



Opdrachtgever
Contactpersoon
Adres
Plaats

: SPIE BV
: Dhr.
: Menhirweg 6
: 53442 LS Oss

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020
E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

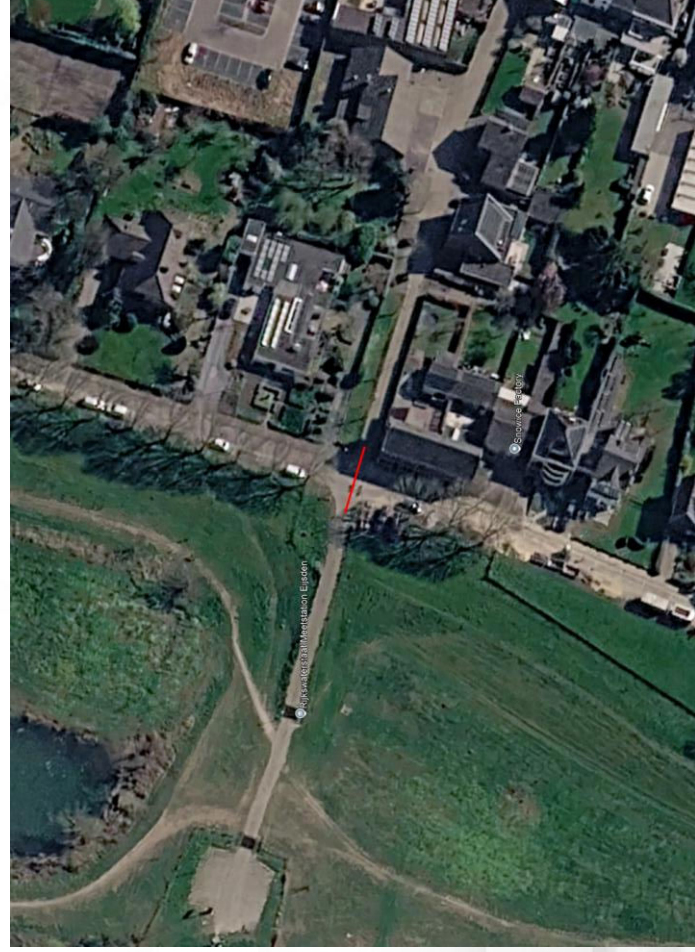
MEMO

Onderwerp: Werkschrijving Nanodrill boring t.h.v. Trichterweg 3, Eijsden

Nanodrill boring

t.b.v. aanleg Glasvezelverbinding

Trichterweg, Eijsden



Figuur 1 overzicht werklocatie (Bron: Google Earth)

Versie	Datum	Status	Opgesteld	Gecontroleerd	Akkoord
1	19-03-2026	Voor vergunning			

Tabel 1 **Versie- en wijzigingsoverzicht**

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	Uitgangspunten	5
2.1	Informatie	5
2.2	Voorschriften en literatuur	5
2.3	Ontwerp	5
3.	Beschrijving werkmethode	7
3.1	Algemeen	7
4.	Omschrijving project	10
4.1	Projectlocatie	10
4.2	Locatie intredepunt	10
4.3	Locatie uitredepunt en uitleglocatie	10
4.4	Betrokken objecten boortracé	11
4.5	Overzicht aandachtspunten bestaande kabels en/of leidingen	11
4.6	Tijdschema	11
5.	Realisatie werkzaamheden	12
5.1	Voorstel in te zetten boormateriaal	12
5.2	Inrichten werkterrein	13
5.3	Graven in- en uitredepunt	13
5.4	Controle werkwater	13
5.5	Pilotboring	14
5.6	In te zetten meetsysteem	15
5.7	Afwijkingen	15
5.8	Afkoppelen boorkop	16
5.9	Ruimfase(n)	16
5.10	Intrekfase Nanodrill boring	17
5.11	Boorvloeistof	18
5.12	Aanlevering registratie	18
5.13	Vrijkomende grond / boorspoeling	18
6.	Grond en grondwater	19
6.1	Geotechnisch onderzoek	19
6.2	Beschrijving grondgesteldheid	19
6.3	Grondwaterstanden	20
6.4	Beschouwing kwelproblematiek	21
7.	Berekeningsresultaten	22
7.1	Boorspoeldrukken	22
7.2	Opbouw berekening	23
7.3	Berekening benodigde trekkracht	23
7.4	Berekening spanningen tijdens de trekoperatie	24
7.5	Berekening spanningen in de omtreksrichting	24
7.6	Berekening spanningen in de langsrichting	25
7.7	Berekening van optredende en toelaatbare deflectie	25

Lijst met tabellen

Tabel 1	Versie- en wijzigingsoverzicht	1
Tabel 2	Specificaties Nanodrill boring	5
Tabel 3	Specificaties mantelbuis	6
Tabel 4	Overzicht raakvlakken bestaande kabels en leidingen	11
Tabel 5	Maximale afwijking pilotboring (volgens NEN 3650)	15
Tabel 6	Grondwaterstanden (indicatief)	20
Tabel 7	Trekkrachten in verschillende stadia	23
Tabel 8	Spanningen tijdens trekoperatie	24
Tabel 9	Optredende spanningen in de omtreksrichting van de leiding	24
Tabel 10	Optredende spanningen in de langsrichting van de leiding	25
Tabel 11	Berekening van optredende en toelaatbare deflectie	25

Lijst met figuren

Figuur 1	overzicht werklocatie (Bron: Google Earth)	1
Figuur 2	pilotboring	7
Figuur 3	ruimfase	8
Figuur 4	intrefase	9
Figuur 5	overzicht werklocatie (bron: Open street-maps)	10
Figuur 6	Boormachine	12
Figuur 7	Afwijkingen conform Richtlijn boortechnieken 2019-RWS	16
Figuur 8	Voorbeeld Fly-cutter	16
Figuur 10	Bodemopbouw (sonderingen 02P017784_DKM001 & DKM002)	19
Figuur 11	Uitsnede isohypsenkaart Grondwatertools	20
Figuur 12	boorspoeldrukken tijdens pilotboring	22

Lijst met bijlagen

Bijlage 1	Ontwerptekening Nanodrill boring	26
Bijlage 2	Grondonderzoek	27
Bijlage 3	Resultaten sterkteberekening (Sigma 2025)	28
Bijlage 4	Beschrijving meetsysteem	29
Bijlage 5	Beschrijving boorvloeistof	30
Bijlage 6	Risicoanalyse	31

1. Inleiding

SPIE BV heeft opdracht verleend aan ATRON Engineering B.V. voor de engineering van een Nanodrill boring. SPIE BV is momenteel bezig met de voorbereiding aanleg glasvezelverbinding te Eijsden.

Ten behoeve van de aanleg glasvezelverbinding is de realisatie van een Nanodrill boring noodzakelijk. De Nanodrill boring kruist de Trichterweg te Eijsden.

Voorliggende werkmethodebeschrijving beschrijft het boorproces en de werkzaamheden welke benodigd zijn voor de realisatie van deze Nanodrill boring. Deze werkmethodebeschrijving kan uitsluitend worden gebruikt voor de vergunningaanvraag voor deze werkzaamheden op basis waarvan de uiteindelijke civiele aannemer zijn werkplan kan opstellen.

2. Uitgangspunten

2.1 Informatie

Voor deze werkmethodebeschrijving hebben de volgende documenten als input gediend:

- Tekening(en):
 - o 5200-0925-01
- Document(en):
 - o Oriëntatie KLIC-melding
 - 25O0129754
 - o Grondonderzoek
 - o B61H0158

2.2 Voorschriften en literatuur

Het ontwerp van de Nanodrill boring en de berekeningen zijn gebaseerd op de volgende normen en voorschriften:

- NEN3650-1:2020 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 1: Algemeen
- NEN3650-3:2020 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 3: Kunststoffen
- NEN3651:2020 Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken
- Keur en leggers van het Waterschap Limburg
- VELIN voorwaarden en EV-eisen vanuit andere netbeheerders o.b.v. de verrichte KLIC-meldingen.
- Richtlijn boortechnieken Rijkswaterstaat juni 2019
- ProRail, spoor kruisingen derden RLN00427-2 (sleufloze technieken)
- DCA (Drilling Contractors Association) Technical Guidelines 2nd February 2001

2.3 Ontwerp

Het ontwerp van de Nanodrill boring is weergegeven op de ontwerptekening welke is opgenomen in Bijlage 1. In onderstaande tabel zijn de eigenschappen van de Nanodrill boring gespecificeerd.

De uiteindelijke civiele aannemer dient het ontwerp te beoordelen op uitvoerbaarheid, risico's en afwijkingen in het ontwerp, grondslag en KLIC. Na controle zal hij hiervoor de ontwerpverantwoordelijkheid overnemen van opdrachtgever.

Omschrijving	HDD	Eenheid
Lengte	18.2	m
Intredehoek	45	o
Uitredehoek	45	o
Neergaande bochtstraal	6	m
Opgaande bochtstraal	6	m
Horizontale bochtstraal	nvt	m
Gecombineerde bochtstraal	nvt	m
Maximale gronddekking (maaiveld)	4.19	m

Tabel 2 Specificaties Nanodrill boring

Op al onze aanbiedingen, aanvordering van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op www.atron-engineering.nl of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

Omschrijving	
Materiaal	PE100 SDR11
Uitwendige diameter	63mm
Wanddikte	5.8mm
Aantal	1

Tabel 3 Specificaties mantelbuis

3. Beschrijving werkmethode

3.1 Algemeen

Bij het aanleggen van ondergrondse netwerken die bestaan uit kabels en leidingen kunnen Nanodrill boringen worden toegepast om o.a. wegen, watergangen en andere bovengrondse- en ondergrondse infrastructurale constructies te kruisen. Door het toepassen van deze sleufloze techniek wordt de overlast voor de omgeving tot een minimum beperkt.

Een Nanodrill boring bestaat uit 3 fasen, te weten:

- Fase 1: Pilotboring
- Fase 2: Ruimen
- Fase 3: Intrekken mantelbuis

Tijdens alle fasen wordt er gebruik gemaakt van boorspoeling. De boorspoeling bestaat uit een water-bentonietmengsel waar eventueel additieven aan toegevoegd kunnen worden om gewenste eigenschappen te verkrijgen. De samenstelling van de boorspoeling is met name afhankelijk van het in te zetten materieel, de grondsoort en de kwaliteit van het grondwater.

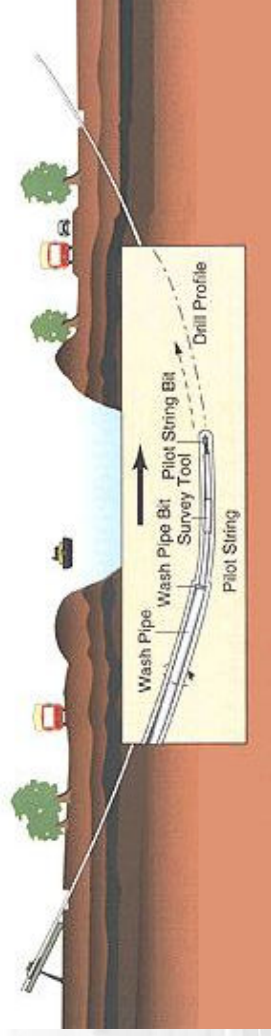
De voornaamste functies van de boorspoeling zijn:

- Medium voor lossputten van grond via nozzles in de boorkop of ruimer
- Afvoeren/transporteren van de losgespoten grond
- In stand houden van het boorgat
- Afpleisteren van de tunnelwand (filtercake)
- Smering van de boorstreng en de in te trekken mediumleiding
- Koeling van de boorkop/boorbit en het aandrijven van de mudmotor

De boorspoeling wordt door middel van een hogedrukpomp door de boorstangen naar de boorkop of ruimer gepompt. Vervolgens zal de boorspoeling onder hoge druk via diverse nozzles in de boorkop of ruimer de grond of tunnel in worden gepompt.

Bij een Nanodrill boring worden de werkzaamheden vanaf het maaiveld uitgevoerd. Een gestuurde boring bestaat doorgaans uit twee werkkeren: een rig-site (intredepunt) waar onder andere de boor-rig opgesteld is en een pipe-site (uitredepunt) waar de in te trekken buis samengesteld en klaargelegd wordt.

Fase 1: De pilotboring



Figuur 2 pilotboring

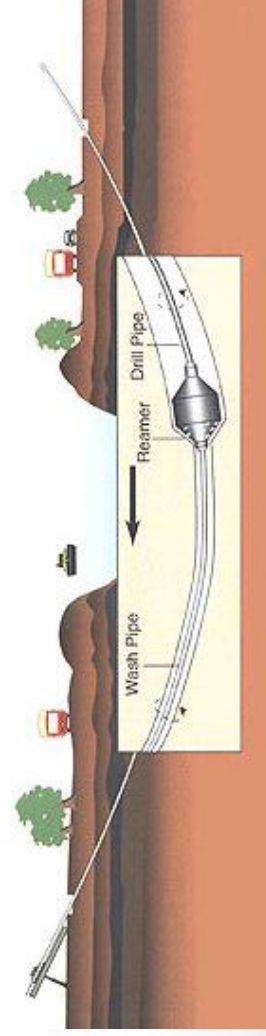
Aan de voorkant van de boorstreng is een boorkop aangebracht. De boorspoeling wordt via de boorstreng naar de boorkop gepompt en wordt samen met de losgewoelde grond langs de buitenzijde van de boorstreng door de boortunnel afgevoerd. Over het eerste gedeelte van de boorstreng kan eventueel een casing/beschermbuis worden aangebracht in de volgende gevallen:

- indien de boorgatstabiliteit in gevaar komt;
- indien gevaar bestaat voor een blow-out op een kwetsbare plek;
- indien gevaar bestaat voor knikken van de boorstang.

Het eerste deel van een Nanodrill boring bestaat uit een rechtstand onder een vooraf bepaalde intredehoek. Deze rechtstand gaat over in een neergaande verticale of gecombineerde bocht gevolgd door een horizontale rechtstand (eventueel met een horizontale bocht). Hierna volgt er een opgaande verticale of gecombineerde bocht met aan het einde een rechtstand tot het uitredepunt, eveneens onder een vooraf bepaalde uitredehoek.

De driedimensionale plaatsbepaling van de boring wordt tijdens deze eerste fase verkregen door de geregistreeerde coördinaten tijdens de pilotboring. De locatie van de boring, de eisen van de opdrachtgever, de eisen en wensen van de vergunningverlener, het te kruisen obstakel, storende externe invloeden en de diepte zijn bepalend voor het toe te passen meetstelsel.

Fase 2: Ruimen van het boorgat



Figuur 3 ruimfase

Nadat de boorstreng bij het uitredepunt boven de grond is gekomen wordt de boorkop verwijderd en wordt op het uiteinde van de boorstreng een ruimer gemonteerd. Vervolgens wordt de boorstreng met ruimer teruggetrokken richting intredepunt. De ruimer wordt met een draaiende beweging door het voorgeboorde pilotboorgat teruggetrokken. Op de ruimer zijn behalve nozzles, waarden of tanden aangebracht (afhankelijk van de grondslag waarin geboord wordt). De losgewoelde grond wordt langs de buitenzijde van de boorstreng door het geruimde boorgat in de retourstroom van de boorspoeling afgevoerd naar het maaiveld.

Achter de ruimer worden opnieuw boorstangen gekoppeld zodat de verbinding tussen in- en uitredepunt behouden blijft. Afhankelijk van de grondslag, het pompvermogen en de vereiste boorgatdiameter kunnen meerdere ruimeroperaties achter elkaar worden uitgevoerd.

Fase 3: Intrekken van de mantelbuis:



Figuur 4 intrekfase

Tijdens de laatste fase van het boorproces wordt de buis samen met een trekkop achter een ruimer gekoppeld en in het geruimde boorgat getrokken. Het boorgat blijft tijdens de intrekoperatie geheel gevuld met de boorspoeling. De boorgatdiameter dient tussen de 30% en 50% groter te zijn dan de diameter van de in te trekken buis.

Ten behoeve van het inbrengen van de mantelbuis wordt tussen de ruimer en de buis een swivel (wartellager) gemonteerd zodat geen rotatie van de buis kan optreden. Nadat de medium voerende buis in zijn geheel door de boortunnel is getrokken en indien nodig succesvol is beproefd/getest, is de boring voltooid.

Tijdens de verschillende fasen worden de boorspoeldrukken gecontroleerd en geregistreerd. Bij alle fasen dient de gehele boortunnel gevuld te blijven met boorspoeling zodat er continu druk in de boortunnel blijft staan Dit is belangrijk om achterblijvende holle ruimten in de grond en instorten van de boortunnel te voorkomen.

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

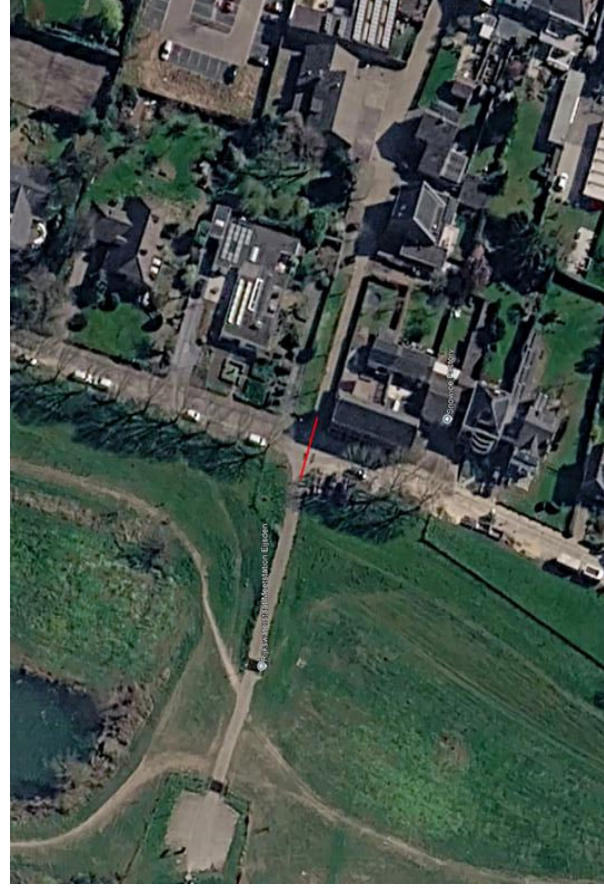
KvK 70156689

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op www.atron-engineering.nl of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.

4. Omschrijving project

4.1 Projectlocatie

De Nanodrill boring kruist de Trichterweg. In onderstaand overzicht is de projectlocatie weergegeven en de locatie (indicatief) van de Nanodrill boring.



Figuur 5 overzicht werklocatie (bron: Open street-maps)

4.2 Locatie intredepunt

Het intredepunt van de nanodrillboring is gelegen in de Drekkesteeg. De locatie van het intredepunt is bereikbaar via de in-/uitrit van de Drekkesteeg. In de directe nabijheid van het intredepunt is voldoende opstelruimte aanwezig voor het benodigde materiaal en materieel. Wel dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van de brandweer nabij het intredepunt.

4.3 Locatie uitredepunt en uitleglocatie

Het uitredepunt van de Nanodrill boring is gelegen in de in-/uitrit van Trichterweg 3. De Nanodrill boring treedt uit in de beschermingszone van waterstaatswerk 175471. Nabij het uitredepunt is voldoende ruimte beschikbaar voor het benodigde materieel en materiaal. De mantelbuis zal voorafgaand aan de intrekfase worden samengesteld op haspel. Na gereedkomen van de boorgang zal de mantelbuis worden ingetrokken in de boortunnel.

De aannemer dient rekening te houden met de bereikbaarheid voor belanghebbenden. Voorafgaand aan de uitvoering van de werkzaamheden zullen door de aannemer de benodigde verkeersplannen opgesteld dienen te worden om goedkeuring te verkrijgen van de wegbeheerders.

Het vaststellen van de precieze omvang van het werkterrein is onderdeel van de voorbereidingen voor de uitvoering en behoeft goedkeuring van de opdrachtgever. De aannemer dient zich ten tijde van de aanbidding te vergewissen dat er voldoende werkruimte aanwezig is.

4.4 Betrokken objecten boortrace

Bij de realisatie van de Nanodrill boring worden de volgende objecten gekruist:

- ❖ Kruising van de Trichterweg te Eijsden

4.5 Overzicht aandachtpunten bestaande kabels en/of leidingen

In navolgend overzicht zijn de stakeholders weergegeven zoals bestaande kabel- en leidingbeheerders welke een aandachtspunt zijn voor deze Nanodrill boring. Kabels en leidingen met een standaardligging welke geen conflict geven worden in navolgende tabel niet behandeld.

Eigenaar	Discipline	Opmerking
Gemeente Eijsden	Riool vrijverval	Minimale 1,50m afstand aanhouden!

Tabel 4 Overzicht raakvlakken bestaande kabels en leidingen

4.6 Tijdschema

De bepaling van de tijdsduur voor het realiseren van de Nanodrill boring is mede afhankelijk van het in te zetten materieel, de locatie, de in te trekken leiding(en) en de grondslag. Voor de uitvoering van deze Nanodrill boring zal onderstaand gemiddelde tijdschema van toepassing zijn:

- Inrichten werkterrein : 0.20 dag(en)
- Uitvoeren van de pilotboring : 0.20 dag(en)
- Uitvoeren van ruimgang : 0.20 dag(en)
- Intrekken van de mantelbuis : 0.20 dag(en)
- Afvoer en opruimen werkterrein(en) : 0.20 dag(en)

De startdatum wordt bepaald in overleg met de opdrachtgever. Hierbij dient rekening gehouden te worden met eventuele vergunningen en toestemmingen. De boorwerkzaamheden mogen pas aanvangen na het verkrijgen van alle goedkeuringen/toestemmingen.

Hoofdvesting ^(correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op www.atron-engineering.nl of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.

5. Realisatie werkzaamheden

5.1 Voorstel in te zetten boormaterieel

De processen van sleuflowe technieken worden bij horizontaal gestuurde boringen verdeeld in drie categorieën (S-A, S-B en S-C)

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

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

De regeling geeft aan dat onder bepaalde omstandigheden besloten kan worden om hiervan af te wijken. Enkele voorbeelden zijn:

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

Onderstaand treft u een voorstel voor het in te zetten boormaterieel en de daarbij behorende technische specificaties waarmee de Nanodrill boring uitgevoerd zou kunnen worden.

De berekeningen en het boorontwerp dienen door de uiteindelijke civiele aannemer gecontroleerd en indien nodig aangepast te worden in overeenstemming met het in te zetten materieel.

Boormachine	Nanodrill 5060
	Rig-klasse Mini-rig
	Merk: Kormee
	Afmetingen 1.7 x 0.52 x 1.1 meter
	Vermogen 30 kW
	Gewicht 594 kg
	Hydraulisch vermogen 60-90L/min - 220bar
	Max. druk- en trekkracht 6000 kg
	Max. koppel 750 Nm
	Max. toerental 200 rpm

Figuur 6 Boormachine



5.2 Inrichten werkerrein

Het werkerrein voor de realisatie van de Nanodrill boring zal in overleg met de opdrachtgever en eventueel andere betrokken stakeholders worden bepaald en ingericht.

Ter plaatse van het intredepunt dient ervan uitgegaan te worden dat er een werkerrein benodigd is van 50/150m² voor het opstellen van het benodigde materieel. Dit gaat naast de boor-rig om pompen, mix-units, aggregaten, voorraadcontainers, schaft- en materiaalvoorzieningen en opstelruimte voor transportmaterieel, vacuümwagen en andere vervoersmiddelen.

Ter plaatse van het uitredepunt dient rekening gehouden te worden met een werkerrein van minimaal 10/50m² voor het opstellen van het benodigde materieel. Dit gaat om o.a. opslag voor transportmaterieel, vacuümwagen en andere vervoersmiddelen.

5.3 Graven in- en uitredepunt

Het eerste grondverzet welke plaats vindt is met het graven van de in- en uitredegaten ofwel proefsleuven door de civiele aannemer. Voorafgaand aan deze grondroeringen dient er een KLIC-graafmelding te worden verricht.

De aanwezige kabels en leidingen in de ontwerpkening(en) zijn afkomstig vanuit een oudere KLIC-oriëntatiemelding en dienen te worden geverifieerd met de kabels en leidingen vanuit de nieuwe KLIC-melding. Eventuele afwijkingen dienen te worden overlegd met de opdrachtgever.

Eventuele EV-meldingen dienen voor aanvang van de graafwerkzaamheden afgehandeld te worden met de betreffende kabel- of leidingbeheerder. Eventuele aanvullende werkafspraken dienen schriftelijk te worden vastgelegd.

5.4 Controle werkwater

Voor uitvoering van de werkzaamheden dient het werkwater te worden gecontroleerd met betrekking tot de pH-waarde, hardheid en geleidbaarheid voordat de boorvloeistof wordt aangemaakt.

Het werkwater kan afkomstig zijn vanuit een nabijgelegen watergang ofwel vanuit een aanwezige brandkaan. De civiele aannemer zal zorg moeten dragen voor het verzorgen van het benodigde werkwater.

Van het water wat tijdens het aanmaken van bentoniet of andere toevoegstoffen wordt gebruikt (zowel tijdens de pilotboring, het ruimen van het boorgat en het intrekken) zullen de volgende gegevens geregistreerd moeten worden:

❖ datum	[dd-mm-jj]
❖ meettijdstip	[uur : min]
❖ pH waarde	[-]
❖ chloridegehalte	[µS/cm]
❖ hardheid	[-]
❖ eventuele toevoegingen	[soort – kg/M3]

Bij gebruik van werkwater vanuit het 'oppervlaktewater' zal tevens een watermonster genomen moeten worden om eventuele verontreinigingen uit te sluiten. Indien er

verontreinigingen aanwezig zijn in het gebruikte werkwater kunnen deze een verontreiniging veroorzaken op de locatie van de Nanodrill boring. De civiele aannemer is verantwoordelijk voor het controleren op verontreinigingen in het gebruikte werkwater.

5.5 Pilotboring

De pilotboring zorgt ervoor dat de verbinding tussen het intredepunt en het uitredepunt tot stand wordt gebracht conform de opgestelde ontwerp tekening.

Tijdens de pilot is er nog geen verbinding met het uitredepunt. Daarom zal de boorspoeling terugkomen naar het intredepunt. De terugontvangen boorspoeling wordt daarbij opgevangen in het intredegat.

Tijdens de pilotboring dienen de volgende parameters geregistreerd te worden (per stang):

- ❖ Stangnummer: [-]
- ❖ Stanglengte: [m]
- ❖ Begin- en stoptijd: [uur:min]
- ❖ Duur: [min:sec]
- ❖ Debiet bentoniet: [l/min]
- ❖ Druk aan de rig: [bar]
- ❖ Viscositeit [sec]
- ❖ Soortelijk gewicht [kg/M3]
- ❖ Duwkracht: [ton]
- ❖ Torsie: [kNm]
- ❖ Returns: % en de richting
- ❖ Eventuele opmerkingen

Gedurende de pilotboring worden de volgende waarden live gemeten en geregistreerd:

- ❖ X (t.o.v. referentiepunt): [m]
- ❖ Y (t.o.v. referentiepunt): [m]
- ❖ Z (t.o.v. referentiepunt): [m]
- ❖ Easting: [m]
- ❖ Northing: [m]
- ❖ Depth: [m]
- ❖ Pitch: [°]
- ❖ Azimuth: [°]
- ❖ Minimum Mud pressure: [bar]
- ❖ Maximum Mud pressure: [bar]
- ❖ Average Mud pressure: [bar]
- ❖ Total Length [m]

Tijdens de pilotboring dient een drillingreport opgesteld te worden door de Surveyor welke wordt opgenomen in de As-Build documentatie.

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020
E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl
KvK 70156689

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op www.atron-engineering.nl of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.

5.6 In te zetten meetstelsel

Momenteel wordt er doorgaans het volgende type meetstelsel toegepast voor de pilotboring van een Nanodrill boring.

1. Walk-over meetstelsel

Een 'Walk-over' meetstelsel maakt gebruik van sondes die vanuit de boorkop een signaal uitzenden. Deze signalen bevatten gegevens over de richting, de diepte en de hellingshoek van de boorkop.

Om het signaal van de boorkop te kunnen ontvangen moet de ontvanger loodrecht boven de boorkop op het maaiveld geplaatst zijn. De signalen van de sonde kunnen beïnvloed worden door omgevingsfactoren zoals damwanden, (tram)rails en andere kabels en leidingen in de nabijheid van de boring. Dit meetstelsel is tevens slechts toepasbaar bij geringe boordieptes.

De specificaties van dit meetstelsel zijn opgenomen in Bijlage 4

5.7 Afwijkingen

Tijdens de pilotboring kunnen er in het horizontale en verticale vlak afwijkingen optreden ten opzichte van de ontworpen boorlijn. Bijvoorbeeld veroorzaakt door slappe grondlagen, obstakels in de ondergrond (bijvoorbeeld stenen), overgangslagen van harde naar zachte ondergrond of andersom, etc.

De boormeester en assistent-boormeester dienen continu en nauwlettend het boorproces in de gaten te houden en eventuele afwijkingen te registreren.

De boormeester en assistent-boormeester op locatie zullen aangeven welke correctie/sturing benodigd is om terug te komen in het originele tracé. Door te sterk terug te sturen in de richting van de ontworpen boorlijn kunnen er extra spanningen in de leidingen optreden en kan er een kwalitatief mindere boring ontstaan. Indien dit voorkomt is het advies een iets grotere afwijking te accepteren om zo een kwalitatief betere boring te verkrijgen.

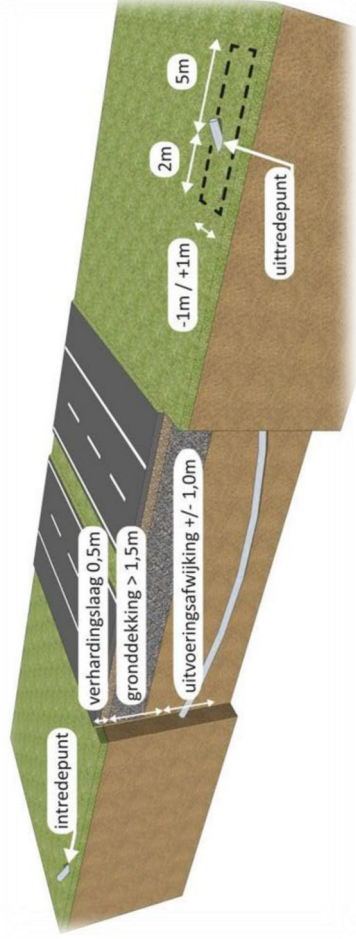
Indien het boortracé niet meer richting het geplande tracé kan worden gecorrigeerd dient de boring tot voor de afwijking teruggetrokken te worden en zal een nieuwe poging moeten worden gedaan om het geplande tracé aan te houden. Wanneer de boring buiten de 'maximale toegestane afwijking' treedt zal door de aannemer contact moeten worden opgenomen met de opdrachtgever en vergunningverlener(s).

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 lengterichting t.p.v. uittredepunt)	+5m / -2m
Horizontaal (in dwarsrichting t.p.v. uittredepunt)	+1m / -1m
Horizontaal (in dwarsrichting tracé tussen in-/uittredepunt)	+5m / -5m

Tabel 5 Maximale afwijking pilotboring (volgens NEN 3650)

In onderstaande figuur is tevens de maximale afwijking (conform 'Richtlijn boortechnieken 2019' van Rijkswaterstaat) visueel gemaakt.



Figuur 7 Afwijkingen conform Richtlijn boortechnieken 2019-RWS

Aan de maximaal toegestane afwijkingen kunnen strengere eisen worden gesteld wanneer dit voor lokale situaties gewenst is, bijvoorbeeld wanneer bijzondere objecten worden gepasseerd. De minimale gronddekking dient hierbij te allen tijde gewaarborgd te blijven.

5.8 Afkoppelen boorkop

Als de pilotboring gereed is en is bovengekomen in het uitredegat zal de boorkop afgekoppeld kunnen worden en wordt gestart met de volgende fase van het boorproces.

5.9 Ruimfase(n)

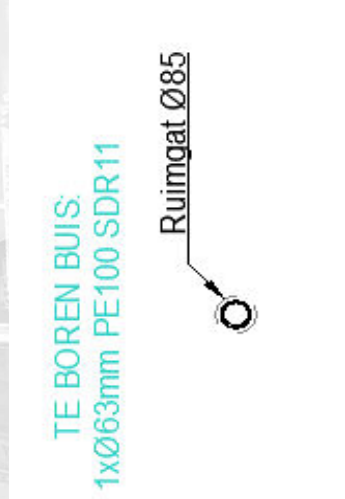
Als de boorkop verwijderd is kan gestart worden met het vergroten van het boorgat. Hiervoor wordt een ruimer geplaatst op de boorstangen. Daarnaast is het aan te bevelen om achter de ruimer stangen te koppelen, zodat er verbinding blijft tussen het in- en uitredepunt.

De buitendiameter van de in te trekken mantelbuis bedraagt ca. 63mm

Conform de Richtlijn Boortechniek 2019 mag de ruimerdiameter maximaal 1,3 maal de leidingdiameter bedragen (bundelboring). Voor deze boring kan een zogenaamde Fly-cutter worden toegepast met een diameter van ca. 85mm.



Figuur 8 Voorbeeld Fly-cutter



Figuur 9 In te trekken mantelbuis

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020
E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

Op al onze aanbiedingen, aanvordering van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op www.atron-engineering.nl of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.

De benodigde ruimerafmeting kan worden bereikt door het uitvoeren van één of meerdere ruimfasen wat vooraf door de civiele aannemer dient te worden bepaald. De combinatie van ruimerdiameter en de diameter van de centreer-barrel moet zo worden gekozen dat onder normale omstandigheden een cilindrisch gat wordt geboord.

Het boren en ruimen van het boorgat zal plaats moeten vinden met een 'retourstroom' van boorvloeistof.

Tijdens de ruimfase worden de volgende parameters geregistreerd per stang:

- ❖ Stangnummer/lengte: [m]
- ❖ Begin- en stoptijd: [uur:min]
- ❖ Duur: [min:sec]
- ❖ Debiet bentoniet: [l/min]
- ❖ Druk aan de rig: [bar]
- ❖ Torsie: [kNm]
- ❖ Trekkracht: [ton]
- ❖ Returns: hoeveelheid en positie
- ❖ Viscositeit [sec]
- ❖ Soortelijk gewicht [kg/M3]
- ❖ Cuttings in/ Cuttings uit [-]
- ❖ Eventuele toevoegingen [soort – kg/M3]
- ❖ Eventuele opmerkingen

5.10 Intrekfase Nanodrill boring

De intrekfase zal direct na het uitvoeren van de laatste ruiming of 'Wiper trip plaatsvinden'. Voor deze fase zal opnieuw een Barrel-reamer gebruikt worden welke voor de in te trekken mantelbuis geplaatst wordt en 'twee inches' groter is dan de buitendiameter van de in te trekken mantelbuis.

Tijdens de intrekfase worden de volgende parameters geregistreerd:

- ❖ Stangnummer/lengte: [m]
- ❖ Begin- en stoptijd: [uur:min]
- ❖ Duur: [min:sec]
- ❖ Debiet bentoniet: [l/min]
- ❖ Druk aan de rig: [bar]
- ❖ Torsie: [kNm]
- ❖ Trekkracht: [ton]
- ❖ Returns: hoeveelheid en positie
- ❖ Viscositeit [sec]
- ❖ Soortelijk gewicht [kg/M3]
- ❖ Cuttings in/ Cuttings uit [-]
- ❖ Eventuele toevoegingen [soort – kg/M3]
- ❖ Eventuele opmerkingen

5.11 Boorvloeistof

Boorvloeistof dient te bestaan uit een mengsel van schoon water en bentoniet. De mix-hoeveelheid kan variëren omdat de mengverhouding wordt aangepast aan de lokaal geconstateerde grondslag.

Op de projectlocatie mag enkel gerecyclede boorspoeling worden toegepast als deze is voorzien van een geldig keuringscertificaat. In andere gevallen dient de boorspoeling vers te worden aangemaakt op de projectlocatie.

In bijlage 5 is een voorbeeld toegevoegd voor de toepassing en eigenschappen van boorspoeling. De boorvloeistof dient over de navolgende functie te beschikken:

- ❖ Hydraulisch ontgraven / lossputten van de grond ter plaatse van de boorkop
- ❖ Vertransporteren van de geboorde massa
- ❖ In suspensie houden van de losgeboorde grond
- ❖ Stabilisatie van het boorgat
- ❖ Afpleistering van het boorgat
- ❖ Smering van de leiding in het boorgat tijdens de intrekfase
- ❖ Koeling en smering van de tandenruimers en de draaiende boorstangen.

Indien dit noodzakelijk is voor de uitvoering van de werkzaamheden of welslagen van de Nanodrill boring zal de aannemer eventueel benodigde toevoegstoffen gebruiken.

5.12 Aanlevering registratie

Alle gegevens worden opgenomen in een "boormap registratiesheet". Dit document wordt door het boorbedrijf gearhiveerd. De geregistreerde gegevens worden tijdens uitvoering van de werkzaamheden verwerkt. Deze stukken zullen ter beschikking gesteld worden aan de opdrachtgever of eventuele vergunningverleners en moeten worden toegevoegd aan het revisiepakket.

5.13 Vrijkomende grond / boorspoeling

Alle vrijkomende grond die, op basis van chemische verontreinigingen dan wel op basis van fysische eigenschappen, niet geschikt is om herverwerkt te worden, boorspoeling of overtollige grond wordt geacht voor de opdrachtgever geen waarde te hebben.

De civiele aannemer dient overtollige boorspoeling of vrijgekomen cuttings af te voeren naar een bewerkings-, verwerkings- of eindverwerkingsinrichting als bedoeld in de Wet milieubeheer. Hierbij behoort tevens het afgeven van de grond aan de desbetreffende inrichting inclusief alle kosten zoals leges, acceptatiekosten en vervoerskosten tot klasse industrie. Bij oplevering zullen geleide bewijzen, transportbrieven, stortbewijzen etc. dienen te worden getoond dan wel als hardcopy bij de opleverbescheiden te worden aangeleverd.

6. Grond en grondwater

6.1 Geotechnisch onderzoek

Voorafgaand aan de uitvoering van de Nanodrill boring dient de lokale geotechnische informatie te worden verzameld. Indien er geen geotechnische informatie beschikbaar is kan een geotechnisch onderzoek worden uitgevoerd.

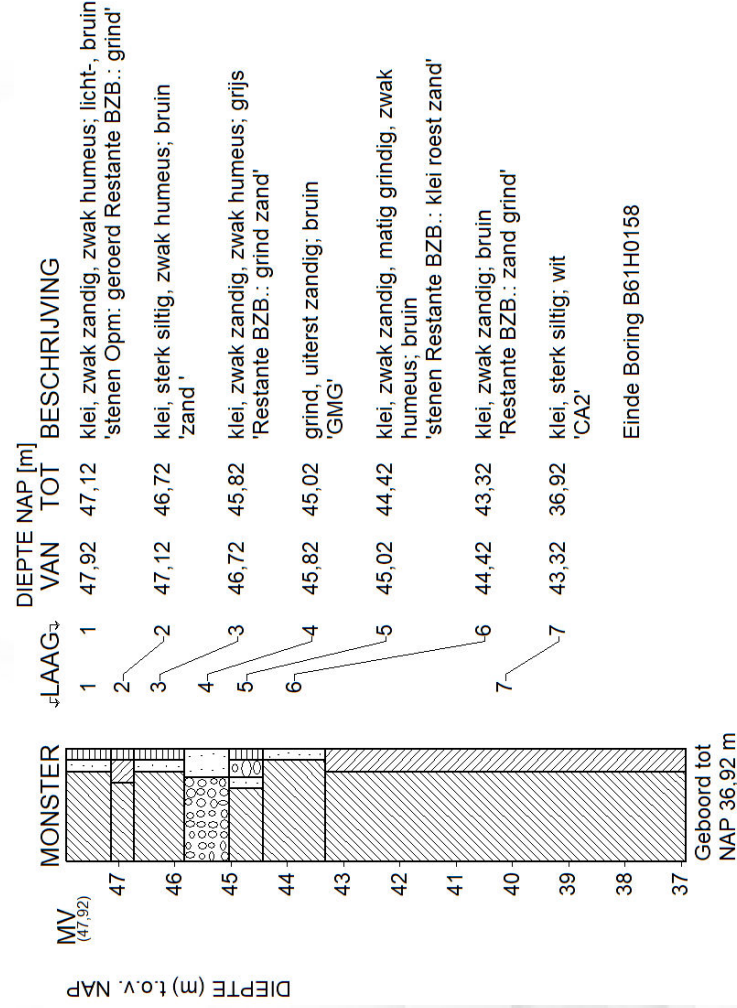
Voor deze Nanodrill boring is zijn gegevens gebruikt vanuit de online-databases van het TNO. De resultaten van deze onderzoeken zijn opgenomen als Bijlage 2.

Deze geotechnische informatie is als input gebruikt voor de sterkte- en mud-druk berekeningen welke middels het programma Sigma 2025 pipeline zijn vervaardigd.

Indien de civiele aannemer het noodzakelijk acht aanvullend grondonderzoek uit te voeren dient hij dit mee te nemen in zijn aanbieding.

6.2 Beschrijving grondgesteldheid

Onderstaande interpretatie van de sondering is afkomstig uit het Dinoloket.



Figuur 10 Bodemopbouw (sonderingen B61H0518)

Op basis van de beschikbare grondonderzoeken kan worden aangenomen dat de boring zich in de bovengrond voornamelijk bevindt in een pakket van afwisselende slappe tot matige kleilagen. De vloerbuis bevindt zich in een uiterst zandige grindlaag.

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op www.atron-engineering.nl of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.

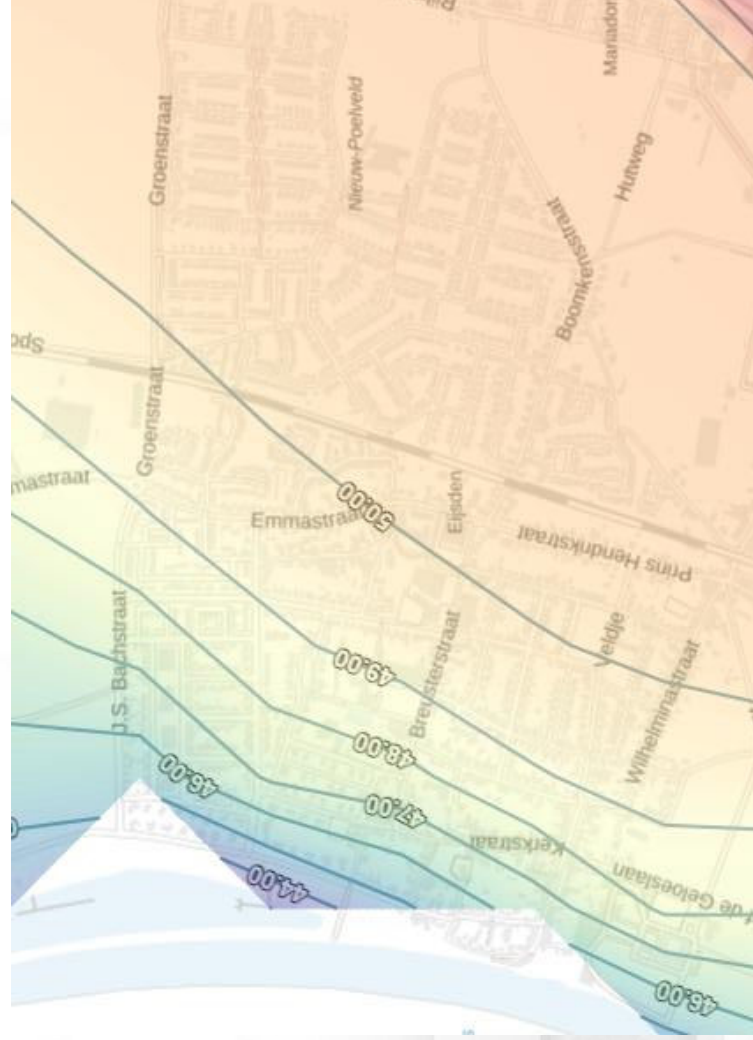
6.3 Grondwaterstanden

De freatische grondwaterstand van watergangen in de directe omgeving van de Nanodrill boring zijn middels GPS opgemeten. De resultaten van deze metingen zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Omschrijving	+/- N.A.P./Maaiveld	Waarde
GWS nabij intredepunt (freatisch)	+NAP	46.94m
GWS nabij uitredepunt (freatisch)	+NAP	46.94m

Tabel 6 Grondwaterstanden (indicatief)

Ter controle is tevens de isohypsenkaart geraadpleegd van www.grondwatertools.nl met betrekking tot de stijghoogten in LHM laag 2. Een uitsnede van deze kaart is weergegeven in figuur 11. Hieruit is af te lezen dat de stijghoogte in de eerste zandlaag ligt tussen de +44.00m en +45.00m NAP. Aangezien de hoogste stijghoogte maatgevend is in de berekening is uitgegaan van een stijghoogte van +46.94m NAP.



Figuur 11 Uitsnede isohypsenkaart Grondwatertools

Het betreffen hier eenmalige metingen waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen. De uiteindelijke civiele aanmer zal deze waarden moeten controleren en indien noodzakelijk de bijbehorende berekeningen en het boorplan voor de uiteindelijke uitvoering van de werkzaamheden hierop aanpassen.

6.4 Beschouwing kwelproblematiek

Tijdens de uitvoering van een Nanodrill boring kan er een (alternatieve) kwelweg ontstaan waarbij er door drukverschil kwelwater langs de boorlijn naar het intredepunt of uitredepunt stroomt. In het algemeen zijn drie verschillende situaties aangeduid waarbij kwelvorming kan optreden. Hieronder zijn de situaties beschreven en beoordeeld voor deze Nanodrill boring.

1. *Een onderdoorgang van de boorgang onder een open watergang of oppervlaktewater, waarbij de waterstand van het oppervlaktewater 'hoger' is/kan worden dan de grondwaterstanden ter plaatse van het in-/ of uitredepunt. (voorbeeld: kruising boezemwater / kruising waterkering waarbij bij maatgevend hoogwater voorgenoemd scenario optreedt)*

In dit geval zou er door de 'waterdruk op de boortunnel' een kwelstroom kunnen ontstaan. Om deze situatie te kunnen beoordelen is een kwelwegberekening noodzakelijk.

2. *Verskil in (freatische)grondwaterstanden tussen in -/en uitredepunt)*

Mocht er een verschil zijn in de freatische grondwaterstanden tussen het in-/ en uitredepunt dan zou er een kwelstroom kunnen ontstaan via de boortunnel. Hierbij zal het hoger gelegen grondwater via de boortunnel kunnen uitstromen in het lager gelegen grondwater.

3. *Een doorsnijding van een watervoerend pakket waarbij de stijghoogte (arthesisch grondwater) in het watervoerende pakket hoger is dan de freatische grondwaterstand.*

Indien er sprake is van een stijghoogte in het watervoerende pakket (arthesisch grondwater) welke hoger is dan de aanwezige freatische grondwaterstanden is er sprake van spanningswater. In dit geval kan het ook zo zijn dat eventuele kwel niet zichtbaar is ter hoogte van/op maaiveld omdat het spanningswater via de boortunnel zal uitstromen in de aanwezige freatische grondwaterstand.

Het uitvoeren van een kwelwegberekening heeft in deze situatie geen toegevoegde waarde omdat kwel vrijwel te allen tijde zal optreden na het uitzakken van de boorspoeling (bentoniet) in het boorgat. Wel is het aan te bevelen een 'evenwicht-berekening' te maken voor de waterdruk vanuit het watervoerende pakket en de 'bentonietdruk' tijdens de boorfases. Als er dermate veel druk aanwezig is vanuit het watervoerende pakket kan het zelfs zijn dat er reeds kwel optreedt gedurende de uitvoering van de Nanodrill boring waarbij de boorspoeling uit het boorgat gedrukt zou kunnen worden.

Indien er maatregelen noodzakelijk zijn kan overwogen worden om kleikisten en kwelschermen aan te brengen maar deze maatregelen zijn vaak maar weinig effectief. Een alternatief is het aanbrengen van een groutkoffer (over een gedeelte van de boorlijn) ofwel het geheel opvullen/intrekken van de Nanodrill boring met Drill-Grout.

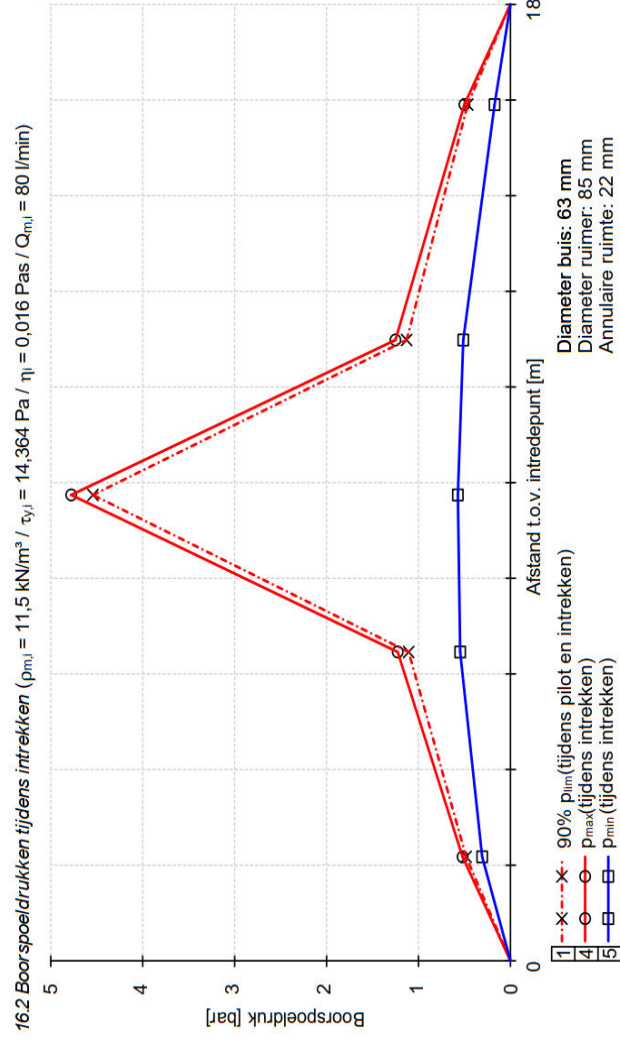
Bij deze Nanodrill boring hebben we niet te maken met een van voorgenoemde kwelsituaties.

7. Berekeningsresultaten

In onderstaande hoofdstukken zijn de resultaten weergegeven uit de sterkte- en mud-druk berekeningen vervaardigd in het programma Sigma van Adviesbureau Schrijvers conform de NEN 3650. Deze berekeningen zijn toegevoegd als bijlage 3. De uiteindelijke civiele aannemer dient vooruitlopend op de werkzaamheden deze berekeningen te controleren en/of controleberekeningen op te stellen ter verificatie van onderstaande conclusies.

7.1 Boorspoeldrukken

Het ontwerp van de Nanodrill boring is getoetst door middel van de uitvoering van een mud-druk berekening. Onderstaande figuur 12 geeft de verwachtingswaarde weer voor de boorspoeldrukken gedurende de realisatie van de pilotboring.



Figuur 12 boorspoeldrukken tijdens pilotboring

De benodigde boorspoeldrukken zijn indicatief en onder andere afhankelijk van de boorapparatuur die de aannemer zal inzetten. Uit de grafieken blijkt dat de pilotboring de meest kritische fase is. In bovenstaande figuur is deze fase weergegeven.

Nabij het in-/ en uitredepunt bestaat de kans op een mud-uitbraak ofwel instabiel boorgat. De mud-engineer dient tijdens het boorproces de mud-drukken nauwlettend in de gaten te houden en nabij uitrede dient de voortgangssnelheid en pompdruk te worden verlaagd om een mud-uitbraak te voorkomen.

Daarnaast kan ervoor worden gekozen om voordat de kritische parameters worden bereikt het boorgat te spoelen om zo het soortelijk gewicht (en tegendruk) te verlagen waardoor de kans op een mud-uitbraak kan worden beperkt.

Een instabiel boorgat kan ervoor zorgen dat het boorgat nabij in-/ of uitrede instort, trekkrachten oplopen ofwel zettingen optreden op maaiveld. De uiteindelijke civiele aannemer zal eventuele maatregelen of nazorg-maatregelen moeten treffen om dit te beheersen/voorkomen.

7.2 Opbouw berekening

Het ontwerp van de Nanodrill boring is getoetst door middel van de uitvoering van een sterkteberekening. In de Sigma berekening worden de volgende onderdelen getoetst:

- ❖ Totaal krachten in de verschillende stadia
- ❖ Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie
- ❖ Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding
- ❖ Optredende spanningen in langsrichting van de leiding
- ❖ Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

7.3 Berekening benodigde trekkracht

Onderstaande tabel geeft de verwachting weer van de verschillende trekkrachten welke tijdens de uitvoering van deze Nanodrill boring verwacht worden.

5.7 Karakteristieke waarden van de benodigde trekkrachten in fase II

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

Trekkracht T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van E	44	53	-	-	-	97	0,01
Na intrekken van D	30	-	124	144	46	344	0,03
Na intrekken van C	25	151	-	144	46	365	0,04
Na intrekken van B	10	-	222	289	125	646	0,06
Na intrekken van A	0	274	-	289	125	688	0,07

De maximale karakteristieke waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt **688 N** (\approx **0,07 ton**). Volgens het voorschrift van de Drilling Contractors Association (DCA - Europe) wordt een boormachine voorgeschreven met een trekkracht 2 tot 3 keer deze maximale waarde.

Tabel 7 Trekkrachten in verschillende stadia

Bij deze trekkrachtberekening is rekening gehouden met een onzekerheidsfactor van 1,4. Er is geen rekening gehouden met andere (model)onzekerheidsfactoren voor het opstellen van de trekkrachtberekening. Het wel-/niet aanvullen van de mantelbuis/leiding is ter keuze aannemer en moet op haalbaarheid worden getoetst. De aannemer dient rekening te houden met alle factoren welke van invloed kunnen zijn op de benodigde trekkracht en hier de inzet van zijn materieel (o.a. dodemansbed, verankering en keuze boor-rig) op af te stemmen. Volgens de voorschriften van de Drilling Contractors Association (DCA-Europe) wordt een boormachine voorgeschreven met een trekkracht van 2 tot 3 keer de maximaal berekende waarde.

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020
E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op www.atron-engineering.nl of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.

7.4 Berekening spanningen tijdens de trekoperatie

De totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie zijn berekend in paragraaf 5.10 van de sterkteberekening welke is toegevoegd in bijlage 3.

5.10 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van E	136	0,13	-	0,13
Na intrekken van D	481	0,46	7,96	5,64
Na intrekken van C	511	0,49	-	0,49
Na intrekken van B	904	0,87	7,96	6,04
Na intrekken van A	964	0,92	-	0,92

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{1.042,25}{A} = \sigma_t$$

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

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

$$\sigma_a \leq \sigma_{ktd} \rightarrow 6,04 \leq 10,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Tabel 8 Spanningen tijdens trekoperatie

Uit de uitkomst van de berekening blijkt dat deze binnen de gestelde eis van 10,0 N/mm² blijft en de mantelbuis voldoende sterk is tijdens het intrekproces

7.5 Berekening spanningen in de omtreksrichting

De spanningen in de omtreksrichting ten gevolge van de bovenbelasting worden berekend in paragraaf 12.1 van de sterkteberekening welke is toegevoegd in bijlage 3. Tabel 9 geeft inzicht in de te verwachten spanningen.

12.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
1	2,03	-	0,65	1,32
2	2,58	0,25	0,65	1,83
3	3,42	-	0,65	2,22
4	2,59	0,25	0,65	1,84
5	2,05	-	0,65	1,33

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

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

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

$$\sigma_{y2} \leq \sigma_{td} \rightarrow 2,22 \leq 8,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Tabel 9 Optredende spanningen in de omtreksrichting van de leiding.

De te verwachten spanningen in de omtreksrichting blijven binnen de gestelde grens van 8,00 N/mm² en voldoet.

7.6 Berekening spanningen in de langsrichting

De spanning in de langsrichting ten gevolge van de inwendige druk worden in paragraaf 12.2 van de sterkteberekening in bijlage 3 berekend. Tabel 10 geeft de verwachte spanningen weer in de rechte delen en de bochten in de langsrichting.

Tabel 10 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]
1	0,00	0,00	-	-	0,00
2	0,00	0,00	7,96	0,65	5,18
3	0,00	0,00	-	-	0,00
4	0,00	0,00	7,96	0,65	5,18
5	0,00	0,00	-	-	0,00

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

$\sigma_{y2} \leq \sigma_{ld} \rightarrow 5,18 \leq 8,00 \rightarrow$ Voldoet

Tabel 10 Optredende spanningen in de langsrichting van de leiding.

Uit deze berekening komt naar voren dat de spanningen binnen de gestelde norm van 8,00 N/mm² blijft. Hiermee is aangetoond dat de spanningen in de langsrichting voldoen.

7.7 Berekening van optredende en toelaatbare deflectie

De maximale deflectie op de buis bedraagt 0.27mm (0.47% x Do) voor de 63mm. De maximaal toelaatbare deflectie bedraagt 4.58mm. De optredende maximale deflectie is dus toelaatbaar. Tabel 11 geeft de berekende vervorming aan van de mantelbuis aan tussen de rechte en gebogen delen.

13. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ¹]	δ_v [mm]	δ_v/D_g [%]
1	1,44	1,44	-	0,27	0,47
2	3,30	0,36	0,53	0,44	0,76
3	4,54	0,31	-	0,80	1,40
4	3,34	0,35	0,53	0,44	0,77
5	1,39	1,53	-	0,27	0,47

$$\delta_v = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{nH} + 0,048 \cdot Q_T) \cdot r_g^3}{E \cdot I_w}$$

$$\delta_v = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \phi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_T) \cdot 28,60^3}{350 \cdot 16,26}$$

Toelaatbare deflectie: $\delta_{v,max} = 8,00\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 57,20 = \mathbf{4,58}$ mm

$\delta_v \leq \delta_{v,max} \rightarrow 0,80 \leq 4,58 \rightarrow$ Voldoet

Tabel 11 Berekening van optredende en toelaatbare deflectie

De uitwendige druk (toetsing implosie) blijft tijdens de uitvoering en in de eindsituatie tevens onder de toelaatbare uitwendige druk. Het toegepaste materiaal PE100 SDR11 is hiermee voldoende sterk. Dit geldt zowel tijdens het intrekken van de buizen als in de bedrijfsfase van de mantelbuis.

Bijlage 1 Ontwerptekening Nanodrill boring

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

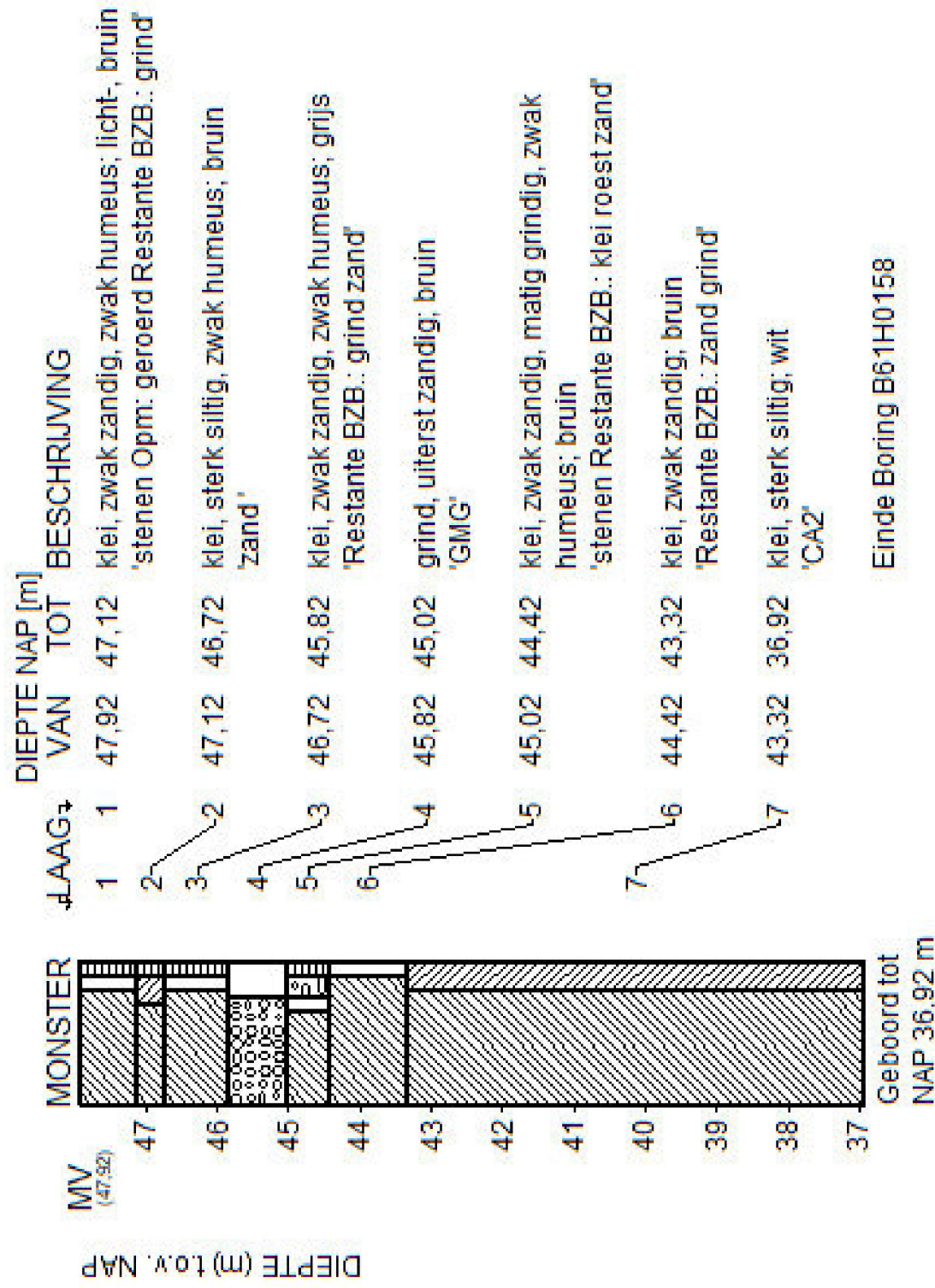
Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op www.atron-engineering.nl of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.



X = 177133 m Y = 309976 m (RD)

Bijlage 3 Resultaten sterkteberekening (Sigma 2025)

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2025 1.1 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 5200-0925-01 Eijsden			
Projectonderdeel : 5200-0925-01 Eijsden			
Materialgegevens			
Materialsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS = 10		N/mm ²
Materialfactor	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 Tangenteel / Alfa Axiaal	α_σ = 0,65		-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L = 9,55		kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ = 8,00		%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 63,00	mm
Wanddikte	d _n	= 5,8	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Moeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uitredehoeken			
Totale lengte	L	= 18,20	m
Totale horizontale lengte	L _{hor}	= 15,21	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 100,00	m
Inredehoek (bij boorstelling)	α_1	= 45,00 / 100	° / %
Uitredehoek (bij rollenbaan)	α_2	= 44,93 / 99,76	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
MV intrrede t.o.v. NAP	MV _{in}	= 49,78	m
MV uitrede t.o.v. NAP	MV _{uit}	= 49,78	m
Beschrijving	Lengte langs buis [m]	Horizontale lengte [m]	Cumulatieve lengte langs buis [m]
A	3,51	2,48	3,51
B	4,71	4,24	8,22
C	1,76	1,76	9,98
D	4,71	4,24	14,68
E	3,52	2,49	18,20
			Cumulatieve horizontale lengte [m]
			2,48
			6,72
			8,48
			12,72
			15,21
			Verticale straal [m]
			-
			6,00
			-
			6,00
			-

Uitvoeringsaspecten

Diameter boorstang	D_b	= 38	mm
<i>Tijdens pilot</i>			
Diameter boorkop/boorgat	D_p	= 50	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,p}$	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,p}$	= 14,364	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_p	= 0,016	Pa·s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,p}$	= 40	l/min
<i>Tijdens intrekken</i>			
Gecombineerd ruimen/intrekken			
Diameter ruimer/boorgat	$D_{g,i}$	= 85	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,i}$	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,i}$	= 14,364	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_i	= 0,016	Pa·s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,i}$	= 80	l/min

Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan

Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang

Onzekeerheids- en wrijvingsfactoren

Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
Belastingfactor, bovengronds	$f_{k,b}$	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	$f_{k,o}$	= 1,4	
Onzekeerheidsfactor straal, ondergronds	$f_{r,o}$	= 0,9	
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	f_1	= 0,3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f_2	= 0,00005	N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f_3	= 0,2	
Partiële factor grondbelasting	γ	= 1,1	

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvingshoek grond [°]
1	1,98	1,39	-	Klei	15,00	-	22,50
2	5,88	3,75	2,80	Klei	15,00	15,00	22,50
3	8,87	4,19	2,79	Grind	18,00	20,00	30,00
4	11,82	3,89	2,77	Klei	15,00	15,00	22,50
5	16,29	1,34	-	Klei	15,00	-	22,50

Locatie	EFFECTIEVE COHESIE [kN/m ²]	F-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
1	0,00	1,50	Grafiek II
2	0,00	1,50	Grafiek II
3	0,00	30,00	Grafiek II
4	0,00	1,50	Grafiek II
5	0,00	1,50	Grafiek II

* Niet op schaal



2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 51,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 57,20	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 63,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 31,50	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 25,70	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 28,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 430.644,04	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 13.671,24	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 16,26	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 5,61	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 1.042,25	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,0100	N/mm ¹

3. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding

Leiding op rollenbaan/maaiveld

Gewicht mediumleiding	$g = 0,0100$	N/mm ¹	$g = 0,0100$	N/mm ¹	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.}$		+	$g_{vul} = \text{N.v.t.}$	
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,0100$	N/mm ¹		$g_{gat} = 0,0100$	N/mm ¹

4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds

4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N] ($f = 1,4$)	T_1 [N] ($f = 1$)
Starten met trekken	18,20	76	54
Na intrekken van E	14,68	61	44
Na intrekken van D	9,98	42	30
Na intrekken van C	8,22	34	25
Na intrekken van B	3,51	15	10

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = f \cdot L \cdot 0,0100 \cdot 0,3$$

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] ($f = 1,4$)	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	76	0,07
Na intrekken van E	61	0,06
Na intrekken van D	42	0,04
Na intrekken van C	34	0,03
Na intrekken van B	15	0,01

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{1.042,25}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{430.644}{100.000} = 4.618,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{4.618,66}{13.671} = \mathbf{0,34 \text{ N/mm}^2}$$

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	0,07	0,29
Na intrekken van E	0,06	0,28
Na intrekken van D	0,04	0,26
Na intrekken van C	0,03	0,25
Na intrekken van B	0,01	0,23

$$\sigma_a = \alpha_\sigma \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,34 + \sigma_t$$

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

$\sigma_a \leq \sigma_{kld} \rightarrow 0,29 \leq 10,00 \rightarrow$ Voldoet

5. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat

5.1 Berekening van de vereiste trekkracht T_2 en T_{3a} in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof. 100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet.

Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 197,92 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,00995 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_{m,i} \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 63,00^2 \cdot \pi/4 = 0,0358 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,0259 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L_2 / L_b [m]	T_2 [N] ($f = 1,4$)	T_{3a} [N] ($f = 1,4$)	T_2 [N] ($f = 1$)	T_{3a} [N] ($f = 1$)
Na intrekken van E	18,20	74	-	53	-
Na intrekken van D	14,68	-	174	-	124
Na intrekken van C	9,98	211	-	151	-
Na intrekken van B	8,22	-	310	-	222
Na intrekken van A	3,51	384	-	274	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L_2 \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_2 \cdot (197,92 \cdot 0,00005 + 0,0259 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_b \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_b \cdot (197,92 \cdot 0,00005 + 0,0259 \cdot 0,2)$

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

Leidingdeel (Doorsnede)	E_{100} [N/mm ²]	q_n [kN/m ²]	$E_{100, \text{norm}}$ [N/mm ²]	ν [-]	l [mm]	m [-]	λ [mm ⁻¹]	k_v [N/mm ³]
D (4)	1,50	52,98	0,90	0,3817	685,7	0,70	0,00458	0,01175
B (2)	1,50	52,35	0,89	0,3817	685,7	0,70	0,00458	0,01175

$E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_r/100)^{0,5}$ (Zand/Leem/Grind) of $E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_r/100)^{0,8}$ (Veen/Klei)

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

$l = \frac{\pi}{\lambda}$ $A = l \cdot b$ $b = \beta \cdot r_e = 120^\circ \cdot 31,5 = 65,97 \text{ mm}$

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

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

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

Leidingdeel (Doorsnede)	R_v [m]	q_r [N/mm ²]	Q_r [N/mm ¹]	T_{3b} [N] ($f = 1,4$)	T_{3b} [N] ($f = 1$)
D (4)	6,00	0,0084	0,53	202	144
B (2)	6,00	0,0084	0,53	202	144

$$q_r = e^{(-\pi/4)} \cdot \sin(\pi/4) \cdot \frac{\lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot f_{r,0} \cdot R} = 0,322 \cdot \frac{\lambda^2 \cdot 975 \cdot 430.644,04}{63 \cdot 0,9 \cdot R}$$

$$Q_r = q_r \cdot D_o = q_r \cdot 63$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = f \cdot 4 \cdot \frac{q_r}{2} \cdot 63 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

5.4 Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N] ($f = 1$)	T_2 / T_{3a} [N] ($f = 1$)	$T_{3b,max}$ [N] ($f = 1$)	ΣT_{3b} [N] ($f = 1$)	T_{bocht} [N]
D	30	124	144	144	298
B	10	222	144	289	521

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N] ($f = 1,4$)	T_{3c} [N] ($f = 1$)
D	22,48	298	64	46
B	22,49	521	112	80

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

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

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

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

5.6 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

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

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van E	61	74	-	-	-	136	0,01
Na intrekken van D	42	-	174	202	64	481	0,05
Na intrekken van C	34	211	-	202	64	511	0,05
Na intrekken van B	15	-	310	404	175	904	0,09
Na intrekken van A	0	384	-	404	175	964	0,10

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

5.7 Karakteristieke waarden van de benodigde trekkrachten in fase II

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

Trekkracht T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van E	44	53	-	-	-	97	0,01
Na intrekken van D	30	-	124	144	46	344	0,03
Na intrekken van C	25	151	-	144	46	365	0,04
Na intrekken van B	10	-	222	289	125	646	0,06
Na intrekken van A	0	274	-	289	125	688	0,07

De maximale karakteristieke waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt **688 N** (\approx **0,07 ton**).

Volgens het voorschrift van de Drilling Contractors Association (DCA - Europe) wordt een boormachine voorgeschreven met een trekkracht 2 tot 3 keer deze maximale waarde.

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
Na intrekken van E	136	0,13
Na intrekken van D	481	0,46
Na intrekken van C	511	0,49
Na intrekken van B	904	0,87
Na intrekken van A	964	0,92

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{1.042,25}{1.042,25}$$

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

Trekkracht T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	R [m]	M_b [Nmm]	σ_b [N/mm ²]
D	6,00	108.857,24	7,96
B	6,00	108.857,24	7,96

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{r_{i,o}} \cdot R = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{430.644,04}{0,9 \cdot R}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{M_b}{13.671,24}$$

5.10 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van E	136	0,13	-	0,13
Na intrekken van D	481	0,46	7,96	5,64
Na intrekken van C	511	0,49	-	0,49
Na intrekken van B	904	0,87	7,96	6,04
Na intrekken van A	964	0,92	-	0,92

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{1.042,25}{A} = \sigma_t$$

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

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

$$\sigma_a \leq \sigma_{kld} \rightarrow 6,04 \leq 10,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

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

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

Leiding is drukloos:

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

$$f_{rr} = 1,00$$

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Q_{droog} [kN/m ²]	Q_{nat} [kN/m ²]	q_n [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
1	1,39	-	Klei	-	-	22,94	1,44
2	3,75	2,80	Klei	46,20	6,15	52,35	3,30
3	4,19	2,79	Grind	55,24	16,77	72,01	4,54
4	3,89	2,77	Klei	45,71	7,28	52,98	3,34
5	1,34	-	Klei	-	-	22,09	1,39

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

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

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

$$Q_n = q_n \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot 63$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeersbelasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
1	1,39	Grafiek II	22,81	1,44
2	3,75	Grafiek II	5,74	0,36
3	4,19	Grafiek II	5,00	0,31
4	3,89	Grafiek II	5,48	0,35
5	1,34	Grafiek II	24,22	1,53

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 63$$

7. 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]
1	1,44	1,44	2,88	11,38	2,03
2	3,30	0,36	3,66	14,44	2,58
3	4,54	0,31	4,85	19,15	3,42
4	3,34	0,35	3,68	14,54	2,59
5	1,39	1,53	2,92	11,51	2,05

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 28,60$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{5,61}$$

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

Locatie	R [m]	q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
2	6,00	0,0084	0,25
4	6,00	0,0084	0,25

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot q_r \cdot 63 \cdot \frac{31,50}{5,61}$$

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

Leiding is drukloos

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

10. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_3^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{16,26}{57,2^3} = 0,0847 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{84,71 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m²****11. Toetsing op implosie (bedrijfsfase): berekening van de zijdelingse overdruk**Veiligheidsfactor γ voor langdurige overdruk: $\gamma = 3$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_3^3}$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 16,26}{57,20^3} = 0,29 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,96** m grondwater boven de leiding

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld H [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld GWS [m]	Grondwater boven de leiding H_n [m]
1	1,39	2,83	0,00
2	3,75	2,80	0,95
3	4,19	2,79	1,40
4	3,89	2,77	1,12
5	1,34	2,83	0,00

 $H_n < p_{o,lang} \rightarrow 1,40 < 28,96 \rightarrow$ Voldoet**12. Berekening van het totaal aan optredende spanningen***12.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding*

Locatie	$\sigma_{\alpha 1}$ [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
1	2,03	-	0,65	1,32
2	2,58	0,25	0,65	1,83
3	3,42	-	0,65	2,22
4	2,59	0,25	0,65	1,84
5	2,05	-	0,65	1,33

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

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

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

$\sigma_{y2} \leq \sigma_{td} \rightarrow 2,22 \leq 8,00 \rightarrow$ Voldoet

12.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_x [N/mm ²]
1	0,00	0,00	-	-	0,00
2	0,00	0,00	7,96	0,65	5,18
3	0,00	0,00	-	-	0,00
4	0,00	0,00	7,96	0,65	5,18
5	0,00	0,00	-	-	0,00

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

Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b$

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

$\sigma_{y2} \leq \sigma_{td} \rightarrow 5,18 \leq 8,00 \rightarrow$ Voldoet

13. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_t [N/mm ¹]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
1	1,44	1,44	-	0,27	0,47
2	3,30	0,36	0,53	0,44	0,76
3	4,54	0,31	-	0,80	1,40
4	3,34	0,35	0,53	0,44	0,77
5	1,39	1,53	-	0,27	0,47

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

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_t) \cdot 28,60^3}{350 \cdot 16,26}$$

Toelaatbare deflectie: $\delta_{Y,max} = 8,00\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 57,20 = \mathbf{4,58}$ mm

$\delta_Y \leq \delta_{Y,max} \rightarrow 0,80 \leq 4,58 \rightarrow$ Voldoet

14. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ'_o [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	$E_{100, norm}$ [MN/m ²]
1	1,39	18,95	11,70	15,33	21,19	0,46
2	3,75	41,62	25,69	33,66	46,54	0,89
3	4,19	57,09	28,54	42,82	64,23	25,46
4	3,89	41,84	25,83	33,84	46,79	0,90
5	1,34	18,26	11,27	14,76	20,41	0,45

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

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

$$\sigma'_o = \frac{\sigma_{vert} + \sigma_{hor}}{2}$$

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

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

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	v [-]	p_{lim} [N/mm ²]	90% p_{lim} [bar]
1	0,17	0,035	0,0000	0,3817	0,05	0,48
2	0,32	0,040	0,0095	0,3817	0,12	1,11
3	9,55	0,0022	0,0140	0,3333	0,50	4,54
4	0,33	0,040	0,0112	0,3817	0,13	1,13
5	0,16	0,035	0,0000	0,3817	0,05	0,47

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

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

14.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p, max}$ [m]	$R_{p, min}$ [m]	Δh_{in} [m]	p_{max} [N/mm ²]	p_{min} [N/mm ²]	p_{max} [bar]	p_{min} [bar]
1	0,70	0,03	1,40	0,05	0,02	0,53	0,21
2	1,87	0,03	3,79	0,12	0,06	1,23	0,58
3	2,09	0,02	4,24	0,49	0,07	4,95	0,71
4	1,94	0,05	3,96	0,13	0,08	1,25	0,75
5	0,67	0,67	1,35	0,05	0,06	0,51	0,56

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

$$R_o = \frac{D_p}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ mm}$$

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

$$v_{m,p} = \frac{Q_{m,p}}{A_p} = \frac{40}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{40}{1/4 \cdot \pi \cdot (50^2 - 38^2)} = 0,804 \text{ m/s}$$

$$p_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_p \cdot v_{m,p}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{v_{y,p}}{(D_p - D_b)} \right) \cdot L + \rho_{m,p} \cdot \Delta h_{in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,016 \cdot 0,804}{(50 - 38)^2} + \frac{14,364}{(50 - 38)} \right) \cdot L + 11,5 \cdot \Delta h_{in}$$

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

14.2 Tijdens intrekken

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$R_{p,min}$ [m]	Δh_{uit} [m]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar]	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar]
5	0,67	0,03	1,35	0,05	0,50	0,02 ⁽¹⁾	0,17
4	1,94	0,03	3,96	0,13	1,25	0,05 ⁽¹⁾	0,51
3	2,09	0,02	4,24	0,48	4,78	0,06 ⁽¹⁾	0,57
2	1,87	0,04	3,79	0,12	1,23	0,05 ⁽¹⁾	0,55
1	0,70	0,09	1,40	0,05	0,52	0,03 ⁽¹⁾	0,31

$$R_o = \frac{D_{g,i}}{2} = 42,5 \text{ mm}$$

$$v_{m,i,uit} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{80}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_o^2)} = \frac{80}{1/4 \cdot \pi \cdot (85^2 - 63^2)} = 0,521 \text{ m/s}$$

$$v_{m,i,in} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{80}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_b^2)} = \frac{80}{1/4 \cdot \pi \cdot (85^2 - 38^2)} = 1,608 \text{ m/s}$$

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

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot 0,016 \cdot 0,521}{(85 - 63)^2} + \frac{14,364}{(85 - 63)} \right) \cdot (18,20 - L) + 11,5 \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

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

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,016 \cdot 1,608}{(406,4 - 38)^2} + \frac{14,364}{(406,4 - 38)} \right) \cdot L + 11,5 \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

15. Toetsing op implosie tijdens intrekken leiding(en)

Locatie	p_{min} [N/mm ²]	$p_{o,kort}$ [N/mm ²]
5	0,02	1,61
4	0,05	1,61
3	0,06	1,61
2	0,05	1,61
1	0,03	1,61

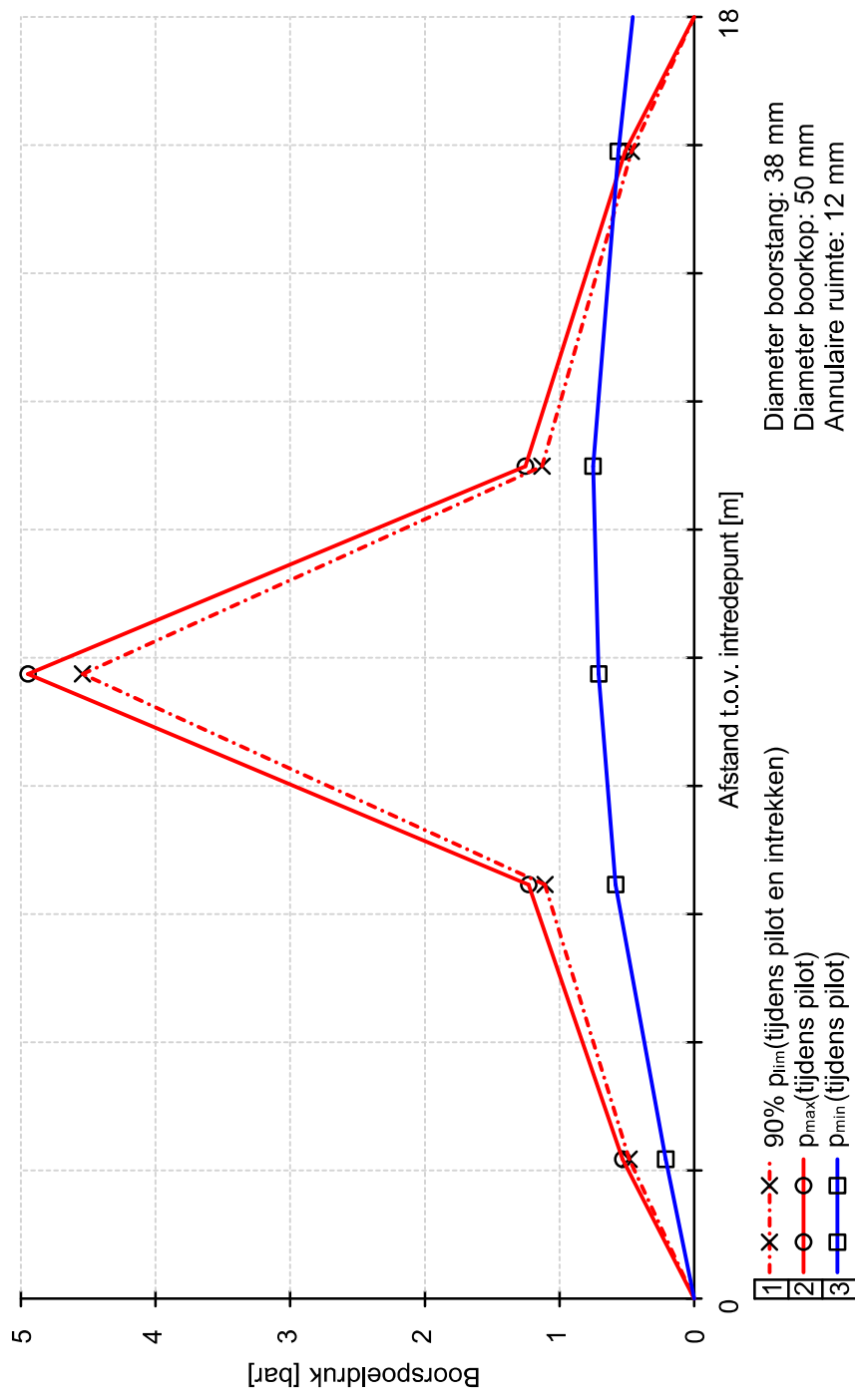
Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

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

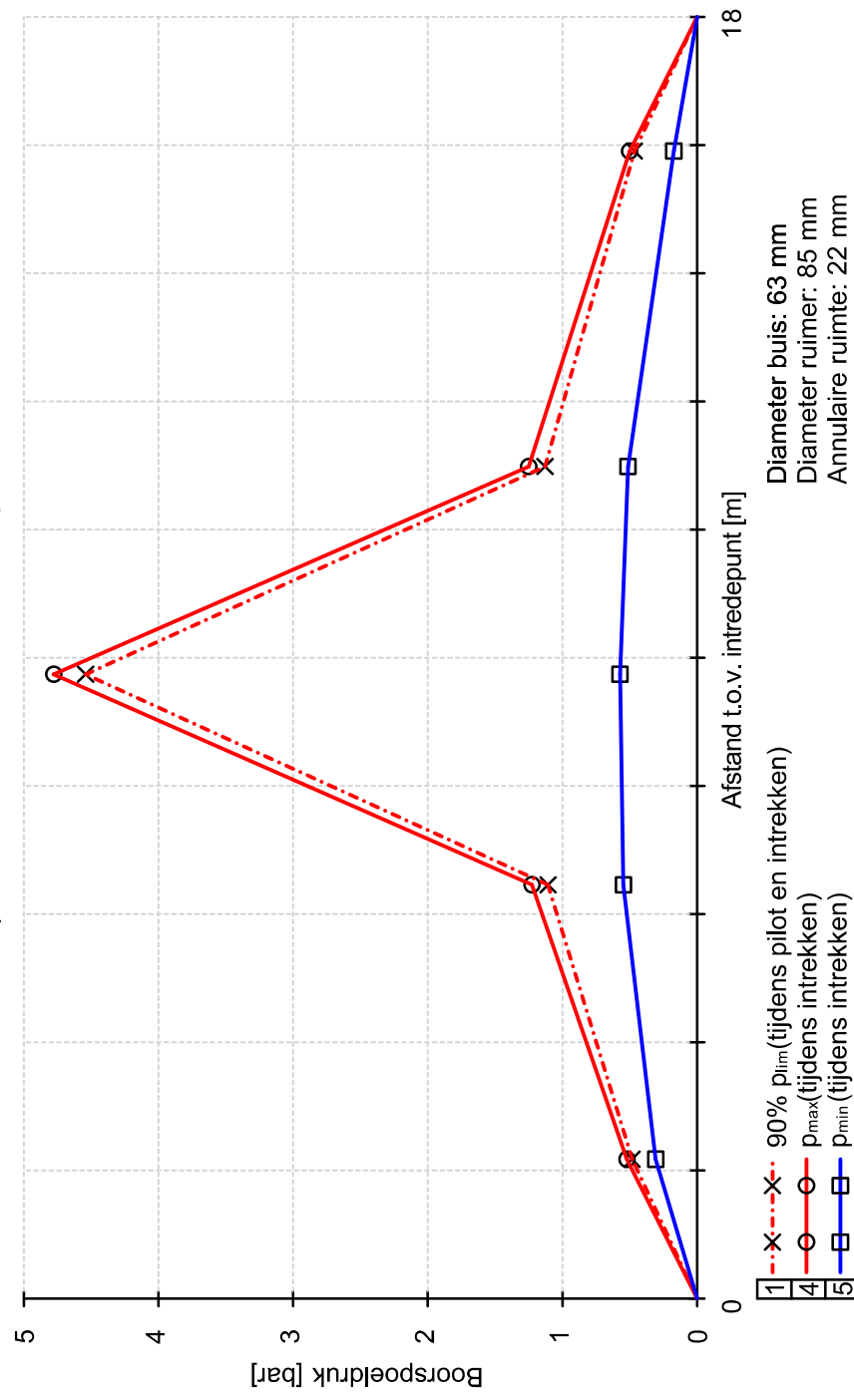
$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 16,26}{57,20^3} = 1,61 \text{ N/mm}^2$$

$p_{min} \leq p_{o,kort} \rightarrow 0,06 \leq 1,61 \rightarrow$ Voldoet

16.1 Boorspoeldrukken tijdens pilot ($p_{m,p} = 11,5 \text{ kN/m}^3 / \tau_{y,p} = 14,364 \text{ Pa} / \eta_p = 0,016 \text{ Pas} / Q_{m,p} = 40 \text{ l/min}$)



16.2 Boorspoeldrukken tijdens intrekken ($p_{m,i} = 11,5 \text{ kN/m}^3 / \tau_{y,i} = 14,364 \text{ Pa} / \eta_i = 0,016 \text{ Pas} / Q_{m,i} = 80 \text{ l/min}$)



Bijlage 4 Beschrijving meetstelsysteem

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

HDD LOCATING SYSTEMS

SENSE

IT MAKES SENSE

Russian Multi-Frequency
Locating Systems
for Horizontal-Directional Drilling

NEW VISION



500

We create Russian multi-frequency locational systems for horizontal directional drilling

— *Russia, Ulyanovsk* —

SENSE – one of the world leaders on location systems market for horizontal directional drilling. The company produces both azimuth and wireless systems. The SENSE Development Center is located in Russia, in Ulyanovsk.

SENSE company was founded in 1993 by , and specialized in the development of touchpads for foreign computer manufacturers equipment, including for Logitech.

SENSE is the holder of several patents, registered in Russia, China, India and USA.

After 1996, according to foreign policy reasons, SENSE management began searching for new niches for development. After market analysis, choice was made in favor of developing locating systems for horizontal directional drilling.

Among the reasons is the lack of high-tech Russian-made equipment and lack of service centers in Russia for foreign systems with growing demand for domestic market.

Thirty years we bring to the industry professionalism through innovation, training, accompaniment and support.

Single Frequency Locating System SNS 1t New Vision

Wireless locating systems for horizontal directional drilling are essentially a compass for the operator of a drilling or puncturing rig. Locating systems allow position and angle tracking tilt of the drill in all directions underground. Precisely according to the the locating system data, the locator guy directs the drilling machine operator. The receiver of the location system for HDD uses electromagnetic field created by the sonde antenna to determine the position of the drill head in space. Information from the receiver via radio channel it is sent to a backup device at the drilling rig operator.

Telemetry Station (TS)

Hardware and software complex is intended for duplicating information from receiver to displays devices under control Android operating system version 4.4 and higher



SNS 1t New Vision

1. 1 frequency — 12kHz (SNSt protocol);
2. 1 operating screen;
3. Sleep and non sleep sonde modes;
4. Roll position correction;
5. Depth up to 9,99 m;
6. Internal battery (up to 50 hours) — lifetime warranty;
7. Angle accuracy — 0,1%;
8. 12 roll positions.

When laying communications using a trenchless method, a puncture rig can work from a well or narrow pit, where there is no possibility to place a full-fledged repeater of the locating system. This compact device intended for acceptance by the Installation Operator telemetry when it is in cramped conditions.

Multi-Frequency Locating Systems

SNS 2t / 7t / 8t New Vision



Receiver SNS 7t NV



Repeater SNS Monitor



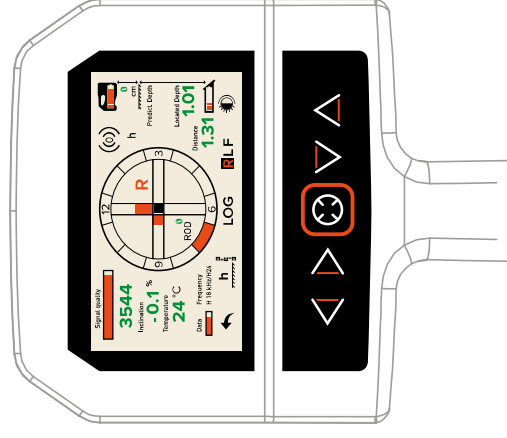
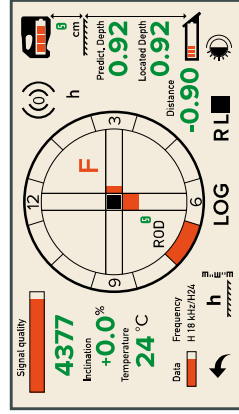
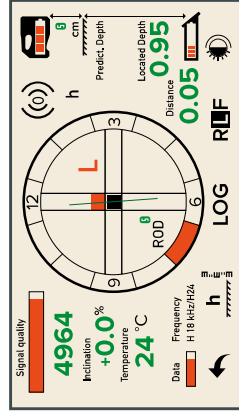
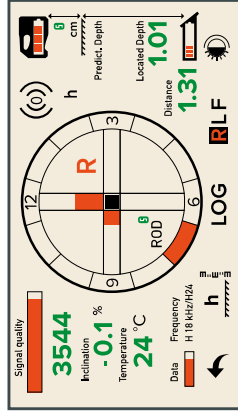
Sonde SNS st

Data sheet

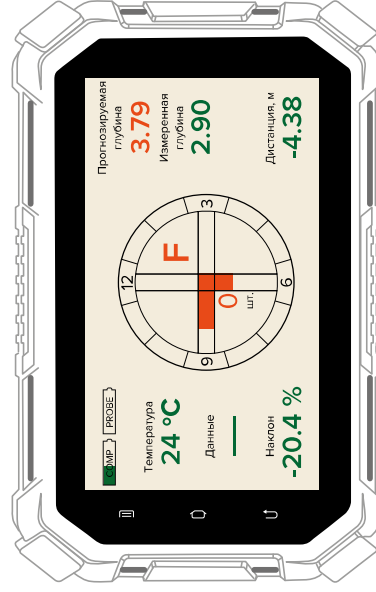
1. 2 (12, 30 kHz) or 7 (2, 8, 12, 18, 24, 30, 41 kHz) frequencies;
2. Internal power supply (up to 50 hours) – lifetime warranty;
3. Oled display;
4. Energy safe mode;
5. Locating screen ClockFace view: Cross @/Ball and depth/distance;
6. Noise test with predicted depth according to the type of sonde;
7. Programming the sonde modes: frequency/power mode/sleep mode @;
8. Permanent real-time displaying all locating information @;
9. Visual and sound sonde heating indication;
10. Predicted depth to drill on-target in auto mode @;
11. Ultrasonic sensor for correction altitude position;
12. Roll position correction;
13. One-step calibration with memory;
14. Calibration test;
15. Depth correction by two heights;
16. 4 telemetry channels, up to 450 meters;
17. Wireless telemetry antenna up to 2 km* (option);
18. DataLog;
19. User password and password on date;
20. Diagnostics;
21. Active and passive trace seek (for SNS 8t);
22. 3+ power modes;
23. Up to 45 meters depth;
24. 24 roll positions;
25. Angle accuracy 0.1%;
26. Distance accuracy: 0 – 5%;
27. One-step programming of frequencies/power modes/sleep mode @;
28. Switching to any frequency during the drilling;
29. Programmed Modes underground switching;
30. Self-diagnostics and diagnostics of battery and sonde housing;
31. All types of batteries, up to 20V.

Advantage of SNS Receiver Location Screen is Constant Displaying of All Needed Information

- Quality of sonde signal;
- Power of sonde signal;
- Sonde angle;
- Sonde temperature;
- Sonde power;
- Sonde frequency.
- No. of telemetry channel;
- Receiver battery level;
- Distance to surface;
- Predicted depth (in the vicinity of the front point);
- Current depth;
- Horizontal distance to the sonde;
- Sonde battery level.
- Back to menu;
- Correction distance to surface;
- Record the shot (datalog);
- Switching locating points;
- Day/night mode.



Main Information From the Receiver Transfers to the Repeater, Including Directions to Location Points



- Sonde angle;
- Sonde battery level;
- Sonde temperature;
- Repeater power;
- Telemetry status;
- Predicted depth (in the vicinity of the front point);
- Current depth;
- Horizontal distance to the sonde.

SNS t-series Sondes



#	Name	Dimensions	Power Level	Depth, m
1	SNS st/100	Ø 43, L 550 mm	6x18650, up to 25V	100 m
2	SNS st/A	Ø 32, L 480 mm	2C, up to 10V	70 m
3	SNS st/EA	Ø 32, L 580 mm	4C, up to 10V	70 m
4	SNS st/C	Ø 32, L 480 mm	cable, up to 24V	50 m
5	SNS st	Ø 32, L 380 mm	2C, up to 10V	45 m
6	SNS st/E	Ø 32, L 480 mm	4C, up to 10V	45 m
7	SNS MKt1	Ø 15, L 222 mm	AAA, up to 5V	10 m
8	SNS MKt2	Ø 22, L 205 mm	AA, up to 5V	10 m
9	SNS MKt3	Ø 25,4, L 205 mm	AA, up to 5V	10 m
10	SNS MSt2	Ø 22, L 205 mm	AA, up to 5V	10 m
11	SNS Pt	Ø 15, L 205 mm	AAA, up to 5V	30 m
12	SNS MKt DW	Ø 19, L 270 mm	AA, do 5V	10 m

Adapters for Sondes for DitchWitch (DW) and TractoTechnik (TT) Sonde housings.

Sense Lithium Battery



ER261020M – high capacity battery

Lithium Battery

3.6V, 2C Type

Nominal capacity 13000mAh

Max. constant current 1800mA



ER26500M* – increased range by 25%

Lithium Battery

3.6V, C Type

Nominal capacity 6500mAh

Max. constant current 1500mA

**only for SNS Sonde (I)*

Telemetry Options

Repeater SNS Monitor

The repeater is designed for duplication information from the location system receiver. Telemetry range up to 500 meters in a straight line visibility. Also transmits telemetry data via Wi-Fi to any Android device and installed SNS Vision App.



Relay – increase your range

Additional outside wireless antenna that increases telemetry between Receiver and Repeater. Each Relay increases distance of transferring signal by 500 meters. Relay also helps to keep telemetry when there is no direct vision between Receiver and Repeater.



Telemetry Station (TS)

Hardware and software complex is intended for duplicating information from receiver to displays devices under control Android operating system version 4.4 and higher.



SNS Vision App

The SNS Vision App is installed to any device running by OS Android. It allows you to create project and maintaining drilling records, with receiving telemetry from the System Receiver using a Telemetry station or SNS Repeater. SNS Vision App in fully compatible with Drillsite software.

Telemetry:

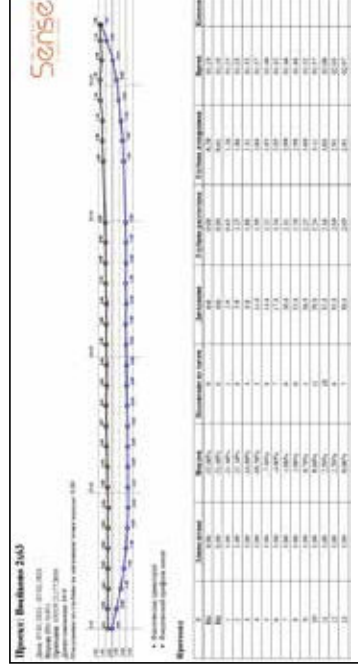
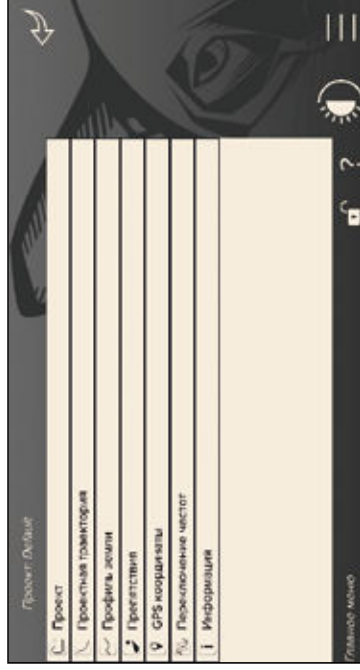
1. Sonde temperature;
2. Angle ($\%$, \angle°);
3. Locating line, clockface position, locating points, # of shot;
4. Visual and sound sonde heating indication;
5. Predicted depth (only at front (F) point);
6. Permanent real-time displaying all needed locating information @;
7. Current depth;
8. Horizontal distance Receiver Sonde.

Graphic editor:

- Surface profile;
- Project trajectory;
- Obstacles;
- Actual drilling trajectory;
- Actual surface profile;
- Double window view.

Main Menu:

- Import and creating of drilling project. Real-time project managing ©;
- Operations with project;
- Project export;
- Drilling reports;
- Possibility to add comments;
- GPS coordinates with connection to Google Maps.



Azimuthal Cable Navigating System SNS 100

This system was built to control HDD process with big depth and length.

Working principle is based on measuring of gravity and magnetic field of the Earth using special sensors in the probe. All data goes by cable to the Interface module of the system for decoding. From module data goes to PC where it is calculating to define depth, probe position, angle etc.

Final information is assembling to convenient table and goes to Control Panel of drill master.



Data sheet

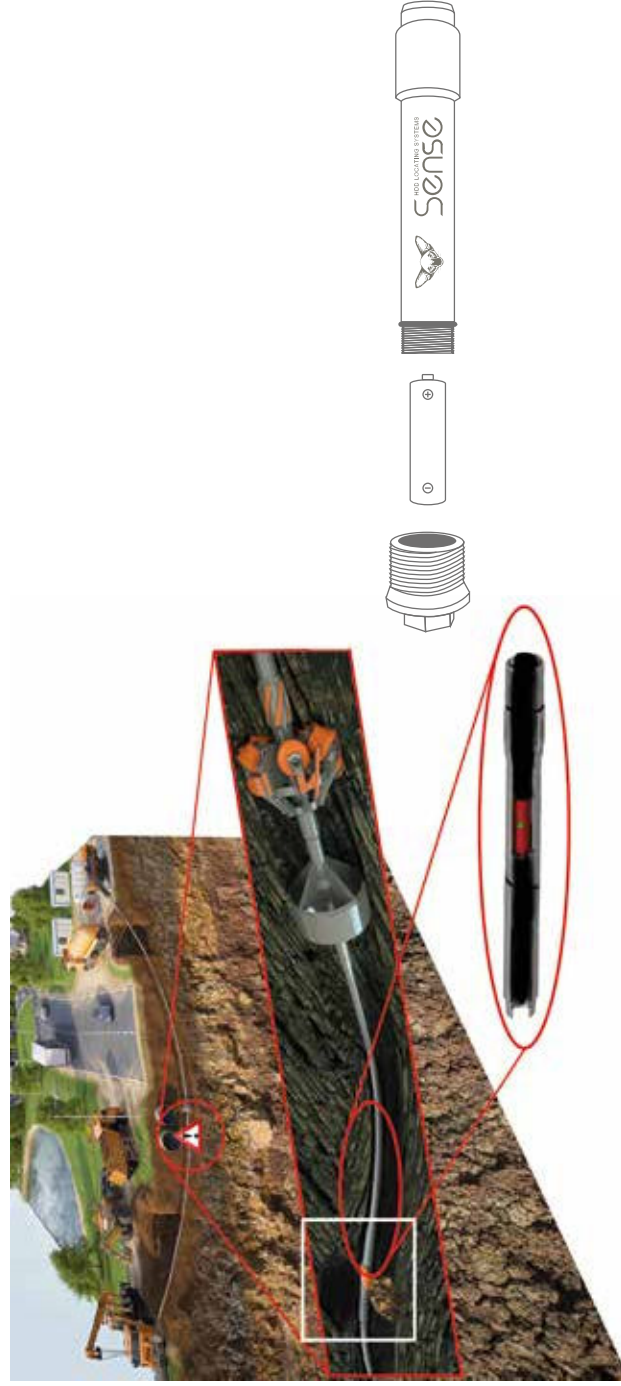
- Transmitter azimuth range with accuracy better than $0,1^{\circ}$;
- Horizontal inclination angle measurement – $0,1^{\circ}$;
- Drilling instrument position measurement – $0,1^{\circ}$;
- Transmitter power supply measurement – $0,5\text{ V}$;
- Transmitter temperature measurement – $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Refreshing data speed – 800 ms ;
- Clarification of the transmitter position with current frame;
- AC Power supply $220\text{V-}50\text{Hz}$ or DC – 12B ;
- Working temperature range from -20 to $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$;

The calculation of the location of the drilling instrument under the ground determines relatively constant magnetic field produced by the current frame, or a permanent magnet.
Non-magnetic drilling instrument is required.

HDD Inclinometer

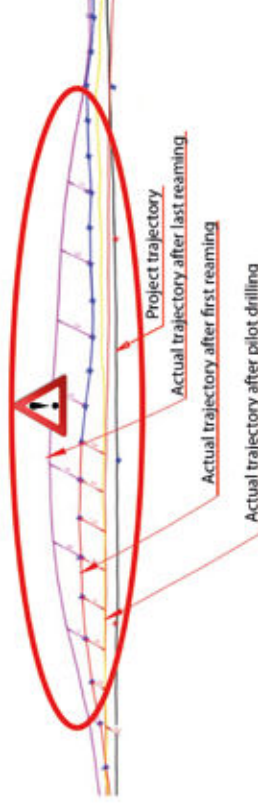
Inclinometer SNS A100 is intend to control zenith angles of borehole bottom during reaming process in horizontal directional drilling constructing by fixing angles of rods line according of horizon using special algorithm. In general User sees angles, trajectory of borehole bottom after reaming and changes in that trajectory after multiple reamings.

Feature of the Inclinometer SNS A100 is its autonomous work up 4 days in record mode and simple way of installing between drilling rods in flow sub in 30-50 meters after reamer to let it lie down on the borehole bottom. This positioning allows fix angles of the trajectory. Time of each reamer stage increases on only several minutes needed for install/uninstall flow sub and for Inclinometer angle calibration.



Creating actual profile in Inclinometer's software

Designed data		Data from Inclinometer					
Distance from start point, m	Zenith angle of drill path, degree	Data	Time	Angle, deg	Rot. deg	Temp., °C	Distance from start point, m
300	180	01.08.2020	10:10:58	182.14	279	21	300
301	180	01.08.2020	10:11:12	182.56	185	21	301
302	180	01.08.2020	10:11:42	185.61	175	21	302
303	180	01.08.2020	10:12:38	185.78	245	20	303
304	180	01.08.2020	10:13:47	187.23	265	20	304
305	180	01.08.2020	10:14:52	190.02	90	20	305
306	180	01.08.2020	10:15:33	190.12	65	20	306
307	180	01.08.2020	10:17:03	192.33	78	20	307
308	180	01.08.2020	10:18:18	192.47	118	20	308
309	180	01.08.2020	10:19:44	191.12	54	20	309
310	180	01.08.2020	10:20:25	190.49	201	20	310
311	180	01.08.2020	10:21:16	189.2	220	20	311
312	180	01.08.2020	10:22:08	187.28	237	20.5	312
313	180	01.08.2020	10:22:56	185.43	302	21	313



Underwater Module



The SNS underwater module is a unique development of the SENSE company, which is an additional equipment of the SNS 2t / 7t NV locating system.

The underwater module is a cable remote 3D antenna designed to determine the location of the drilling tool when drilling wells using the HDD method under the seabed.

The shape of the underwater module is made in the form of a weight, has a waterproof body and handle for moving. It can sink to the bottom under its own weight, or easily move in the water with the help of diver. Has seats for attaching a submersible device.

Data sheet

- channel depth up to 50m;
 - equipped with a level indicator;
 - operating time – continuously via cable.
- ### Underwater Module Kit
- underwater module – 1 pc.;
 - cable – 50 m;
 - case – 1 pc.



2745480, 2679468, 2723927, 119240, 2698373, 173105, 2771433
2020612130, 2018615278
US 11,048,009 B2, IN202127003479, CN112771242



702318, 735373

EAЭС: RU Д-РУ.АЖ49.В.13178/20
EAЭС: RU Д-РУ.НВ27.В.15123/20



2019.05-SENSE-SNS8t-EU
2019.05-SENSE-WifiRBox-EU
2019.05-SENSE-Underwater Antenna-EU
2019.05-SENSE-SNSst/E-EU
2019.05-SENSE-SNSst/C-EU
2019.05-SENSE-SNS MKt2-EU
2019.05-SENSE-SNS7t-EU
2019.05-SENSE-SNS 4M-EU
2019.05-SENSE-SNS2t-EU
2019.05-SENSE-SNS1t-EU
2019.05-SENSE-SNS100, SNS PROn-EU
2019.05-SENSE-SNS MKt1-EU
2019.05-SENSE-SNSst/A-EU

Oktyabr'skaya str., bld. 22/14, Russia, 432028
+7 (8422) 45-72-00, +7 (985) 222-40-75

info@sense-hdd.com
www.sense-hdd.com
www.sense-hdd.de

Bijlage 5 Beschrijving boorvloeistof

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689



TUNNEL-GEL® PLUS

Speciaal geformuleerd spoelingsstelsel

Beschrijving:

TUNNEL-GEL® PLUS is een speciale allround bentoniet, geformuleerd voor gebruik in verticale boringen, micro-tunnelling en HDD. TUNNEL-GEL® PLUS geeft de boorvloeistof viscositeit om het transport van boorgruis te bevorderen, helpt het boorgat te stabiliseren en levert een laag spoelingsverlies. TUNNEL-GEL® PLUS is ook te gebruiken in combinatie met andere BAROID producten.

Toepassingen:

- Verhoogt de viscositeit van de boorspoeling
- Zorgt voor draagkracht ter bevordering van het transport van boorgruis
- Reduceert waterpenetratie in de waterdoorlatende formatie
- Bevordert boorgat stabiliteit in poreuze formaties

Voordelen:

- Goed draagvermogen tijdens het boren
- Suspenderen van los boorgruis tijdens stilstand
- Gemakkelijk te mengen en bereikt snel de maximale viscositeit
- Niet giftig en fermenteert niet

Typische eigenschappen:

- Poeder, grijs/geel
- S.G. 2,6
- pH > 10 bij een 3% oplossing

Aanbevolen gebruik:

Meng langzaam door een hopper of strooi het in de vortex bij de aanzuig van de pomp.

In normale conditie, voeg 20 – 30 kg/m³ aan leidingwater toe.

Porreuze formaties, voeg 35 – 40 kg/m³ aan leidingwater toe.

Als het aanmaakwater een lage pH /of een hoge hardheid heeft, voeg 1 kg SODA ASH per m³ aan het water toe om de pH te verhogen naar 8 – 10, en daarna de TUNNEL-GEL® PLUS.

Verpakking:

TUNNEL-GEL® PLUS is verpakt in zakken van 25 kg of in 1.000 kg big-bags.

Contact:

Cebo Holland B.V.
Westerduinweg 1
1976 BV IJmuiden
Tel: 0255 – 546262

Voor uw dichtstbijzijnde distributeurs kijk op onze website www.cebo.com

Voor zover wij kunnen beoordelen, is bovengenoemde informatie correct. Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.

Rev. 2/2018

Bijlage 6 Risicoanalyse

Hoofdvesting (correspondentieadres)
Hulsenboschstraat 22 B-1
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging
Tjalk 43
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

RI&E: Horizontaal gestuurde boringen



Betreff: RI&E HDD-boringen

Revisie nr.: 20220214

Nr.	Gebied	Risico	Oorzaak	Gevolg	Maatregel	Opmerking(en)
Grondonderzoek						
1	Grondonderzoek	Degeneratie boorspoeling	Overgang Zoet-Zout water	Vastlopen pilotboring	Waterkwaliteit monitoren	Toepassen toevoegstoffen
2	Grondonderzoek	Stuurproblemen, niet kunnen passeren, afbreken boortop, vastzakraan	Grind/Grindbeelden	Afwijken boortracé, stuk trekken, vastzakraan pilotboring	Grondonderzoek interpreteren, historische locatie bekijken, recycleband controleren op grind.	
3	Grondonderzoek	Dichtklappen boorgat	Leopzand	Vastzakraan pilot	Resultaten verkleden onderzoeke	Historiesch onderzoek uitvoeren, bij conflict opdrachtgever inlichten en discussiëren
4	Grondonderzoek	Niet kunnen passeren, afbreken boortop, vastzakraan pilot	Obstakels	Verlies boring, lengtrekken	Kluisen, kleeflagen maken rondom intake en uitrede, boorspoelafvoer verzorgen	
5	Grondonderzoek	Reken van kabels en leidingen	Aanwezigheid kabels en leidingen	Schade derden	Radius op leidingen controleren, stangen eventueel aanpassen indien radius wordt overschreden	
6	Grondonderzoek	Te kleine boorradius	Boorradius te klein ontworpen	Beschadiging boorbuis of mediumbuis	Kwaliteit boorspoeling monitoren	Boorsnelheid aanpassen
7	Grondonderzoek	Te lange boring, stabiliteit boorgat in gevaar	Lengte boring	Te weinig vermogen, instabiliteit boorgat	Circulatie boorbuisstof verhogen	Toepassen toevoegstoffen
Pilotboring						
8	Pilotboring	Instabiliteit boorgat	Slechte boorspoeling	Instorten boorgat/vastlopen pilot/verlies boring	Boorspoeling monitoren, indien er problemen zijn kan er direct gecoleerd worden	
9	Pilotboring	Stuurproblemen pilot	Grind/grindnesten	Afwijken boortracé vastlopen pilotboring Verlies pilotboring	Toepassen toevoegstoffen	Vol continu werken
10	Pilotboring	Uitknikken pilotboring Stuurproblemen verhoogde spanningen in boorbuis	Overgang grondslag van hard naar zacht en zacht naar hard	Afwijken boortracé vastlopen pilotboring Verlies pilotboring	Justie keuze boorstang	Maximale waarde boorstangen niet overschrijden
11	Pilotboring	Verlies boorspoeling	Grondslag heeft hoge porositeit (grind)	Blow-out Milieuschade Instabiliteit boorgat Verlies booring	Boorbuisdruknukken monitoren	Houden aan berekende drukken
12	Pilotboring	Breuk boorbuis	Slecht materiaal	Verlies booring	Visuele inspectie fassen boorbuisen	Retorna boorspoeling monitoren
13	Pilotboring	Stagnatie boring	Slecht materiaal	Verlies booring	Visuele inspectie voor stangen boring	Toepassen toevoegstoffen
14	Pilotboring	Muduitbraak	Instabiele bovengrond	Wegvalle bentoniedruk, schade derden	Controle boorspoelrampen tijdens uitvoering volgens boorplan. Op maatjeel visuele inspectie muduitbraken.	
15	Pilotboring	Muduitbraak	Instabiele bovengrond	Blow out maatjeel	Indien uitbraak lokale afbestur	Monitoren
16	Pilotboring	Beschadiging gyro/ruimers Vastlopen pilotruiming	Obstakels in de grond	Vervorming boorgat slijl eigenschappen vastlopen pilotruimer Tijdsverlies	Boorbuisdruknukken	
17	Pilotboring	Kwaliteitsvermindering boorspoeling	een goede kwaliteit werkwater	Pegels boorspoeling Instabiliteit boorgat, vastlopen boring verliesboring	D.m.v. vooronderzoek mogelijke obstakels inventariseren	
Ruimfase						
18	Ruimfase	Afname slijleigenschappen, vastlopen, ruis, blokkeren	Nozzels slijben dicht	Tengtrekken ruimer	Controle goetrag van ruimer in de ruimfase. Indien er twijfel ontstaat aan ruimer uit laten kiezen door gekwalificeerd personeel. Ruimer ruimer	
19	Ruimfase	Slechte menging cuttings en boorspoeling, Slechte slijl eigenschappen	Foutieve keuze ruimer	Instabiliteit boorgat, lengtrekken ruimer	Ruimfase uit laten voeren voor ervaren personeel. Indien boorgat instabiel wordt kan een extra ruimberaafase worden toegevoegd.	
20	Ruimfase	Te snel ruimer / te langzaam ruimer	Onjuiste snelheid ruimer	Instabiliteit boorgat, vervorming boorgat, blokkering boorgat	Ruimdraad voor start ruimproces verwijderen	
21	Ruimfase	Breuk in pompcyclaar, Slijlage boortop, van de ruimer, Breken	Defecten aan ruimer	Tijdelijke blokkering boorgat, verlies ruimer, velles booring	Geedraa tijdens boring wordt oemontford	
22	Ruimfase	Verstopping boorbuis	Meetdraad (gyro) in de boorstang aanwezig	Verlies circulatie boorspoeling Tijdsverlies		
23	Ruimfase	Breken snijlenden/nozzles	Slijlage ruimer	Vervorming boorgat Slechte slijl eigenschappen vastlopen pilotruimer Tijdsverlies	Visueel inspecteren ruimer Trugtrekken ruimer	Vervangen ruimer
24	Ruimfase	Vastlopen ruimer in smal boorgat van pilotboring, beschadiging ruimer	Obstakels in de grond	Blokkering boorgat, velles boring	Vooronderzoek naar obstakels, ontwijken van kleine obstakels, Eventueel boortijn aanpassen.	
Intrekfase						
25	Intrekfase	Defecte swivel	Overmatig gebruik olie of vet	Hogere kostenmilieuschade	Swivel vooraf visueel inspecteren.	
26	Intrekfase	Overbelasting trekkop	Overschrijding maximale trekkracht op productpijp	Breuk materiaal verlies productpijp/ vastlopen intrekken	Swivel gebruiken die trekkracht van de rig kan opvangen. Gebruik olie door gekwalificeerd personeel.	
27	Intrekfase	Te grote drukken, pijp niet goed in boorgat	Invoerbocht niet goed in boorgat	Beschadiging productpijpen	Trekkracht wordt tijdens intrekken vergeleken met berekende waardes, eventueel overleg met opdrachtgever.	
28	Intrekfase	Beschadiging coatings, kromme pijp	Steen in boorgat	Afkeuring pijpen / snellere slijtage, overbelasting of vastlopen intrekproces	Volvoerde kraanhulp tijdens intrekken. Pijp visueel inspecteren. Objecten langs intrekhoog bepalen na pilotboring	
29	Intrekfase	Beschadiging productbuis menselijk leisel	Aanrij gevaar productbuis tijdens intrekken	Tijdsverlies Verlies boorstang Leisel (schade mens/materiaal)	Productpijpen bij intrekproces monitoren. Objecten langs intrekhoog vermijden.	Definieer intrekhoog bepalen na pilotboring
30	Intrekfase	Verhoogde trekkracht	Scherpe grind dan gearaliseerd uit grondonderzoek	Over maximale toegestane trekkrachten Beschadiging mediumbuis Vastlopen boring Afkeuren productpijp Verlies boring	Plaatsen vooraanleiding	
Overig						
31	Overig	Slijstand boorproces	Slijlage onderdelen	Verzanden van het boorgat Slijlagesverlies	Slijlage onderdelen op voorraad	Monteurs stand-by
32	Overig	Verzanden boorgat	Defecte recycling, cydonen en sereens	Vastlopen boring Verlies boring	Monitoren functioneren recycling	
33	Overig	Bruik boorstangen bij grote ruimgangen	Hoge losse op stangen net voor de ruimer	afbreken boorgat Tijdsverlies verlies materiaal	Toepassen heavy weight stangen	
34	Overig	Instorten boorgat	Transport over boortijn	Instorten boorgat Verlies boring Schade materiaal	Afzeten boortijn op maatjeel voor transport boven boortijn	

35	Overig	Milieu vervuiling, verspilling	Slang bruik lekage	olie	Milieuschade	Absorptiemiddelen voor gelekte vloeistoffen op het werk. Zandbaan onder rijklaten om directe inringing tot ondergrond te voorkomen	
36	Overig	Wateroverlast werklocatie	Stijging waterpeil tessel		Schade materieel Verlies boring	Waterstanden monitoren Contacten onderhouden met RWS	
37	Overig	Vervuiling bodem i.v.m. lekkage	Lekkage brandstoftank/smeermiddelen		Milieuschade, milieuvontreiniging	Geen brandstoffen opskan op werkterein Smeermiddelen opskan in afgesloten containers	
38	Overig	Vagveaar	Monstername uit bentonitie containers		Lichamelijk letsel	Juiste tilmaterialen gebruiken	
39	Overig	Vallen damwand	Plaatsen dodemansbed		Persoonlijke en materiële schade	Deugdelijk en de juiste gereedschappen/middelen Machinist dient in het bezit te zijn van een deskundigheidsbewijs	
40	Overig	Reken obstakels tijdens trillen damwanden	Plaatsen dodemansbed		Persoonlijke en materiële schade	Verrichten klc maling	
41	Overig	Gegrepen worden door draaiende delen	Boren, ruimen, intrekken		Persoonlijke en materiële schade	Op de hoede zijn bij draaiende delen Geen loshangende kleding Goede communicatie tussen rig-operator en boorzrew	
42	Overig	Niet stabiel staan van de boommachine	Opstellen boommachine (inclusief overig equipment		Persoonlijke en materiële schade	Zorgen voor voldoende sleuige ondergrond en voldoende ruimte Aanbrengen dragafslenschoten en rijklaten	
43	Overig	Bij het intrekken van de productiepp, trektop valt van de ondersteuningen (rollen)	Rollerstellen niet in lijn		Persoonlijke en materiële schade Verlies productiepp	Goed uilijnen spanningsvrij opstellen	
44	Overig	Inademen stof de ogen	Mengen mud		Persoonlijk letsel	Gebruik maken van adembescherming, uit de wind staan Gebruik maken van oogbescherming	
Transport							
45	Transport	Aanrijding	Transport materieel		Persoonlijke en materiële schade	Stapvoets rijden op werkterein Parkeren op aangewezen plaatsen Rij defensief	
46	Transport	Verlies van de lading	Transport materieel		Persoonlijke en materiële schade	Stabiel laden last Lading borgen	
47	Transport	Verliezen van boorstangen	Lossen en laden van boorstangen		Persoonlijke en materiële schade	Goede voorlichting/opleiding chauffeurs (hijsbewijs) gebruik van gecertificeerde hijsmiddelen	
Bouwplaats							
48	Bouwplaatsvoorzienin gen en inrichting	Elektrisch systeem niet goed aangelegd	Aansluiten van de keten		Stroomdoorgang door het lichaam	Just aansluiten van het aggregaat door bevoegd personeel	
49	Bouwplaatsvoorzienin gen en inrichting	Omvalen materieel stukken	Onideugdelijk stapelen		Persoonlijke en materiële schade	Materialen deugdelijk stapelen en borgen	
50	Bouwplaatsvoorzienin gen en inrichting	Aanrijding	Beperkte ruimte		Persoonlijke en materiële schade	Wegen naar werk-opslag terrein zo veel mogelijk vrij houden Draagen veiligheidsvest	
Hijsen en verplaatsen							
51	Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan	Vallen van hijsonderdelen	Vallen van hijsonderdelen		Persoonlijke en materiële schade	Juiste hijs hulpmiddelen voor de hijslast gebruiken	
52	Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan	Verzakken stempeloot	Stempelen materieel		Persoonlijke en materiële schade	Deugdelijke ondergrond/rijklaten	
53	Hijsen en verplaatsen m.b.v. kraan	Verliezen hijslast	Slijtage materiaal		Persoonlijke en materiële schade	Gebruik van gecertificeerde hijs hulpmiddelen	
54	Hijsen en verplaatsen m.b.v. kraan	Breken ketting	Slijtage materiaal		Persoonlijke en materiële schade	Gebruik van gecertificeerde hijsketting Gebruik zwaardere kettingen Maximaal aangegeven hijscapaciteit niet overschrijden	
55	Hijsen en verplaatsen m.b.v. kraan	Stabiliteit niet voldoende gewaarborgd	Onstabiele ondergrond		Persoonlijke en materiële schade	Materialen deugdelijk stapelen en borgen	
56	Hijsen en verplaatsen m.b.v. kraan	Overbelasting van de hijskraan	Aanslaan te zware lasten en materieelstukken		Persoonlijke en materiële schade	Aangeven op last wat eventueel het gewicht van de constructie is	
57	Hijsen en verplaatsen m.b.v. kraan	Ondeskundig gebruik van de hijskraan	Onervaren bestuurder		Persoonlijke en materiële schade	Die bestuurder dient in het bezit te zijn van een deskundigheidsbewijs	
58	Hijsen en verplaatsen m.b.v. kraan	Beknelling	Verplaatsen van lasten		Persoonlijk letsel	Afstand houden van de last Geen lichaamsdelen plaatsen tussen last en arzelplaats	
59	Hijsen en verplaatsen m.b.v. kraan	Uitslaan van last	Rijden met last		Persoonlijke en materiële schade	Last borgen tegen uitzwaaiing Last begeleiden m.b.v. een begeleidskoord	
60	Hijsen en verplaatsen m.b.v. kraan	Verspilling (brandstof)	Eventuele lekkages		Milieuschade, milieuvontreiniging	De machinist dient regelmatig (dagelijks) zijn of haar machine te inspecteren en zo nodig onderhoudswerkzaamheden uit te voeren	
61	Hijsen en verplaatsen m.b.v. kraan	In aanraking komen met draaiende kraan	Werkzaamheden uitvoeren binnen draaicirkel van de kaarn		Persoonlijk letsel	Medewerkers en derden dienen uit de draaicirkel van de hydraulische kraan te blijven Indien medewerkers werkzaamheden uitvoeren dient een goede afstemming met de machinist te worden gemaakt	
Avalstoffen							
62	Avalstoffen	Reactie tussen avalstoffen	Onslag gevaarlijke stoffen (gassen, vloeistoffen en vaste materialen)		Brand of explosie Verspilling/vervuiling Milieuschade	Verscheidende avalstoffen gescheiden van elkaar opslaan Gebruik maken van afgesloten container	
63	Avalstoffen	Struikelgevaar	Obstakels op werkteerin		Persoonlijke en materiële schade	Orde en netheid (werkplek schoonhouden ook schaft- en kantoorruimte)	
64	Avalstoffen	Vervuiling/verspreiding	Hijsen en verplaatsen m.b.v. mobiele kraan		Milieuschade	Gevaarlijk atval scheiden van het "normale atval" Gebruik maken van afgesloten container	
65	Avalstoffen	Morsen van brandstof tijdens af tanken	Materieel voorzien van brandstof		Vervuiling bodem, water Verspilling	Controle brandstof/die peil Overdag of bij voldoende kunstlicht tanken Absorptiemiddelen voor de gelekte vloeistof Verontreinigde medium verwijderen/afvoeren conform wettelijke eisen en door een bevoegd bedrijf	
Persoonlijke hulpmiddelen (VGM)							
66	Persoonlijke hulpmiddelen	Aangereiden worden op de openbare weg	Gebruik van bedrijfs- of personenauto		Persoonlijke en materiële schade	Bestuurder dient in het bezit te zijn van de juiste papieren	
67	Persoonlijke hulpmiddelen	Kortsluiting handgereedschap	Ondeugdelijk handgereedschap		Persoonlijke en materiële schade	Elektrisch handgereedschap moet zijn goedgekeurd en conform NEN-3140 Zijn voorzien van een keuringssticker en moet jaarlijks worden gekeurd	
68	Persoonlijke hulpmiddelen	Aanraking met draaiende slijpschijf	Onderskundig gebruik van handslijpmachine		Persoonlijk letsel	Er voor zorg dragen dat de slijpschijf is ingedraaid voordat de handslijpmachine wordt weggeleid	

69	Persoonlijke hulpmiddelen	Omvallen of eraf vallen tijdens klimmen	Ordeskundig gebruik van ladder	Persoonlijk letsel	Ladder dient voor gebruik visueel te worden gecontroleerd Ladder dient stabiel te worden opgesteld, onder de juiste hoek en voldoende lengte	
70	Persoonlijke hulpmiddelen	Raken elektrische kabels	Ordeskundig gebruik	Stroomdoorgang door het lichaam	Gebruik maken van elektrische kabels die zijn gecontroleerd en als zodanig merkbaar zijn. Wanneer kabels beschadigd raken lijden werksamenleden niet meer gebruiken	
71	Persoonlijke hulpmiddelen	Afmerlei	Gebruik van overlig handgereedschap	Persoonlijk letsel	Gebruiker dient overlig handgereedschap naar goed gebruik en inzicht te gebruiken	