrig

Specifications



j22om072h.eps



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

7 Risicoanalyse;

Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
1. Projectorganisatie				
1.01	Werkvoorbereiding / Planning	Onvoldoende aandacht voor Arbo- en Milieuzaken. Onvoldoende projectgerichte informatie van de opdrachtgever	KAM-afdeling betrekken bij voorbereiding Opvragen van projectgerichte V&G informatie ontwerpfase.	Werkvoorbereiding
1.02	Werkplekbezoek en oriëntatie	Niet geïnventariseerde risico's	Oriënterend werkplek bezoek. Analyseren van de risico's en gevaren van de werkplek/ omgeving.	Uitvoerder/ Voorman
1.03	Algemene werkzaamheden	Onvoldoende voorlichting en controle van medewerkers	Projectintroductie houden met iedereen die werkzaamheden gaat verrichten op het projectterrein	Uitvoerder
1.04			Vereiste certificaten en keuringen controleren van uitvoerenden	Uitvoerder
1.05			Bezoekers begeleiden en de vereiste PBM's verschaffen	Uitvoerder
1.06		Alcohol en drugsgebruik, ongevallen en letsel	Het bezit en/of onder invloed zijn van alcohol is verboden	Iedereen
1.07		Onvoldoende toezicht	Zorg voor vervanger tijdens afwezigheid van leidinggevende	Projectleider
1.08		Onervaren leidinggevende	Selectie van leidinggevende op basis van uit te voeren werk.	Projectleider
1.09	Hygiene / orde en netheid	Rommel op en rond tracé, struikelen/vallen	Afval direct in container/afvakzak deponeren	Iedereen
1.10			Regelmatig opruim ronde houden	Iedereen
1.11		Vuile schaftwagens	Regelmatig opruimen en vegen van de schaftwagens door gebruikers zelf	Iedereen
1.12		Rommelige werkplek, struikelen/vallen	Ruim gereedschappen die niet gebruikt worden op	Iedereen
1.13		Losliggende kabels, struikelen/vallen	Bind de kabels op/pas de zogenoemde S-haken toe zodat men niet kan vallen	Iedereen
1.15	Communicatie omwonenden	Opwekken van agressie door onaangekondigd het terrein betreden, handgemeen.	Contact op nemen met eigenaar en/of betrokkenen Zorg dat betrokkenen op de hoogte zijn en een klachten formulier hebben met een contactpersoon Zorg voor goed communicatie en gebruik hulpmiddelen	opdrachtgever
2. Coördinatie op de bouwplaats				
2.01	Diverse werkzaamheden (gelijktijdig)	Geen/beperkte overleg en coördinatie,	Coördinatie op de bouwplaats door uitvoerder	Uitvoerder
2.02			Overleg werkzaamheden afstemmen en risico's en beheersmaatregelen bespreken	Uitvoerder
2.03			Coördinatie overleggen voor uitvoeren intrekooperatie	Opdrachtgever/ Uitvoerder
2.04	Werkzaamheden onderaannemers	Onbekende risico's, niet nemen van beheersmaatregelen, ongevallen	Startwerk-overleg met onderaannemers	Uitvoerder
2.05		Het niet nakomen van veiligheidsvoorschriften en/of het niet naleven van de samenwerkingsverplichting door onderaannemers	Aanwijzingen geven, nemen van maatregelen	Uitvoerder
2.06	Betreden bouwplaats onbevoegden	Vandalisme, diefstal, ongevallen door gevaren op de werkplek	Borden verboden toegang en hekwerk plaatsen (koppelen met klemmen)	Uitvoerder
2.07			Opruimen materiaal en materieel, putten/sleuven zoveel als mogelijk aanvullen	Uitvoerder
2.08			Indien noodzakelijk beveiliging van bouwplaats instellen	Uitvoerder
3. Wegafzettingen en verkeersmaatregelen				
3.01		Aanrijdingsgevaar bij plaatsen van bebording	Draag reflecterende/fluoriserende PBM	Uitvoerenden
3.02		Onvoldoende communicatie met wegbeheerder	In overleg met opdrachtgever afspraken maken met wegbeheerder	Werkvoorbereiding
3.03		Onduidelijke verkeerssituatie voor verkeersdeelnemers	Verkeersplan opstellen	Opdrachtgever
3.04		Onvoldoende/onjuiste verkeersmaatregelen, aanrijdingen tot gevolg	Maatregelen treffen conform CROW 96a voor autosnelwegen Maatregelen treffen conform CROW 96b voor niet-autosnelwegen	Uitvoerder/ Opdrachtgever

Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
3.05	Werken nabij wegen	Ongeval bij het wegrijden van voertuigen	Indien mogelijk operationeel parkeren (met de voorkant richting de weg)	Uitvoerenden
3.06		Slipgevaar weggebruikers	Wegen schoon houden van modder/grond, bij constateren z.s.m. opruimen/vegen	Uitvoerenden
3.07		Onjuist plaatsen van wegafzetting/-bebording, letsel medewerkers/weggebruikers	Het plaatsen van afzettingen door erkend bedrijf, interne curses veilig werken langs de weg	Uitvoerder
3.08		Onbekendheid van de verkeersmaatregelen door medewerkers	Medewerkers voorlichting geven over de genomen verkeersmaatregelen, curses veilig werken langs de weg	Uitvoerder
3.09	Werken nabij waterwegen	Verdrinking	Werkterrein inrichten zodat er niet naast waterwegen gewerkt hoeft te worden	Uitvoerder
3.10			Collectieve maatregelen treffen ter voorkoming te water te geraken	Uitvoerder
3.11	Het kruisen van wegen met materieel	Onvoldoende verkeersmaatregelen	Verkeersmaatregelen conform CROW96a/b en in overleg met wegbeheerder	Opdrachgever
3.12		Achteruitrijden	Machinisten/chauffeur begeleiden bij manoeuvres vanaf een defensieve positie (niet op de weg), hierbij reflecterende/fluoriserende PBM dragen	Uitvoerenden
3.13		Aanrijdingsgevaar bij het regelen van het verkeer	Aanwijzingen aan het overige verkeer door gecertificeerd verkeersregelaar	Uitvoerder
4. Inrichting werkteerein				
4.01	Ketenpark/ schafketen opstellen	Aanrijding bij uitstappen keet Schade of letsel door verkeershinder aan derden Letsel door struikelgevaar/aanrijdgevaar	Keten opstellen i.o.m. opdrachtgever / eigenaar locatie Bebording plaatsen i.o.m. beheerder Orde en netheid aanhouden	Uitvoerder
4.02	Keten	Ontbreken van hygiënische voorzieningen	Nieuwe jerrycans gebruiken en regelmatig schoonspelen	Uitvoerder
4.03	Lossen van platen	Oplopen van letsel door instabiliteit equipment	Aanvullen weggespoeld zand onder rijplaten	Uitvoerder
4.04	Parkeren	Blokkeren van het aanvoerwegen	Inrichten voldoende parkeergelegenheid	Uitvoerenden
4.05		Oplopen letsel door stuurloze auto	Auto parkeren met handrem of in versnelling	Uitvoerenden
4.06		Belemmerd uitzicht	Indien mogelijk operationeel parkeren (met de voorkant richting de weg)	Uitvoerenden
5. Aanvoeren/afvoeren materieel, transport				
5.01	Transportbewegingen	Gebrekkige organisatie, letsel door ongevallen	Begeleiden transporten	Uitvoerder
5.02		Kantelen/omvallen materieel	Draagkrachtige ondergrond	Uitvoerder
5.03			Bij twijfel over de stabiliteit van de ondergrond sondering uitvoeren om de stabiliteit te bepalen	Uitvoerder
5.04			Stempelen van kranen	Machinist
5.05			Aantoonbare onderrichte machinist voor bedienen kraan	Uitvoerder
5.06	Aanvoer/afvoeren (zwaar)materieel	Geblokkeerde wegen/bouwplaats/ manoeuvres (zwaar) materieel	Chauffeurs op bouwplaats begeleiden door medewerker met reflecterende kleding , medewerker geeft aanwijzingen van defensieve positie en blijft in zicht van chauffeur	Uitvoerder
5.07			Verkeersregelaar afroepen wanneer er aanwijzingen gegeven dienen te worden aan verkeer op de openbareweg	Uitvoerder
5.08			Chauffeurs uitsluitend afroepen wanneer er ruimte is om te laden/lossen	Uitvoerder
5.09	Uitrijden rijplaten en productiebuizen	Oplopen van letsel	Buiten bereik kraan blijven en communiceren	Uitvoerder
6. Grondwerk, putten en sleuven				
6.01	Werkzaamheden in de bodem	Ontbreken van/gebrekkige bodeminformatie, treffen van ontoereikende maatregelen. blootstelling aan gevaarlijke stoffen	Informatie aanleveren omtrent de bodem door opdrachtgever	Opdrachtgever

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

Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
7.03	Grind/ Grindbedden	Afwijken boortrace Afbreken boorkop Stuurproblemen Vast lopen boring/ verlies boring	In de juiste grondsoort het ontwerp opstellen. Als dit niet mogelijk is, dit vermelden aan de uitvoering	Engineer/ werkvoorbereider/ uitvoerenden
7.04	Loopzand	Dichtvallen van het gemaakte boorgat	Regelmatige controle op kwaliteit boorspoeling	Uitvoerenden
7.05	Obstakels	Niet kunnen passeren Afbreken boorkop Afwijken boortrace	Boring terug trekken en nogmaals proberen	Engineer/ werkvoorbereider
7.06	Boorradius	De radius te klein ontworpen voor de te gebruiken machine	In ontwerpfase de juiste radius aanhouden van de te gebruiken machine	Engineer/ werkvoorbereider
7.07	Lengteboring	Boring is te lang voor de machine in samenwerking met grondsoort en diameter	In ontwerpfase de gewenste machine aangeven	Engineer/ werkvoorbereider
8. Pilotboring				
8.01	Slechte menging boorspoeling	Instorten boorgat vastlopen pilot	De mengverhouding aanhouden zoals de fabrikant deze aangeeft Nadelige effecten kunnen in een aantal gevallen met speciale toevoegingen aan de boorspoeling worden gereduceerd.	Uitvoerenden/ Uitvoerder
8.02	Keuze boorbit anders dan verwacht	Stuurproblemen Vastlopen pilot	Door juiste vooronderzoek van de bodemgesteldheid, in uitvoering beslissen welke het beste van toepassing is	Uitvoerenden/ Uitvoerder
8.03	Instabiele bovengrond	Muduitbraak t.p.v. instabiele bovengrond Schade aan derden Wegvallen bentonietdruk Milieudelict	Door het debiet, de pompdruk en de voortgangssnelheid zoveel mogelijk te reduceren wordt het risico op een blow-out zoveel mogelijk beperkt; Tevens zal de minimaal benodigde pompdruk zoveel mogelijk worden aangehouden; Door een (verhoudingsgewijs) zwaardere boorinstallatie als nodig in te zetten, om zodoende wat meer drukkkracht als pompdruk te gebruiken, zal er ook een kleinere kans zijn op een blow-out; Verder het constant (visueel) in de gaten houden van de retour stroom zal er toe bijdragen dat het risico van een blow-out te verwaarlozen zal zijn.	Uitvoerenden/ Uitvoerder
8.04	Verouderd materiaal en materieel	Defecteonderdelen van het boorrig Verliezen van materieel/ boring	Aangeven voordat de werkzaamheden uitgevoerd gaan worden dat het materiaal/ materieel niet meer voldoen aan de eisen	Uitvoerenden/ Uitvoerder
9. Ruimfase				
9.01	Het dichtslibben van de Nozzels tijdens de uitvoering	Afname snijeigenschappen Vollopen ruimer en het blokkeren van het ruimproces	Juiste ruimer kiezen bij de grondsoort	Uitvoerenden/ Uitvoerder
9.02	Verkeerde keuze ruimer	Slechte menging cuttings en boorspoeling Verkeerde snijeigenschappen voor deze boring	Juiste ruimer kiezen bij de grondsoort	Uitvoerenden/ Uitvoerder
9.03	Snelheid ruimer	Instabiliteit boorgat en vervorming boorgat	Tijdens uitvoering controle uitvoeren op snelheid	Uitvoerenden/ Uitvoerder
9.04	Defecten aan ruimer	Tijdelijk blokkeren boorgat Verlies boring Vast lopen boring	Controle uitvoeren voordat men de ruimer gaat gebruiken	Uitvoerenden/ Uitvoerder
9.05	Obstakels in de grond	Tijdelijk blokkeren boorgat Verlies boring Vast lopen boring	De klic nalopen op obstakels. De niet vermelde obstakel kan men niet altijd in kaart brengen	Uitvoerenden/ Uitvoerder

Nr.	Beschrijving situatie	Beschrijving risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
10. Intrekfase				
10.01	Defecte Swivel	Overbelasting Overmatig gebruik olie/vet gevolg met milieuschade Stagnatie intrekproces	Controle uit blijven voeren tijdens het intrekproces.	Uitvoerenden/ Uitvoerder
10.02	Overschrijding maximale trekkracht op productiepomp	Overbelasting Stagnatie intrekproces	Controle uit blijven voeren tijdens het intrekproces. Niet meer dan de voorgeschreven maximale trekkracht.	Uitvoerenden/ Uitvoerder
10.03	Te stijle invoerbocht	Te hoge trekkracht waardoor de productiebuis beschadigd kan worden	Tijdens de ontwerpfase de juiste hoeken aangeven en dit aanhouden tijdens de uitvoering	Uitvoerenden/ Uitvoerder
10.04	Beschadiging productiebuis	Afkeur buis Overbelasting/kromme buis Slechte verbindingen	Tijdens uitvoering met voorzichtig de buis behandelen. De overgangen moeten door een erkende lasser aan elkaar verbonden worden.	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11. Werken met boorequipment				
11.01	Elektrische connecties tussen de verschillend equipment	Gewond raken door electrocutie	Aarden van divers equipment	Uitvoerder
11.02	Boren	Weggliden bij boor of ontvangstgat	Tijdens het boren niet in de directe omgeving van de boor of het ontvangstgat komen en onbeveogden op afstand houden, boorgaten zichtbaar maken	Uitvoerenden
11.03		Letsel door wegzakken/vallen in mudpit	Mudpit onder talut graven en/of mudpit afzetten	Uitvoerder
11.04		Verwond raken door draaiende en bewegende kraan	Buiten draaicirkel van het graafmachine blijven	Uitvoerenden
11.05		Letsel door draaiende delen	Waar mogelijk draaiende delen afschermen	Uitvoerder
11.06			Geen loshangende kleding dragen en haar opbinden.	Uitvoerenden
11.07		Weg spuiten van boor-mud onder druk met letsel als mogelijk gevolg	Tijdens opstellen de fittingen, koppelingen en stangen visueel controleren, leidingen vastzetten met borgingspinnen/kettingen	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.08		Lawaai van machine, gehoorschade	Lawaai-bron zoveel mogelijk afschermen, omgeving op de hoogte stellen	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.09			Gehoorbescherming verstrekken >80 dB(A)	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.10			Verplicht gehoorbescherming dragen>85dB(A)	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.11		Aanbrengen en/of losmaken van de boorbuis	Letsel bij het aanbrengen en/ of losmaken van de boorbuis/mantelbuis	Geen draaiende delen tijdens het aanbrengen/loskoppelen. Communicatie
11.12	Gebruik juiste gereedschappen en hijsmiddelen			Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.13	Omgeving afschermen			Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.14	Intrekken van de leiding	Letsel of schade bij vastlopen of aflopen van de streng van de rollenbaan	Draag zorg voor onderhoud en begeleiding van de streng tijdens de trekoperatie	Uitvoerenden/ Uitvoerder
11.15		Knellen van vingers tussen rollen tijdens trekken	Houd afstand tijdens de trekoperatie	Uitvoerenden
11.16		Letsel bij breken van hijsmiddelen tijdens de trekoperatie	Gebruik alleen gecertificeerde en gekeurde hijsmiddelen die op gewicht en/of trekkracht zijn afgestemd met het werk	Uitvoerder
11.17	Aanmaken van bentoniet / water	Inademen van stof	Gebruik van stoffilters (P3)	Uitvoerder
11.18		Geraakt worden door bewegend materieel.	Gebruik van gecertificeerd hijsequipment en hijsgereedschap. Geen personen nabij bewegende delen. Eén man die de aanwijzingen geeft.	Uitvoerder



van gelder

Van Gelder Groep B.V.

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

Aannemingsmaatschappij Van Gelder B.V.

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

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

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

Van Gelder Rail B.V.

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

Van Gelder Telecom B.V.

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

Van Gelder Verkeerstechniek B.V.

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

Van Gelder regio West

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

Regionale vestigingen

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