

HDD Boorboek: Wilnis – Wilnisse Zijweg 1

Documentkenmerk: 191169-BB-01-A

Project nummer: 191169

Versie: A

Initiatiefnemer:

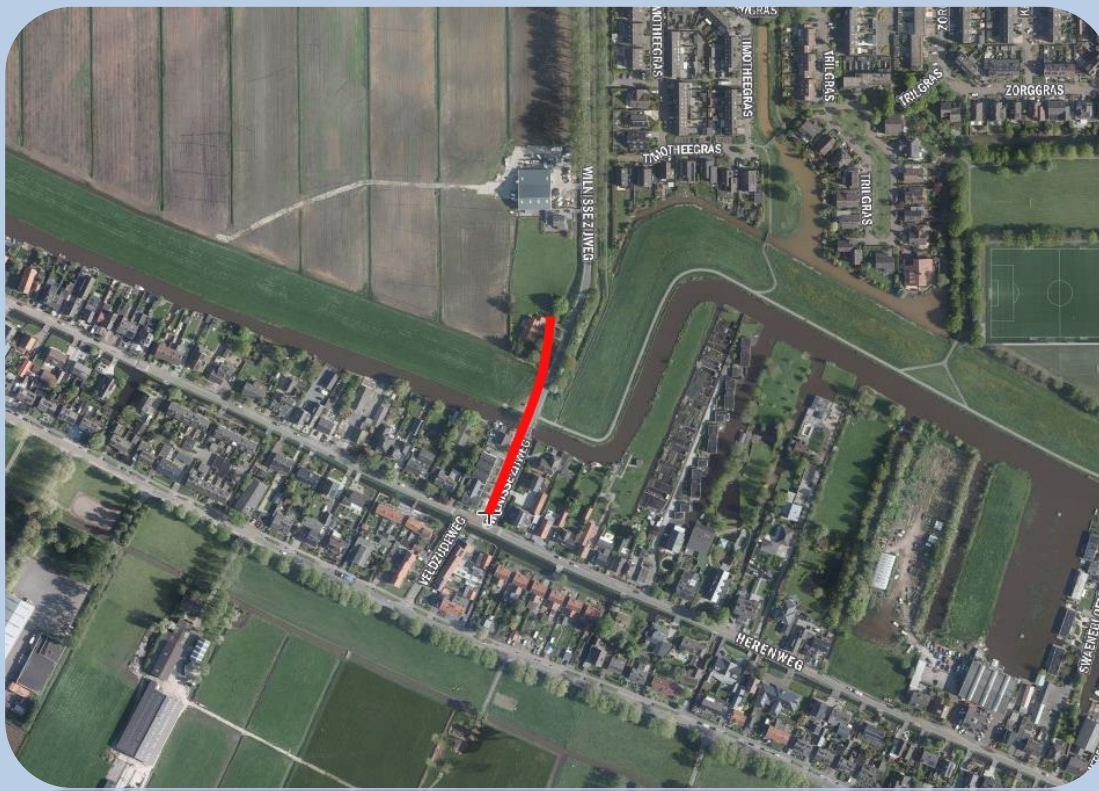


Opdrachtgever:



Projectnummer opdrachtgever:

Project locatie: Wilnis – Wilnisse Zijweg 1 / Ringvaart



Klever Boor- en Perstechniek
Boveneind Noordzijde 84c
3405 AK Benschop
Tel.: 0348 - 55 49 86
www.kleverbv.nl
info@kleverbv.nl



1 INHOUD

1	Inhoud	1
2	Versie beheer:	3
2.1	Aanpassingen per versie	3
3	Introductie Klever Boor en Perstechniek	4
3.1	Certificering	4
4	Projectomschrijving	5
5	Engineering	6
5.1	De reden van deze boring	6
5.2	Eisen van de belanghebbende	6
5.3	Schouwen	6
5.4	Bodemverontreiniging	7
5.5	Uitwerking Engineering	7
6	Veiligheid	8
6.1	Overleg en voorlichting/ instructie werknemers	8
6.2	TRA – Arborisico's	8
6.3	Persoonlijke beschermingsmiddelen	9
6.4	Bedrijfshulpverlening en incidentenrapportage	9
6.5	Toezicht en veiligheidsinspecties	9
7	Uitvoering	10
7.1	Werktijd indeling	10
7.2	Aanwezig personeel	10
7.3	bestaande kabels en leidingen	10
7.4	Verkeersmaatregelen	11
7.5	inrichten in- en uittredepunt	11
7.6	Pilotboring	11
7.7	Intrekken van de productleiding	11
7.8	Herstellen werkterrein	11
8	Technische gegevens	12
8.1	Buis gegevens	12
8.2	geometrische gegevens	12
8.3	In te zetten boormachine	12
8.4	Grondopbouw	13
8.5	Parameters sterkte berekening conform NEN3650&3651	13
8.6	Conclusie sterkteberekening	14
9	De bentoniet	15
9.1	Doel van de bentoniet	15

9.2	Toepassing Bentoniet en het debiet.....	15
9.3	Debiet en muddrukken.....	16
9.4	conclusie muddrukberekening	16
10	Kwelwater oplossingen	17
10.1	Wat is kwel	17
10.2	Welke risico's en welke maatregelen te nemen.....	17
10.3	Conclusie kwel	17
11	Bijlage: Boortekening	18
12	Bijlage: Sonderingsgegevens	19
13	Bijlage: Sigma Boorspoeldruk berekening pilot	20
14	Bijlage: sterkteberekening conform NEN 3650&3651	21
15	Bijlage: kwelberekening	22
16	Bijlage: Technische gegevens in te zetten materieel	23
17	Bijlage: Technische gegevens meetmethode	24
18	Bijlage: Technische gegevens boorspoeling	25

Uitgave:	Opgesteld:	Status	Datum:	Functie:	Paraaf:
Versie A	Joyce Kaspers	Gereed voor vergunning	06-09-2019	Engineer	

Uitgave:	Geautoriseerd:	Status	Datum:	Functie:	Paraaf:
Versie A	J. Verhoeven	Gereed voor vergunning	06-09-2019	S. Engineer	

2.1 AANPASSINGEN PER VERSIE

In de onderstaande tabel worden de aanpassingen weergegeven per versie.

Uitgave:	Datum:	Aanpassing:	Pagina:

In onderstaande tabel zijn de documenten opgesomd welke zijn toegevoegd na goedkeuring.

Uitgave:	Datum:	Documentnaam:

3 INTRODUCTIE KLEVER BOOR EN PERSTECHNIEK

Klever Boor- en Perstechniek is specialist op het gebied van horizontaal gestuurde boringen. Met jaren praktijkervaring is Klever Boor- en Perstechniek een ideale partner voor het veilig en betrouwbaar realiseren van ondergrondse infrastructuur.

Horizontaal gestuurd boren, ook wel HDD (Horizontal Directional Drilling) is een sleuf loze techniek die men toe past om overlast voor de omgeving te minimaliseren en bespaart tijd. Met de meest geavanceerde techniek en modern materieel zijn wij in staat om horizontaal gestuurde boringen met een diameter van meer dan 1.200 mm over een afstand tot wel 1.500 meter uit te voeren.

De grootste voordelen van horizontaal gestuurde boringen zijn het ongemoeid laten van bestaande boven- en ondergrondse infrastructuur en het beperken van de overlast. Ook is het de ideale oplossing waar een geul graven niet mogelijk is. Denk hierbij aan het realiseren van kabels en leidingen onder bijvoorbeeld spoorlijnen, waterwegen en/of (snel)wegen.

Bij het zorgvuldig voorbereiden, uitvoeren en afwickelen van iedere opdracht staan kwaliteit, veiligheid en milieuzorg voorop.

Onze opdrachtgevers zijn netbeheerders, waterschappen, gemeentes, provincies en diverse aannemers in de civiele infra.

3.1 CERTIFICERING

In de loop der jaren heeft Klever Boor- en Perstechniek zich ISO, CKB en VCA** gecertificeerd. De doelstelling van onze onderneming is door het behalen van bovengenoemde certificaten de kwaliteit, veiligheid en milieuzorg te waarborgen. Hierdoor kunnen wij kwalitatief goed werk tegen een passende prijs leveren. Ons uitgangspunt van de samenwerking is het projectmatig samenwerken zowel intern als extern.

NEN ISO 9001

CKB 68086-01

VCA**

BTR 2004

SIKB 7000 Protocol 7001 & 7004

CO² niveau 3

ProRail SA, SB en SC

NIWO

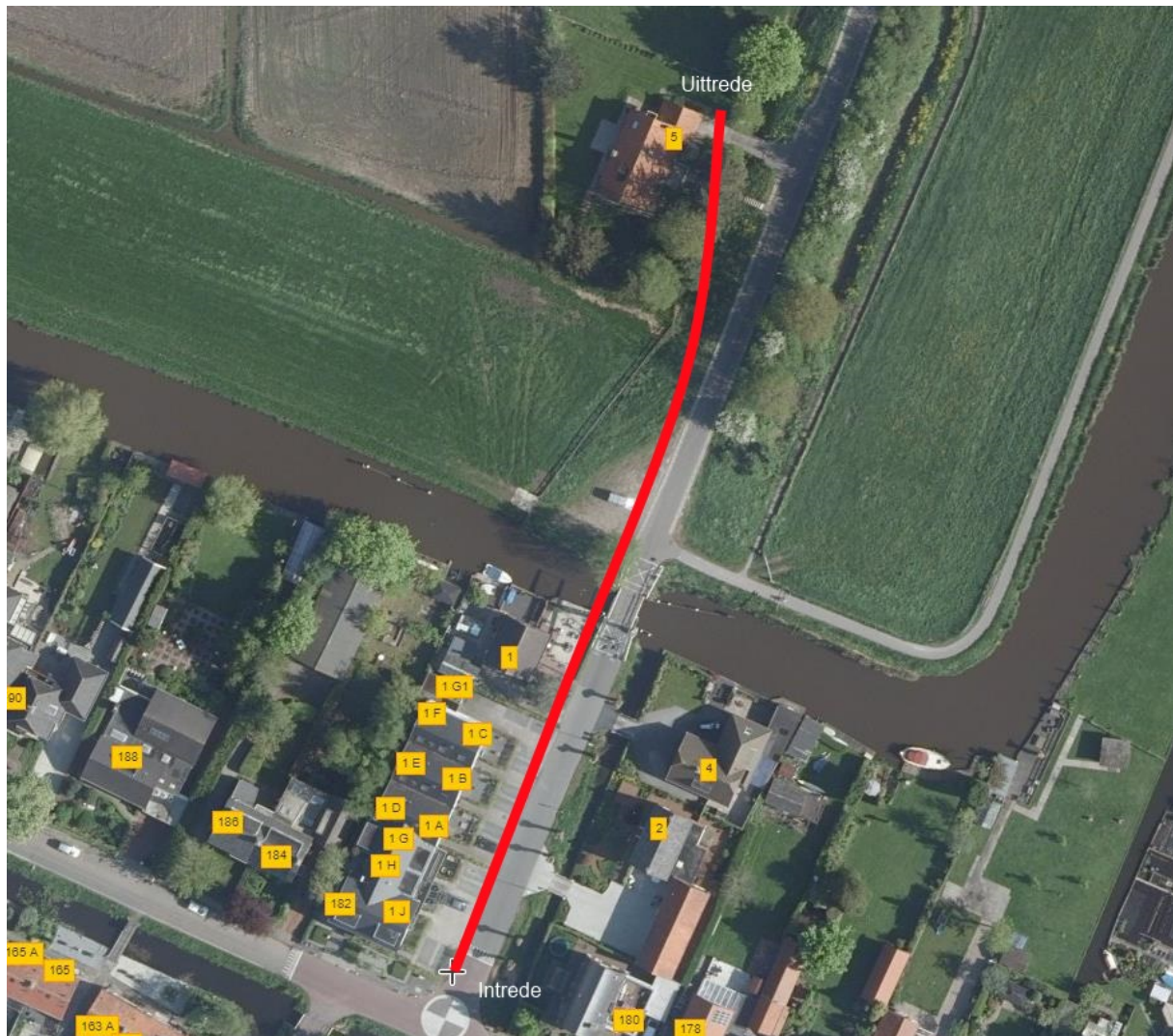
Leerbedrijf Fundeon en Ecabo

Leermeester niveau 1 t/m 3



WNO Infra Techniek B.V. heeft Klever Boor- en Perstechniek de opdracht gegeven om een gestuurde boring te engineeren in de plaats Wilnis aan de Wilnise Zijweg 1. Deze gestuurde boring wordt na realisatie gebruikt als mantelbuis en medium voerende buis ten behoeve van: *Ls en persriool*

Op onderstaande afbeelding is de boring geografisch weergegeven.



Belanghebbende bij deze boring zijn:
- Waterschap Amstel Gooi en Vecht

5 ENGINEERING

5.1 DE REDEN VAN DEZE BORING

Om de verbinding ten behoeve van het persriool en laagspanning voor de Gemeente te kunnen realiseren en we hierbij een waterkering kruisen is hier gekozen voor een gestuurde boring.

5.2 EISEN VAN DE BELANGHEBBENDE

Waterschap Amstel Gooi en Vecht

Elk water- of hoogheemraadschap heeft zijn eigen keur waar alle regels en eisen in staan waar een gestuurde boring aan moet voldoen. Voor speciale boringen die van de keur afwijken worden met het desbetreffende water- of hoogheemraadschap gesproken om tot een oplossing te komen die voor alle partijen naar tevredenheid is.

5.3 SCHOUWEN

Voordat de engineer de boorlocatie gaat onderzoeken wordt een oriëntatie klicmelding gedaan voor de eerste oriëntatie en om eventuele problemen van de ondergrondse infra direct inzichtelijk te brengen. Indien vereist of gewenst wordt er een gps-meting uitgevoerd om het maaiveld in te meten ten opzichte van het N.A.P.

Uit de schouwing is gebleken dat er met de volgende zaken rekening gehouden dient te worden.

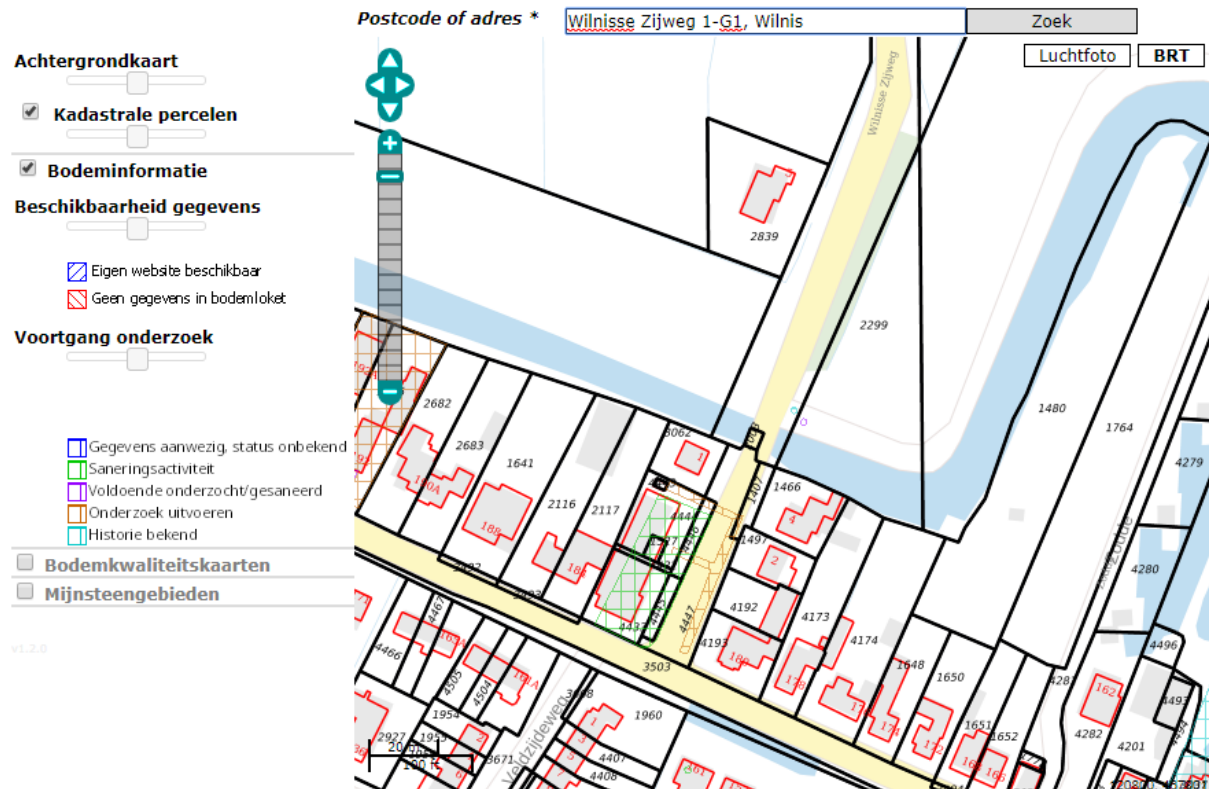
Aandachtspunten zijn:

- De opstelling aan de intredezijde, de machine en de vrachtwagen worden op de weg geparkeerd hierdoor zal in overleg met de Gemeente en de opdrachtgever de weg worden afgesloten
- De waterkering die wij kruisen op een minimale diepte van 10 meter
- De bestaande boringen aan de intredezijde die wij kruisen met een minimale afstand van 5 meter

5.4 BODEMVERONTREINIGING

Bodemverontreiniging is een term die is gegeven aan stoffen en of materialen welke van nature niet in de bodem of het grondwater voorkomen. Bodemverontreiniging is een vorm van milieuverontreiniging. Vooronderzoek of er verontreiniging op de boorlocatie voorkomt is daarom zeer belangrijk. Bij het graven van het in- en uittredepunt en met de boor cuttings kunnen gevaarlijke stoffen uit de bodem vrij worden gesteld.

Uit onderzoek is gebleken dat op de locatie van de boring geen verontreiniging aanwezig is. Bron: Bodemloket.



5.5 UITWERKING ENGINEERING

Aan de hand van het schouwen van de locatie en gps-meting wordt een ontwerp-tekening opgesteld met bijbehorend boorboek voor het doen van een vergunningaanvraag. Het boorboek is opgesteld volgens de eisen en voorschriften van de NEN3650, NEN3651 en de NPR 3659. Daarbij worden de eisen en de voorschriften van de belanghebbende ook meegenomen in dit boorboek als ook in de tekening.

6.1 OVERLEG EN VOORLICHTING/ INSTRUCTIE WERKNEMERS

Medewerkers worden voor aanvang van de werkzaamheden geïnformeerd over:

- Uitvoeringsgegevens
- Klim melding gegevens
- Eventuele regels en voorschriften van de opdrachtgever
- Eventuele specifieke risico's van het project (zie onderstaand, tabel 1)

Indien er bijzonderheden zijn zoals basisklasse bodemverontreiniging, complexe kabel- en leidinginfrastructuur dan geeft een DLP'er, uitvoerder of VGC-U van Klever Boor- en Perstechniek op locatie instructies.

Daarnaast worden medewerker bij indiensttreding geïnformeerd over regels en voorschriften van Klever Boor- en Perstechniek zoals beschreven in het kwaliteitssysteem ISO. Alle medewerkers beschikken over het certificaat Basisveiligheid VCA (B-VCA) of Veiligheid voor operationeel leidinggevend VCA (VOL-VCA).

Er worden regelmatig tool box meetings gehouden met de medewerkers waarbij een of meerdere onderwerpen op het gebied van veiligheid, gezondheid en milieu besproken worden.

Medewerkers dienen zich aan de regels conform praktijk keuring plan en V&G-plan van Klever Boor- en Perstechniek te houden. Alle werknemers van of namens Klever Boor- en Perstechniek dienen zich aan te melden bij de uitvoerder.

6.2 TRA – ARBORISICO'S

Tabel 1 Taak risicoanalyse – Arborisico's

Risicodragende activiteit	ARBO-risico	Risico oorzaak	Risico verminderende maatregel
Risico-inventarisatie algemeen			
<i>Werken onder slechte weersomstandigheden</i>	<i>Gezondheid</i>	<i>Klimatologische omstandigheden</i>	<i>Doorwerkkleding doorwerkvoorzieningen</i>
<i>Werken die overbelasting van het menselijk lichaam veroorzaken</i>	<i>Gezondheid</i>	<i>Wekhouding/ methode keuze van verkeerde arbeidsmiddelen</i>	<i>Wekhouding/methodiek aanpassen keuze van juiste (hulp)gereedschappen</i>
<i>Werken langs de weg nabij verkeer</i>	<i>Ongeval/ persoonlijk letsel</i>	<i>CROW 96b negeren gedrag derden</i>	<i>Verkeersmaatregelen voorlichting over gevaren aspecten persoonlijke beschermmiddelen</i>
Aanvullende risico-inventarisatie bij ontgravingen			
<i>Ontgraving aan/nabij gas/olie of waterleidingen</i>	<i>Explosie verbranding</i>	<i>Werkwijze beschadiging</i>	<i>Voorlichting over ligging en soort leiding (klic) eventueel PCA-voorlichting over gevarenaspecten</i>
	<i>Overstroming</i>	<i>Lekkage</i>	<i>Treffen van juiste voorzorgsmaatregelen opgevoerd door de toezichthouder pbm klic proefsleuven graven</i>
<i>Ontgraving aan/nabij hoog- of laagspanning</i>	<i>Elektrocutie</i>	<i>Werkwijze beschadiging</i>	<i>Voorlichting over ligging en soort kabel, treffen van juiste voorzorgsmaatregelen, gebruik PBM 's, proefsleuven graven</i>
<i>Werken op terrein met slechte onstabiele bodemgesteldheid</i>	<i>Ongeval, persoonlijk letsel</i>	<i>Instabiele materiaal/ omgeving oneffenheden in het werkterrein</i>	<i>Afzettingen, stabiliseren ontgraving, PBM 's</i>

6.3 PERSOONLIJKE BESCHERMINGSMIDDELEN

Tabel 2 persoonlijke beschermingsmiddelen *

Type	Voor welke werkzaamheden/omstandigheden
Veiligheidsschoenen	Algemeen, verplicht bij alle werkzaamheden
Veiligheidshelm	Op locaties waar dit is aangegeven, bij gevaar voor vallende voorwerpen en bij draaiende kraan
Gehoorsbescherming	Bij lawaaige werkzaamheden verplicht, zoals boren en frezen (aanbevolen >80dBA, verplicht bij >85dBA)
Veiligheidsbril	Bij frezen, slijpen, zagen, modder spatten
Reflecterende kleding	Bij aanrijdingsgevaar door verkeer, Oranje werkkleding conform norm NEN 471
Handschoenen	Bij snijgevaar
Adembescherming	Mixen bentoniet/toevoegingen/boorspoeling

6.4 BEDRIJFSHULPVERLENING EN INCIDENTENRAPPORTAGE

Iedere ploeg beschikt over minimaal 1 mobiele telefoon voor het waarschuwen van de nooddiensten in geval van een calamiteit. Tevens beschikken de medewerkers over een brandblusser en EHBO-trommel in de voertuigen.

De medewerkers worden jaarlijks in een tool box meeting geïnstrueerd hoe te handelen bij noodsituaties.

Alle incidenten dienen bij de opdrachtgever en de administratie gemeld te worden. De medewerker van de administratie registreert het incident en onderzoekt, in samenspraak met de betrokken medewerker(s) de mogelijke oorzaken en bepaalt corrigerende en/of preventieve maatregelen. Indien de opdrachtgever niet op het werk aanwezig is, bepaalt de medewerker van de administratie of het incident aan de opdrachtgever gemeld moet worden.

De medewerker van de administratie informeert de arbeidsinspectie in geval van:

- Dodelijk ongeval
- Ongeval met ziekenhuisopnamen
- Ongeval met blijvend letsel.

6.5 TOEZICHT EN VEILIGHEIDSINSPECTIES

Het dagelijks toezicht op de kwaliteit van het werk en de veiligheid van medewerkers en derden is de verantwoordelijkheid van de uitvoerder/boormeester.

Bijzonderheden uit deze inspecties worden tijdens de periodieke tool box meeting besproken.

7 UITVOERING

7.1 WERKTIJD INDELING

De indeling van de werktijden zijn in overleg met de boormeester/uitvoerder bepaald en wordt per situatie bekeken. Bij deze gestuurde boring worden de onderstaande standaardwerkzaamheden in deze volgorde afgevoerd.

• Aanvoer en opstellen	1,0 uur
• Inrichten werkterrein	1,0 uur
• Clic melding nakijken	0,5 uur
• In- en uit tredpunt uitgraven	1,0 uur
• Pilotboring	3,5 uur
• Centreren en intrekken van de mantelbuis	2,0 uur
• Werklocatie herstellen	1,0 uur
• Materieel afvoeren	1,0 uur

Bij dit project is er voor de voortgangssnelheid van de verschillende fasen de volgende inschatting gemaakt:

- ✓ Voortgangssnelheid bij de pilotboring: ca. 40 à 50 m/uur.
- ✓ Voortgangssnelheid bij de ruim- en intrekfase: ca. 80 à 100 m/uur.
- ✓ Deze snelheden zijn afhankelijk van het type grond waarin geboord wordt en het aantal in te trekken buizen of diameter van de buis.

7.2 AANWEZIG PERSONEEL

1 Boormeester/voorman	: Algehele leiding over het project, deze draagt zorg voor een goede uitvoering van de pilotboring en de maatvoering.
1 Boor assistent	: Bediening van de boormachine, verzorgen van de boorspoeling en het koppelen van de boorstangen.
1/2 medewerkers	: Voor het mengen van de bentoniet en het assisteren tijdens de boring, afvoeren van de bentoniet en eventueel het meetbedrijf.

7.3 BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN

Na het opstellen van de engineering met de oriëntatie clicmelding zijn de bestaande kabels en leidingen in kaart gebracht. Eventuele boorprofielen van reeds eerder uitgevoerde boringen zijn verzameld en in kaart gebracht voor de boormeester/uitvoerder.

Voor uitvoering wordt door Klever Boor- en Perstechniek een graaf Clicmelding gedaan, om de ligging van de bestaande ondergrondse infrastructuur in kaart te brengen. Tevens zal indien nodig met de betreffende netbeheerders contact worden opgenomen. Voor aanvang van de boringen worden proefsleuven gemaakt bij het in- en uittredpunt van de boring. Doormiddel van deze proefsleuven worden kabels en leidingen opgezocht zoals aangegeven in de clic melding zoals voorgeschreven in de wet Wion. Wanneer er afwijkingen worden geconstateerd wordt bekeken of dit consequenties heeft voor de te maken boring. Wanneer er een conflict is wordt de ontwerptekening aangepast. De clic melding zal ten alle tijden op het werk aanwezig zijn.

Het in- en uittredpunt zal op de voorgeschreven wijze van CROW-publicatie 500 worden uitgegraven. Hier kunt u alle informatie over de CROW terugvinden; <http://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/kabels-en-leidingen>

7.4 VERKEERSMAATREGELEN

Alle boorploegen hebben standaard de algemene verkeersafzettingen bij zich, borden werk in uitvoering, schrikhekken en schildjes. In standaard situaties worden de werkplekken afgezet met de aanwezige materialen. Wanneer er een verkeersplan volgens de CROW vereist is zal deze worden toegevoegd aan het boorboek.

De verkeersmaatregelen dienen te worden uitgevoerd conform CROW 96-A/B.

7.5 INRICHTEN IN- EN UITTREDEPUNT

Het intredepunt is zo gekozen dat we in de weg van de Wilnisse Zijweg ter hoogte van nummer 1 de boring in gaan zetten. De vrachtwagen voor de aanmaak van de bentoniet kan worden geparkeerd langs de weg. De weg zal in overleg met de Gemeente en de opdrachtgever worden afgesloten voor het doorgaande verkeer. Het water wat nodig is voor de aanmaak van de bentoniet kan worden gepompt uit de naast gelegen watergang. Met de minigraver wordt het intredepunt gegraven en eventuele bestaande kabels en leidingen worden hierbij vrij gegraven om deze zo veilig te kunnen passeren.

Vrachtwagen met in of opgebouwde bentoniet unit

Aanhanger met de boor rig en de minigraver

Vrachtwagen met een tankinstallatie voor bentoniet af te zuigen.

Het uittredepunt is zo gekozen dat we op het terrein van de Wilnisse Zijweg 5 weer boven komen met de gestuurde boring. De bus met haspelkarren kunnen in overleg met de eigenaar worden geparkeerd op de brug. Met het intrekken van de buizen worden de haspels zo dicht mogelijk bij het uittredepunt gereden om vervolgens de buizen in de boorgang te kunnen intrekken. Met de minigraver wordt het uittredepunt gegraven en eventuele bestaande kabels en leidingen worden hierbij vrij gegraven om deze zo veilig te kunnen passeren.

Bus met haspelkarren en haspels.

Vrachtwagen met een tankinstallatie voor bentoniet af te zuigen.

7.6 PILOTBORING

Walk over

Deze boring zal worden uitgevoerd met de zogenaamde walk over methode. Door middel van een sonde op batterijen in de boorkop wordt continu de pitch, diepte en stand van de boorkop uitgezonden. De boormeester loopt met een ontvanger continu met de boorkop mee en noteert de uitgezonden gegevens waarmee later het diepteprofiel mee wordt getekend.

7.7 INTREKKEN VAN DE PRODUCTLEIDING

Wanneer de productleiding is gerealiseerd kan deze worden ingetrokken. De productleiding zal met behulp van een graafmachine naar het uittredepunt worden begeleid. Middels de aangelaste trekkoppen wordt de productleiding aan de boorstangen gekoppeld. Met behulp van de barrel worden de boorstangen in het midden van de boorgang gehouden.

7.8 HERSTELLEN WERKTERREIN

Wanneer de werkzaamheden gereed worden de geulen dicht gemaakt zodat er geen gevaarlijke situaties achterblijven. De opdrachtgever zal na het aanbrengen van zijn werkzaamheden rondom de gestuurde boring de in- en uittredepunten definitief afwerken.

8 TECHNISCHE GEGEVENS

8.1 BUIS GEGEVENS

Het type buis	: Mantelbuis t.b.v. laagspanning Medium voerende buis t.b.v. persriool	
Gegevens type buis	: 1 x Ø63mm	1 x Ø50mm
Wanddikte	: 5,8mm	4,6mm
Klasse	: SDR 11	SDR 11
Kwaliteit van de buis	: PE100	PE100
Drukklasse	: 1 bar	n.v.t.

8.2 GEOMETRISCHE GEGEVENS

Lengte boor tracé over het maaiveld	: 151,5 meter
Lengte langs de boorlijn	: 154 meter
Intrede hoek	: 18,8° 34%
Neergaande rechtstand	: 18,49 meter
Neergaande bocht	: 29,5 meter
Middelste rechtstand	: 68,75 meter
Opgaande bocht	: 30,3 meter
Opgaande rechtstand	: 6,95 meter
Uittrede hoek	: 19,3° 35%
Diepste punt	: 11,02 meter
Kleinste gemeten radius	: 69,7 meter
Diameter te gebruiken ruimer	: ca. Ø147mm

8.3 IN TE ZETTEN BOORMACHINE

De boormachines kunnen in drie kwalificatie verdeeld worden. De verdeling is gebaseerd op de trekkracht van de verschillende machines:

- ✓ Mini rig tot een trekkracht van 12 ton
- ✓ Midi rig een trekkracht van 12 tot 80 ton
- ✓ Maxi rig een trekkracht van meer dan 80 ton

Het CKB heeft een diagram opgesteld waarin is af te lezen welke type boormachine toegepast kan worden aan de hand van lengte en diameter van de boring. In de CKB-regeling staat aangegeven dat er in bijzondere omstandigheden aanleiding kan zijn om van dit schema af te wijken. Bijvoorbeeld bij:

- ✓ Type grondslag
- ✓ Diepte die gehaald moet worden
- ✓ Meetmethodes
- ✓ Risicobeperking i.v.m. schade

De werkzaamheden met betrekking op dit project is gecategoriseerd als zijnde een S-B boring. Deze kan worden uitgevoerd met een midi rig.

Wanneer er een steering of gyro tool wordt toegepast dan wordt de boormachine gekozen die daarvoor geschikt is, deze kan afwijken van het CKB-schema.

Voor de sterkteberekening is een sondering nodig om de ondergrondse geografie vast te stellen. Voor deze berekening zijn sonderingen uitgevoerd, de sonderingen zijn op de tekening weergegeven op de gemaakte locatie. Tevens zijn de sonderingen als bijlage toegevoegd aan dit boorplan.

De machine die op dit project ingezet wordt betreft de JT30 met een maximale trekkracht van 14 ton verdere gegevens van deze boor rig kunt achter in dit boorplan terugvinden.

8.4 GRONDOPBOUW

Voor deze boring zijn sonderingen verzorgd.

Per stuur moment is de grondopbouw als volgt. Het eerste rechte deel begeeft zich in de klei. De neergaande bocht tweede rechte deel en opgaande bocht in het zand. Het derde rechte deel begeeft zich in de klei.

8.5 PARAMETERS STERKTE BEREKENING CONFORM NEN3650&3651

Voor de buis Ø63mm SDR 11 PE100 t.b.v. van het persriool geldt:

De maximale toelaatbare spanning op de rollenbaan/ maaiveld is maximaal $\sigma_{kd} = MRS = 10,00 \text{ N/mm}^2$ uit de berekening blijkt dat deze niet hoger dan $1,23 \text{ N/mm}^2$ komt.

Volgens de sterkte berekening is er een maximale trekkracht van 4.874 kilo Newton oftewel 0,49 ton nodig voor deze boring. De maximale trekkracht voor deze buis is 1,04 ton (opgave leverancier).

De maximaal toelaatbare spanning tijdens de trek fase op de buis bedraagt $\sigma_{kd} = MRS = 10,00 \text{ N/mm}^2$, uit de berekening blijkt dat deze niet hoger dan $4,68 \text{ N/mm}^2$ uitkomt.

Kans op implosie komt op 28,96 meter grondwater boven de leiding/buis.

Totaal optredende spanningen in de in te trekken buis/leiding. Voor de omtrek richting van de leiding is deze maximaal $\sigma_{ld} = \sigma_t = 8,00 \text{ N/mm}^2$, deze komt maximaal op $\sigma_{ld} = \sigma_t = 7,26 \text{ N/mm}^2$.

Voor de langs richting van de leiding is deze maximaal $\sigma_{ld} = \sigma_t = 8,00 \text{ N/mm}^2$, deze komt maximaal op $\sigma_{ld} = \sigma_t = 2,10 \text{ N/mm}^2$.

Volgens de sterkte berekening van de optredende en toelaatbare deflectie is de maximaal toelaatbare deflectie 4,58 mm. De optredende deflectie bedraagt 1,84 mm.

Voor de buis Ø50mm SDR 11 PE100 t.b.v. van de laagspanning geldt:

De maximale toelaatbare spanning op de rollenbaan/ maaiveld is maximaal $\sigma_{kd} = MRS = 10,00 \text{ N/mm}^2$ uit de berekening blijkt dat deze niet hoger dan $1,14 \text{ N/mm}^2$ komt.

Volgens de sterkte berekening is er een maximale trekkracht van 3.573 kilo Newton oftewel 0,36 ton nodig voor deze boring. De maximale trekkracht voor deze buis is 0,66 ton (opgave leverancier).

De maximaal toelaatbare spanning tijdens de trek fase op de buis bedraagt $\sigma_{kd} = MRS = 10,00 \text{ N/mm}^2$, uit de berekening blijkt dat deze niet hoger dan $5,45 \text{ N/mm}^2$ uitkomt.

Kans op implosie komt op 28,89 meter grondwater boven de leiding/buis.

Totaal optredende spanningen in de in te trekken buis/leiding. Voor de omtrek richting van de leiding is deze maximaal $\sigma_{ld} = \sigma_t = 8,00 \text{ N/mm}^2$, deze komt maximaal op $\sigma_{ld} = \sigma_t = 7,57 \text{ N/mm}^2$.

Voor de langs richting van de leiding is deze maximaal $\sigma_{ld} = \sigma_t = 8,00 \text{ N/mm}^2$, deze komt maximaal op $\sigma_{ld} = \sigma_t = 0,27 \text{ N/mm}^2$.

Volgens de sterkte berekening van de optredende en toelaatbare deflectie is de maximaal toelaatbare deflectie 3,63 mm. De optredende deflectie bedraagt 1,46 mm.

8.6 CONCLUSIE STERKTEBEREKENING

De conclusie van alle parameters: Grondonderzoek, boortekening en de sterkteberekening is als volgt: De boring is ontworpen binnen de richtlijnen van de boor en meet equipment. De boring voldoet in de sterkte berekening.

Uit bovenstaande gegevens kunnen wij concluderen dat deze boring geheel binnen de richtlijnen uitgevoerd kan worden.

9.1 DOEL VAN DE BENTONIET

In de boorindustrie is de boorspoeling een van de belangrijkste elementen voor het succesvol uitvoeren van de werkzaamheden. Een goede spoeling vergroot het rendement en verkleint het risico van mislukkingen. De boorspoeling heeft tijdens het boorproces een aantal belangrijke taken. Dit is onder andere:

- ✓ Stabilisatie van het boorgat
- ✓ Voorkomen van vloeistof verliezen in de omliggende formatie
- ✓ Smeren van het boorgat
- ✓ Koelen van de beitel of bit
- ✓ Transporteren van het geboorde materiaal
- ✓ Voorkomen van bezinken van het geboorde materiaal in het boorgat

Hoewel horizontale boringen vergelijkbare eisen aan de boorspoeling stellen, zijn er toch belangrijke verschillen met verticale boringen. Daarom verschillen een aantal specifieke eigenschappen van de boorspoeling voor horizontale boringen sterk met die in de verticale boormarkt.

Factoren die van invloed zijn op de eigenschappen van bentoniet:

- Hardheid (calcium): De hardheid heeft een grote invloed op de activering van de bentoniet en de toegevoegde polymeren. De aanmaak van Soda Ash (Natrium Carbonaat) verlaagt de hardheid.
- pH: In het algemeen zal de pH van het aanmaak water uit sloten en kanalen iets zuurder zijn. Door de toevoeging van Soda Ash wordt de gewenste zuurgraad van 8,5/9,5 bereikt.
- Chloride: Elke type Bentoniet heeft last van invloeden door zouten, de grenswaarde voor de geleidbaarheid ligt rond de <1000 us.
- Soortelijk gewicht(s.g.): De boorspoeling heeft een zekere massa per volume-eenheid (s.g.) In het algemeen houdt men het s.g. laag (<1,05).
- Viscositeit: Een hoge viscositeit/draagvermogen zorgt ervoor dat de los geboorde grond goed wordt afgevoerd, maar zorgt er tevens voor dat er bij de boorkop hogedrukken ontstaan.
- Filtraatwater verlies en filter cake: Een zeer belangrijke eigenschap van een boorspoeling is het filtraatwater verlies en is van invloed op de filtercake.
- Zandgehalte: Een goed werkende ontzandinginstallatie laat niet meer dan 2% zand in de boorspoeling door.
- Gel sterkte: de gel sterkte bepaalt de draagkracht van de boorspoeling. Het is een belangrijk aspect zeker bij het doorboren van grovere formaties. De gel sterkte moet zich snel opbouwen om te voorkomen dat boorgruis uit de boorspoeling zakt, maar moet daarna niet verder oplopen.

Bij de bijlages kunt u de gehele beschrijving en samenstelling van de te gebruiken bentoniet terugvinden.

9.2 TOEPASSING BENTONIET EN HET DEBIET

Bij een gestuurde boring wordt gebruik gemaakt van bentoniet. Tijdens het gehele boorproces wordt er bentoniet in de boorgang gepompt om deze in stand te houden. Het dragend vermogen van het bentoniet zorgt tijdens dit proces dat de zand deeltjes welke vrijkomen bij de boring worden meegevoerd en weggezogen vanuit het in en of uittredepunt.

Werk water voor aanmaak van de benodigde bentoniet zal worden aangevoerd.

Om de viscositeit van de bentoniet te bepalen wordt deze gemeten met een speciale beker en trechter (marsh funnel Methode). Op iedere boorwagen is dit standaard aanwezig. Om een goede viscositeit te verkrijgen wordt de bentoniet op 60 a 70 seconden (doorstroomtijd) gehouden. Boven de 70 seconden wordt de viscositeit te hoog waardoor de druk in de boortunnel toeneemt, onder de 40 seconden bevat het te veel water om nog dragend te kunnen werken.

9.3 DEBIET EN MUDDRUKKEN

De bentoniet wordt met water tot boorspoeling (mud) vermengd. Zowel leidingwater als oppervlaktewater is hiervoor geschikt. De boorspoeling wordt onder druk via de boorkop of de ruimers in de grond gespoten. Bij een midi rig varieert het debiet van de pomp doorgaans tussen de 30 en 189 l/min. Het debiet is afhankelijk van de verschillende boorfases en grondsamenstelling. Om te voorkomen dat het debiet te hoog is en de mud door de ondergrond het maaiveld bereikt (weg stroomt) zijn er mud druk berekeningen uitgevoerd. Hierin is de minimaal benodigde mud druk vergeleken met de maximaal toelaatbare mud druk.

De conclusie tijdens de pilotboring is dat de minimaal benodigde mud druk de maximaal toelaatbare mud druk aan het eind overschrijdt. De opgegeven maximale boorspoeldruk van 4,99 bar mag slechts op een beperkt gedeelte gehanteerd worden aangezien de maximaal toelaatbare mud druk voor een groot gedeelte > 2,87 bar is. Zie de boorspoeldruk berekening.

De conclusie tijdens het intrekken van de buis is dat de minimaal benodigde mud druk de maximaal toelaatbare mud druk aan het eind overschrijdt. De opgegeven maximale boorspoeldruk van 4,99 bar mag slechts op een beperkt gedeelte gehanteerd worden aangezien de maximaal toelaatbare mud druk voor een groot gedeelte > 2,84 bar is. Zie de boorspoeldruk berekening.

9.4 CONCLUSIE MUDDRUKBEREKENING

De benodigde boorspoeldrukken blijven zodanig laag dat een mud uitbraak voorkomen wordt.

10 KWELWATER OPLOSSINGEN

10.1 WAT IS KWEL

Tijdens het boorproces wordt grond verwijderd en wordt de oversnijding tussen het boorgat en de aangebrachte bundel opgevuld door de boorspoeling. De grondspanning rondom het boorgat zal hierdoor veranderen.

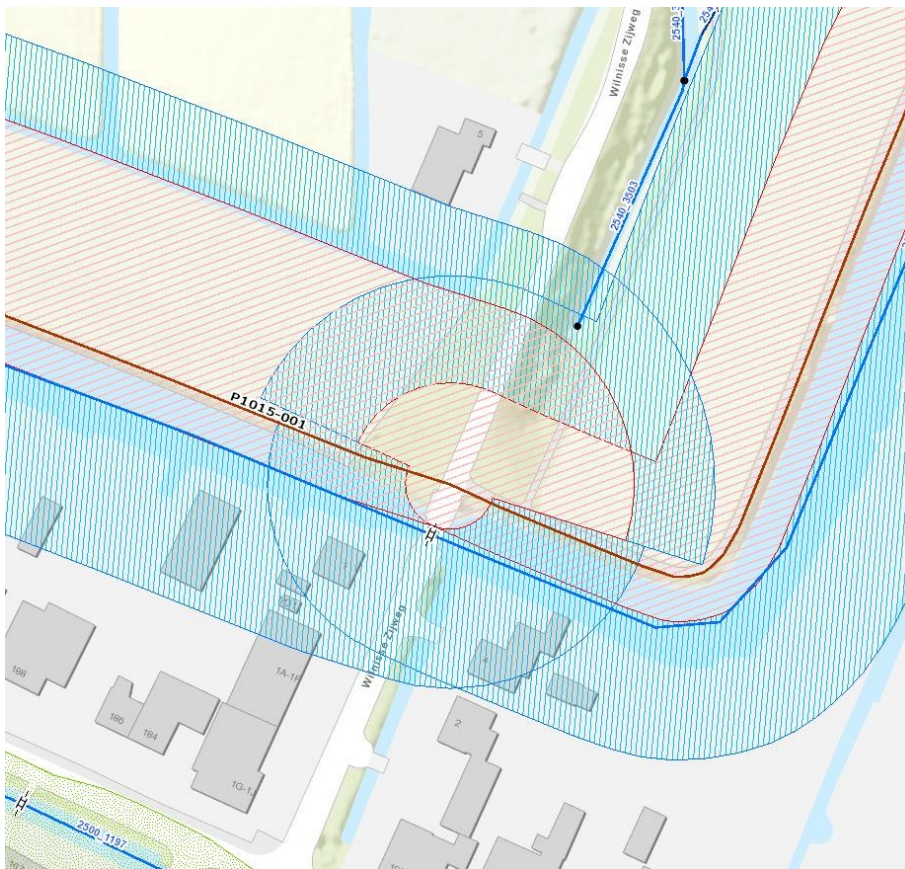
Nadat de gestuurde boring gereed is wordt er een nieuw spanningsevenwicht gevormd tussen de achtergebleven boorspoeling en de grond er omheen. Dit gebeurt doordat het water langzaam uit de boorspoeling wordt geperst. Daarnaast kan met name in situaties met relatief zout grondwater de bentoniet na verloop van tijd gaan uitvlokken, waardoor zelfs holle ruimten in het boorgat ontstaan. Door het veranderen van grondspanning of het ontstaan van holle ruimten kan grondwater (kwel) gaan stromen.

Een kwelstroom kan optreden bij een waterstandverschil tussen het in- en uittredepunt. Daarbij moeten niet alleen het open waterpeil, polderpeilen en de freatische grondwaterstand worden beschouwd, maar ook de stijghoogte (potentiaal) van het diepe grondwater.

10.2 WELKE RISICO'S EN WELKE MAATREGELEN TE NEMEN

Het ontstaan van kwelwater zorgt voor overlast en kan een waterkering negatief beïnvloeden. Wanneer we twijfelen, of in opdracht van belanghebbende kan er een kwelwegberekening gemaakt worden waarin getoetst wordt of er kans is op kwelwater. Bij enig risico kan er altijd een kwelscherm met kleikist geplaatst worden of gebruik worden gemaakt van Drill grout.

Onderstaand is de boring geprojecteerd op de legger van het waterschap Amstel Gooi en Vecht. Hierop is af te lezen dat het in- en uittredepunt zich bevindt buiten de kernzone. Waterschap Amstel Gooi en Vecht kan om extra maatregelen vragen voor uitvoering.



10.3 CONCLUSIE KWEL

De kwelwegberekening heeft uitgesloten dat er zich geen kwelvorming zal voordoen.

De boortekening wordt als bijlage meegestuurd met het boorboek vanwege het grote formaat.

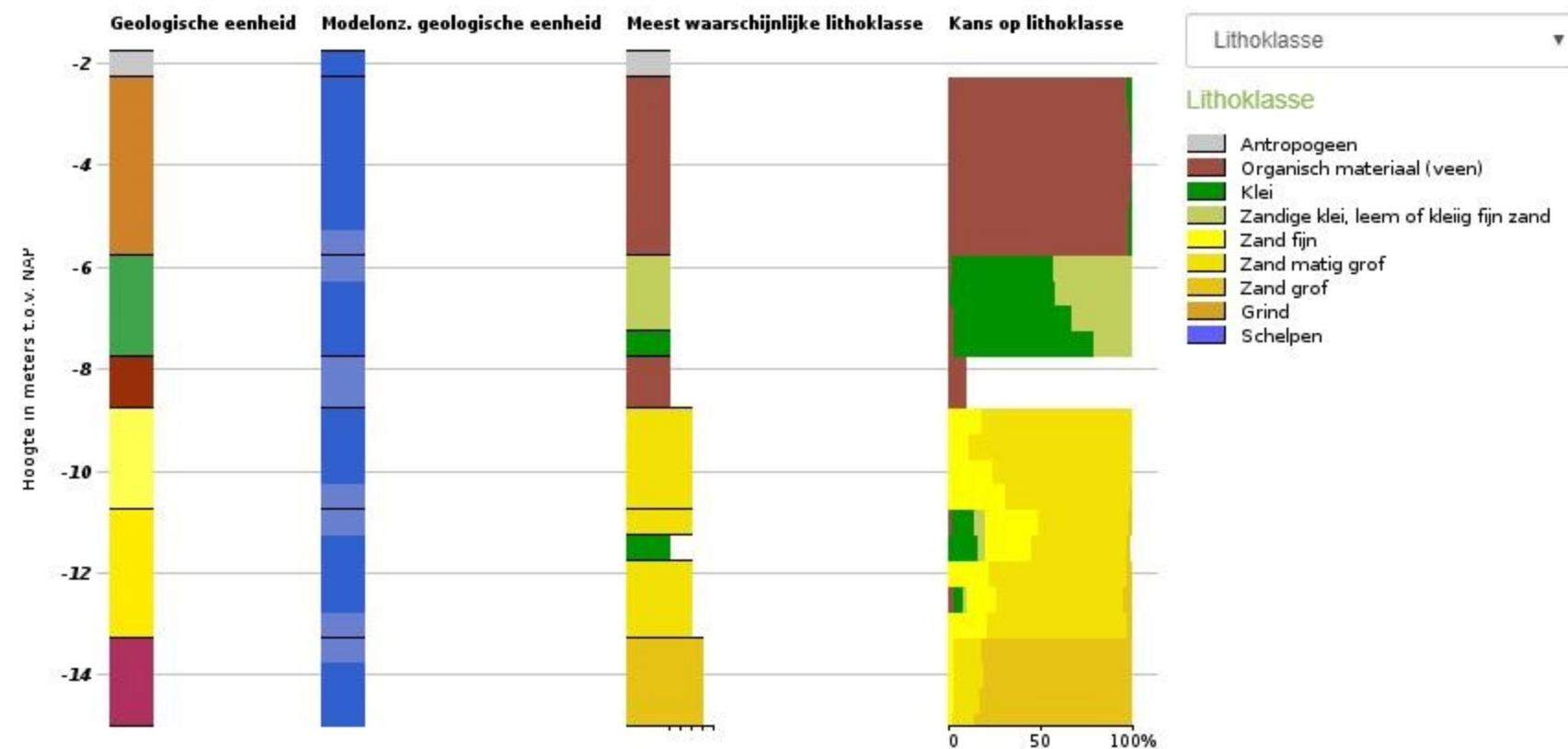
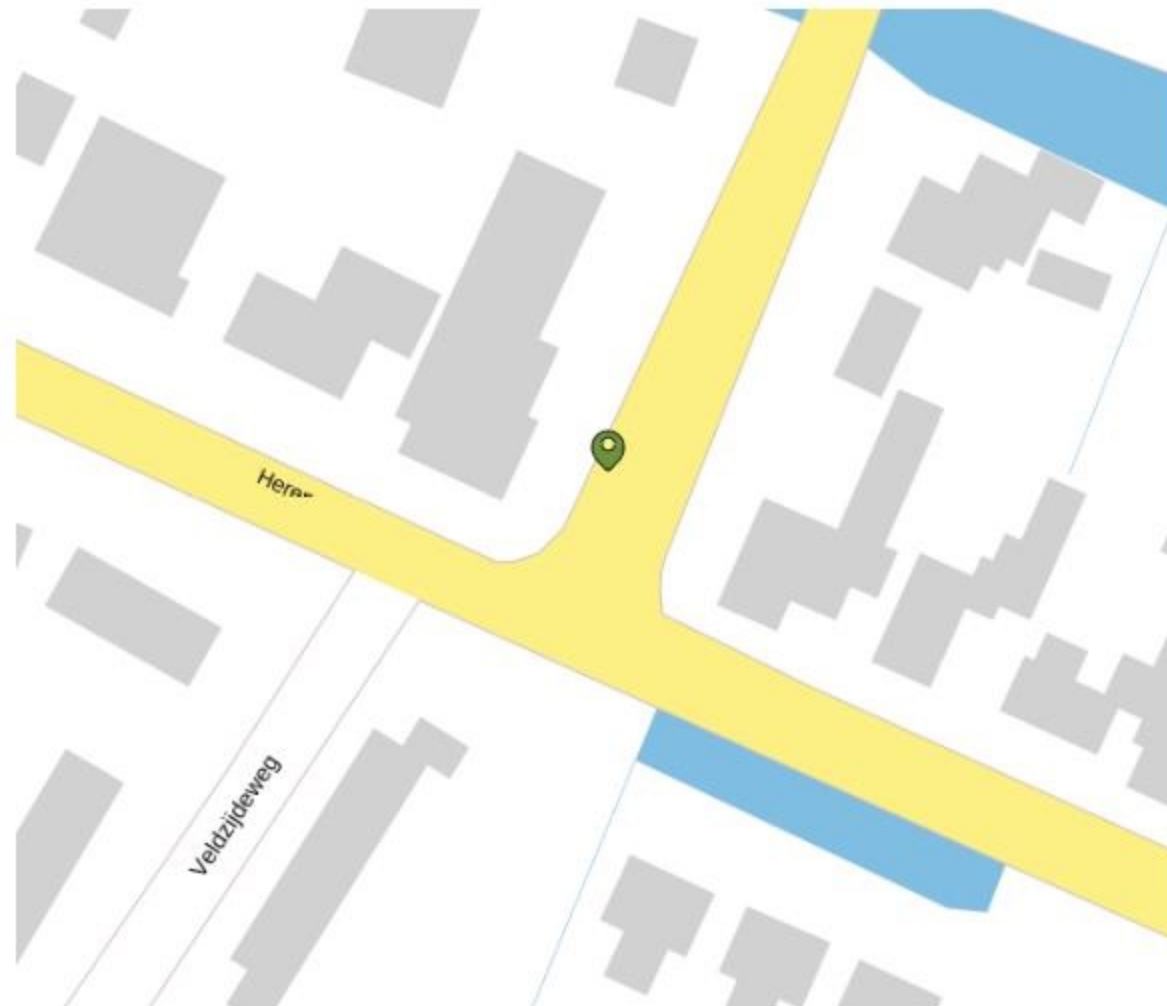
Appelboor GeoTOP v1.3

Coördinaten: 120717, 467736 (RD)
Maaiveld: -1.75 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v. NAP: -50.25 m -- -1.75 m
Geselecteerde hoogte: -15.00 m -- -1.75 m



Kies een ander model

GeoTOP v1.3



Appelboor GeoTOP v1.3

Coördinaten:120758, 467857 (RD)

Maaiveld:-5.25 m t.o.v. NAP

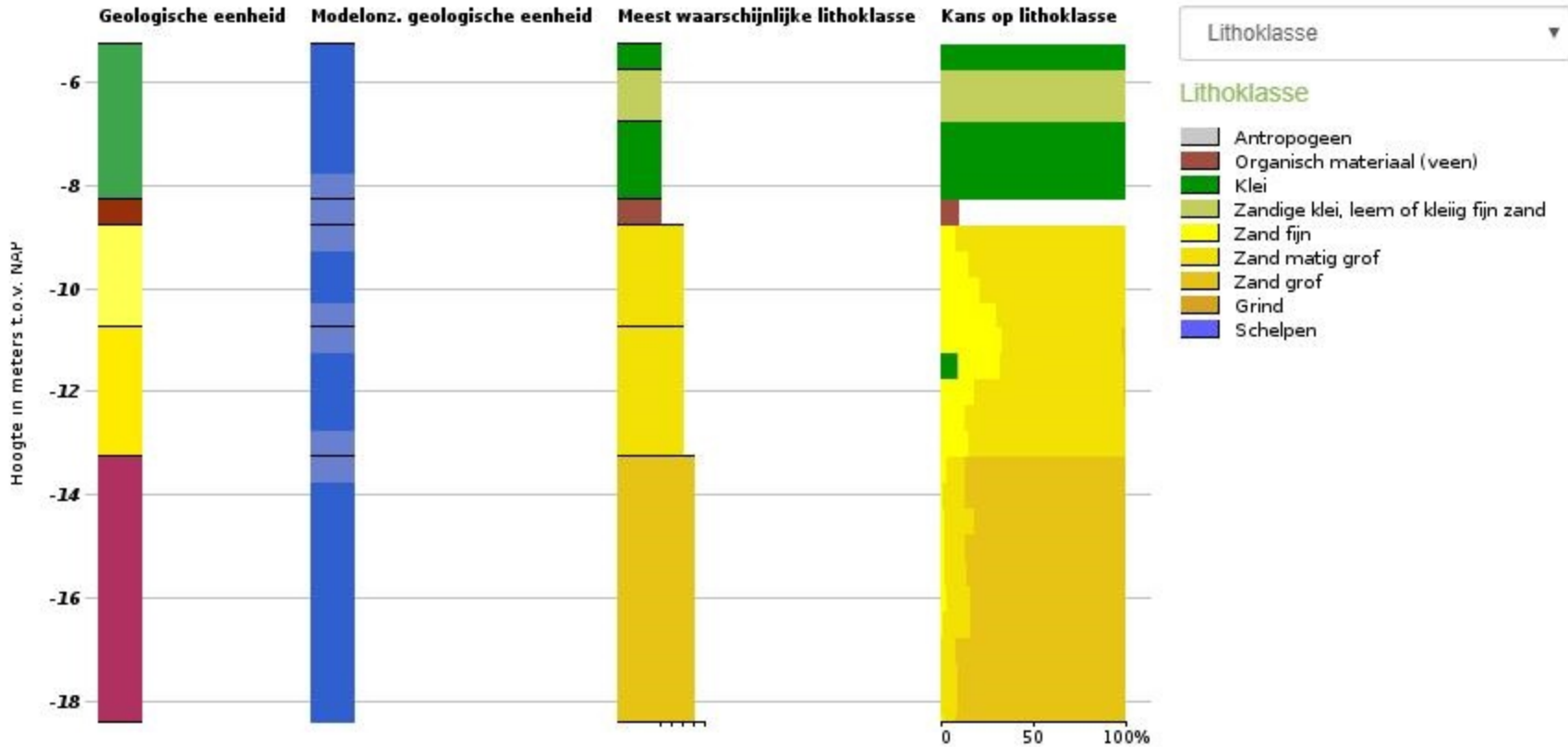
Hoogte t.o.v NAP:-50.25 m - -5.25 m

Geselecteerde hoogte:-18.40 m - -5.25 m



Kies een ander model

GeoTOP v1.3

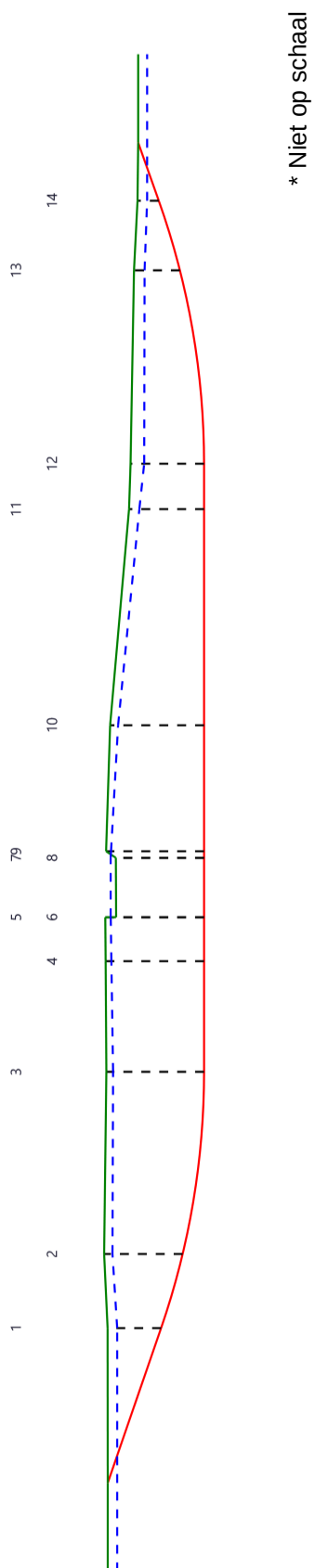


Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012			Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens				
Naam van het project : 191169-VT-01-A Wilnis - Wilnisse Zijweg 1 Pilotboring				
Projectonderdeel : 191169-01 Wilnisse Zijweg 1 x Ø63mm + 1 x Ø50mm Pilotboring				
Materiaalgegevens				
Materiaalsoort:	PE			
Kwaliteit:	PE 100			
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10		N/mm²
Materiaalfactor	γ _M	= 1,25		-
Toelaatbare langeduur spanning	σ̄ _t	= 8,00		N/mm²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975		N/mm²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350		N/mm²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α _g	= 16,0·10 ⁻⁵		mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α _σ	= 0,65		-
Soortelijk gewicht buis	ρ _L	= 9,55		kN/m³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8		%
Leidinggegevens				
Uitwendige middellijn	D _e	= 60,00		mm
Wanddikte	d _n	= 5		mm
Procesgegevens				
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren				
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100		%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ _m	= 11,5		kN/m³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ _y	= 15		Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan				
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang				
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 120		mm
Diameter boorstang	D _b	= 60		mm
Totale lengte	L	= 153,99		m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 18,49		m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 29,50		m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 68,75		m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 30,30		m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 6,95		m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 50,00		m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 90,00		m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 90,00		m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α ₁	= 18,78 / 34		° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α ₂	= 19,29 / 35		° / %
Belastinghoek	α	= 180		°
Ondersteuningshoek	β	= 120		°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120		°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1		
Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4		
Belastingfactor, bovengronds	f _{k,b}	= 1,1		
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o}	= 1,4		
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o}	= 0,9		
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	f ₁	= 0,3		
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005		N/mm²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃	= 0,2		
			06-09-2019 11:29:31	

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
1	18,49	5,97	1,07	Klei	17,00	17,00	17,50
2	26,88	8,76	0,93	Zand	18,00	20,00	32,50
3	47,99	10,90	0,75	Zand	18,00	20,00	32,50
4	60,49	10,98	0,64	Zand	18,00	20,00	32,50
5	65,46	11,02	0,61	Zand	18,00	20,00	32,50
6	65,47	9,81	-0,61	Zand	18,00	20,00	32,50
7	72,18	9,84	-0,58	Zand	18,00	20,00	32,50
8	72,18	9,84	-0,58	Zand	18,00	20,00	32,50
9	72,92	10,93	0,55	Zand	18,00	20,00	32,50
10	87,17	10,48	0,89	Zand	18,00	20,00	32,50
11	111,6	8,37	1,15	Zand	18,00	20,00	32,50
12	116,74	8,20	1,52	Zand	18,00	20,00	32,50
13	138,82	5,12	1,18	Klei	18,00	18,00	22,50
14	147,04	2,37	1,07	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
1	Geen	-	5,00	2,00	Grafiek I
2	Geen	0,0220	0,00	45,00	Grafiek I
3	Geen	0,0220	0,00	45,00	Grafiek I
4	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek II
5	Geen	-	0,00	45,00	Geen
6	Geen	-	0,00	45,00	Geen
7	Geen	-	0,00	45,00	Geen
8	Geen	-	0,00	45,00	Geen
9	Geen	-	0,00	45,00	Geen
10	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
11	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
12	Geen	0,0220	0,00	45,00	Grafiek II
13	Geen	0,0085	10,00	3,00	Grafiek II
14	Geen	-	5,00	2,00	Grafiek II



2. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p_f' [kN/m ²]	G [MN/m ²]
1	5,97	43,26	30,25	36,76	52,58	0,71
2	8,76	79,28	36,68	57,98	89,14	17,31
3	10,90	95,32	44,10	69,71	107,17	17,31
4	10,98	95,07	43,99	69,53	106,89	17,31
5	11,02	95,15	44,03	69,59	106,98	17,31
6	9,81	80,26	37,14	58,70	90,24	17,31
7	9,84	80,51	37,25	58,88	90,52	17,31
8	9,84	80,51	37,25	58,88	90,52	17,31
9	10,93	93,93	43,46	68,69	105,60	17,31
10	10,48	93,03	43,04	68,04	104,59	17,31
11	8,37	77,89	36,04	56,97	87,57	17,31
12	8,20	79,53	36,80	58,16	89,41	17,31
13	5,12	44,38	27,40	35,89	58,86	1,07
14	2,37	23,63	16,52	20,07	30,88	0,71

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

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

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

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

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

Locatie	Q [-]	R _{p,max} [m]	u [N/mm ²]	p _{st} [N/mm ²]	Δp [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]
1	0,022	2,99	0,0490	0,05528	0,02	0,20
2	0,0018	0,45	0,0783	0,08833	0,03	0,89
3	0,0022	0,41	0,1015	0,1145	0,05	1,02
4	0,0022	0,41	0,1034	0,1167	0,06	1,02
5	0,0022	0,41	0,1041	0,1174	0,07	1,02
6	0,0018	0,44	0,1042	0,1176	0,07	0,92
7	0,0018	0,44	0,1042	0,1176	0,07	0,92
8	0,0018	0,44	0,1042	0,1176	0,07	0,92
9	0,0021	0,41	0,1038	0,1171	0,07	1,01
10	0,0021	0,41	0,0959	0,1082	0,09	1,00
11	0,0018	0,45	0,0722	0,08145	0,11	0,87
12	0,0018	0,45	0,0668	0,07536	0,12	0,88
13	0,021	2,56	0,0394	0,04445	0,14	0,26
14	0,015	1,19	0,0130	0,01467	0,15	0,12

$$Q = \frac{\sigma'_0 \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

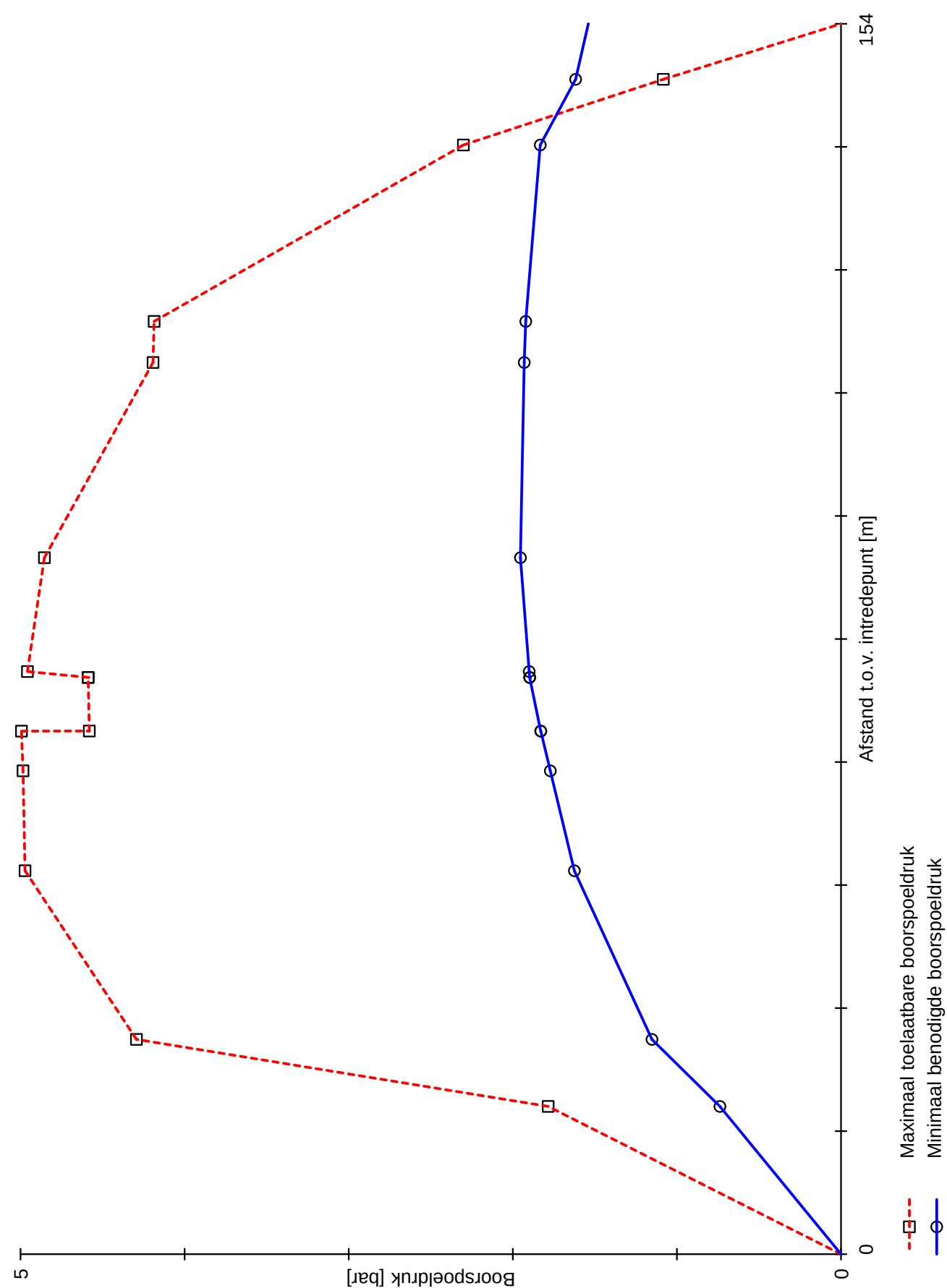
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
1	197,58	178,44	73,77	1,98	1,78	0,74
2	429,36	800,94	115,21	4,29	8,01	1,15
3	497,26	914,82	162,50	4,97	9,15	1,62
4	498,49	915,15	177,14	4,98	9,15	1,77
5	499,41	916,24	182,90	4,99	9,16	1,83
6	458,09	830,13	183,02	4,58	8,30	1,83
7	458,79	831,59	189,73	4,59	8,32	1,90
8	458,79	831,59	189,73	4,59	8,32	1,90
9	495,79	909,05	190,02	4,96	9,09	1,90
10	485,44	896,85	195,36	4,85	8,97	1,95
11	419,25	787,09	193,05	4,19	7,87	1,93
12	418,57	792,06	192,10	4,19	7,92	1,92
13	253,99	230,10	183,27	2,54	2,30	1,83
14	115,93	108,28	161,71	1,16	1,08	1,62

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

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



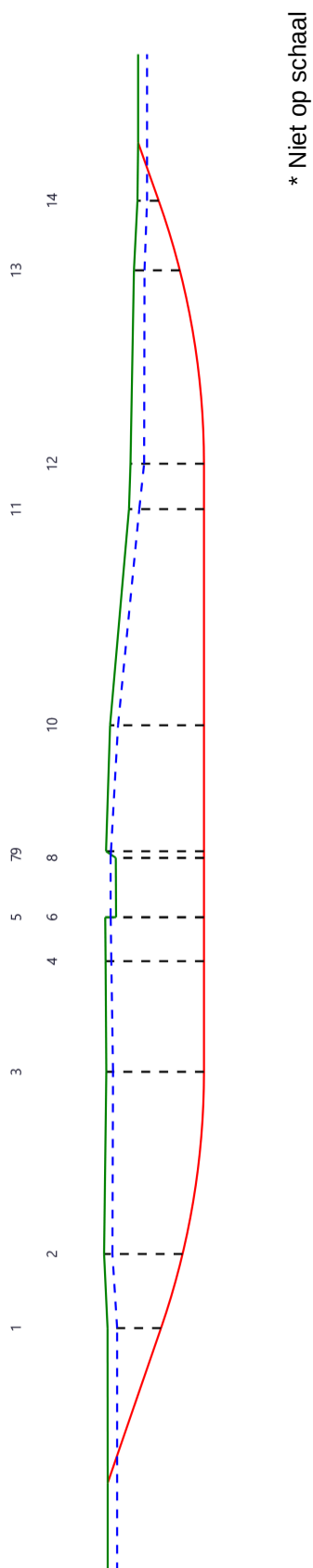
Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 191169-VT-01-A Wilnis - Wilnisse Zijweg 1 (Ø63mm Persriool)			
Projectonderdeel : 191169-01 Wilnisse Zijweg 1 x Ø63mm SDR 11 PE100 + 1 x Ø50mm SDR 11 PE100 (Ø63mm Persriool)			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ _M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	σ _t	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α _g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α _σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ _L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 63,00	mm
Wanddikte	d _n	= 5,8	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p _d	= 0,1	N/mm ²
Volumieke massa vloeistof	ρ	= 1000	kg/m ³
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ _m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ _y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 147	mm
Diameter boorstang	D _b	= 60	mm
Totale lengte	L	= 153,99	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 18,49	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 29,50	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 68,75	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 30,30	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 6,95	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 50,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 90,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 90,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α ₁	= 18,78 / 34	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α ₂	= 19,29 / 35	° / %
Belastinghoek	α	= 30	°
Ondersteuningshoek	β	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij boring met bundels	f	= 1,8	
Belastingfactor, bovengronds	f _{k,b}	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o}	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o}	= 0,9	
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	f ₁	= 0,3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005	N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃	= 0,2	
		06-09-2019 11:22:06	

© Adviesbureau Schrijvers BV Hellevoetsluis

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
1	18,49	5,97	1,07	Klei	17,00	17,00	17,50
2	26,88	8,76	0,93	Zand	18,00	20,00	32,50
3	47,99	10,90	0,75	Zand	18,00	20,00	32,50
4	60,49	10,98	0,64	Zand	18,00	20,00	32,50
5	65,46	11,02	0,61	Zand	18,00	20,00	32,50
6	65,47	9,81	-0,61	Zand	18,00	20,00	32,50
7	72,18	9,84	-0,58	Zand	18,00	20,00	32,50
8	72,18	9,84	-0,58	Zand	18,00	20,00	32,50
9	72,92	10,93	0,55	Zand	18,00	20,00	32,50
10	87,17	10,48	0,89	Zand	18,00	20,00	32,50
11	111,6	8,37	1,15	Zand	18,00	20,00	32,50
12	116,74	8,20	1,52	Zand	18,00	20,00	32,50
13	138,82	5,12	1,18	Klei	18,00	18,00	22,50
14	147,04	2,37	1,07	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
1	Geen	-	5,00	2,00	Grafiek I
2	Geen	0,0220	0,00	45,00	Grafiek I
3	Geen	0,0220	0,00	45,00	Grafiek I
4	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek II
5	Geen	-	0,00	45,00	Geen
6	Geen	-	0,00	45,00	Geen
7	Geen	-	0,00	45,00	Geen
8	Geen	-	0,00	45,00	Geen
9	Geen	-	0,00	45,00	Geen
10	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
11	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
12	Geen	0,0220	0,00	45,00	Grafiek II
13	Geen	0,0085	10,00	3,00	Grafiek II
14	Geen	-	5,00	2,00	Grafiek II



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012				Sigma 2018 1.5 ©	
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			Leiding in boorgat	
Gewicht mediumleiding	g	= 0,0100	N/mm ¹	g	= 0,0100 N/mm ¹
Gewicht vulling	g_{vul}	= N.v.t.	+	g_{vul}	= 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]			
Starten met trekken	153,99	828			
Na 1 ^e deel intrekken	147,04	790			
Na 2 ^e deel intrekken	116,74	627			
Na 3 ^e deel intrekken	47,99	258			
Na 4 ^e deel intrekken	18,49	99			
$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,0100 \cdot 0,3$					
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]	σ_t [N/mm ²]			
Starten met trekken	828	0,79			
Na 1 ^e deel intrekken	790	0,76			
Na 2 ^e deel intrekken	627	0,60			
Na 3 ^e deel intrekken	258	0,25			
Na 4 ^e deel intrekken	99	0,10			
$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{1.042,25}$					
				06-09-2019 11:22:06	

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{430.644}{50.000} = 9.237,31 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{9.237,31}{13.671} = \mathbf{0,68 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	0,79	1,23
Na 1 ^e deel intrekken	0,76	1,20
Na 2 ^e deel intrekken	0,60	1,04
Na 3 ^e deel intrekken	0,25	0,69
Na 4 ^e deel intrekken	0,10	0,53

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

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

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

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

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

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 197,92 \text{ mm}^1$

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

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

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 [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	6,95	189	-
2 ^e deel intrekken	37,25	-	1.011
3 ^e deel intrekken	106,00	2.876	-
4 ^e deel intrekken	135,50	-	3.677
Geheel ingetrokken	153,99	4.179	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (197,92 \cdot 0,00005 + 0,0259 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (197,92 \cdot 0,00005 + 0,0259 \cdot 0,2)$

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

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
2	0,0054	90	0,00076	20
3	0,0054	90	0,00076	20
12	0,0054	90	0,00076	20
13	0,0042	90	0,00047	16

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 63 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	627	1.011	20	-	1.658
Opgaande bocht	99	3.677	20	20	3.817

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	9,39	1.658	195
Opgaande bocht	9,65	3.817	448

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,8 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3c, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	$T_{3c, \text{op}}$ [N]	T_{tot} [N]
1 ^e deel intrekken	790	189	-	-	-	-	979
2 ^e deel intrekken	627	1.011	20	195	-	-	1.853
3 ^e deel intrekken	258	2.876	20	195	-	-	3.349
4 ^e deel intrekken	99	3.677	20	195	20	448	4.472
Geheel intrekken	0	4.179	20	195	20	448	4.874

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm²]
1 ^e deel intrekken	979	0,94
2 ^e deel intrekken	1.853	1,78
3 ^e deel intrekken	3.349	3,21
4 ^e deel intrekken	4.472	4,29
Geheel intrekken	4.874	4,68

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

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

5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{430.644,04}{0,9 \cdot 90.000} = 7.257,15 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{7.257,15}{13.671,24} = \mathbf{0,53 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{430.644,04}{0,9 \cdot 90.000} = 7.257,15 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{7.257,15}{13.671,24} = \mathbf{0,53 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	979	0,94	-	0,94
Na 1 ^e deel intrekken	1.853	1,78	0,53	2,12
Na 2 ^e deel intrekken	3.349	3,21	-	3,21
Na 3 ^e deel intrekken	4.472	4,29	0,53	4,64
Na 4 ^e deel intrekken	4.874	4,68	-	4,68

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

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

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

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

6.1 Berekening van de spanningen s_p en s_{pl} t.g.v. inwendige druk

$$D_g/d_n = 57,20/5,80 = 9,86 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

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

$$\sigma_p = \frac{31,50^2 + 25,70^2}{31,50^2 - 25,70^2} \cdot 0,1 = 0,50 \text{ N/mm}^2$$

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

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

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

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

$$f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 28,6^3 \cdot 0,143}{975 \cdot 16,26} \right) = 0,96$$

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
1	5,97	1,07	Klei	20,01	91,63	111,64	3,95
2	8,76	0,93	Zand	18,41	172,26	190,67	7,08
3	10,90	0,75	Zand	14,85	223,30	238,15	8,61
4	10,98	0,64	Zand	12,67	227,48	240,15	8,62
5	11,02	0,61	Zand	12,08	229,02	241,10	8,63
6	9,81	-0,61	Zand	0,00	215,82	215,82	7,42
7	9,84	-0,58	Zand	0,00	216,48	216,48	7,44
8	9,84	-0,58	Zand	0,00	216,48	216,48	7,44
9	10,93	0,55	Zand	10,89	228,36	239,25	8,53
10	10,48	0,89	Zand	17,62	210,98	228,60	8,36
11	8,37	1,15	Zand	22,77	158,84	181,61	6,89
12	8,20	1,52	Zand	30,10	146,96	177,06	6,95
13	5,12	1,18	Klei	23,36	78,01	101,38	3,90
14	2,37	1,07	Klei	20,01	24,31	44,32	1,97

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
1	5,97	Grafiek I	8,38	0,53
2	8,76	Grafiek I	5,13	0,32
3	10,90	Grafiek I	3,71	0,23
4	10,98	Grafiek II	1,47	0,09
5	11,02	Geen	0,00	0,00
6	9,81	Geen	0,00	0,00
7	9,84	Geen	0,00	0,00
8	9,84	Geen	0,00	0,00
9	10,93	Geen	0,00	0,00
10	10,48	Grafiek ½ x II	0,78	0,05
11	8,37	Grafiek ½ x II	1,06	0,07
12	8,20	Grafiek II	2,18	0,14
13	5,12	Grafiek II	3,91	0,25
14	2,37	Grafiek II	10,36	0,65

$$Q_v = q_v \cdot D_0 = q_v \cdot 63$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
1	3,95	0,53	4,47	32,88	5,63
2	7,08	0,32	7,40	54,41	9,31
3	8,61	0,23	8,84	65,00	11,12
4	8,62	0,09	8,71	64,01	10,95
5	8,63	0,00	8,63	63,44	10,86
6	7,42	0,00	7,42	54,51	9,33
7	7,44	0,00	7,44	54,68	9,36
8	7,44	0,00	7,44	54,68	9,36
9	8,53	0,00	8,53	62,72	10,73
10	8,36	0,05	8,41	61,81	10,58
11	6,89	0,07	6,96	51,15	8,75
12	6,95	0,14	7,08	52,06	8,91
13	3,90	0,25	4,15	30,51	5,22
14	1,97	0,65	2,63	19,30	3,30

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 28,60$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 0,96 \cdot \frac{M_q}{5,61}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
2	90	0,00076	0,048
3	90	0,00076	0,048
12	90	0,00076	0,048
13	90	0,00047	0,030

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 63 \cdot \frac{31,50}{5,61}$$

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

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

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

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

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

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

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

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

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

9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen

9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
1	5,63	-	0,65	3,66
2	9,31	0,048	0,65	6,08
3	11,12	0,048	0,65	7,26
4	10,95	-	0,65	7,12
5	10,86	-	0,65	7,06
6	9,33	-	0,65	6,06
7	9,36	-	0,65	6,08
8	9,36	-	0,65	6,08
9	10,73	-	0,65	6,98
10	10,58	-	0,65	6,88
11	8,75	-	0,65	5,69
12	8,91	0,048	0,65	5,82
13	5,22	0,030	0,65	3,41
14	3,30	-	0,65	2,15

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

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

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

9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
1	0,20	1,56	-	-	1,76
2	0,20	1,56	0,53	0,65	2,10
3	0,20	1,56	0,53	0,65	2,10
4	0,20	1,56	-	-	1,76
5	0,20	1,56	-	-	1,76
6	0,20	1,56	-	-	1,76
7	0,20	1,56	-	-	1,76
8	0,20	1,56	-	-	1,76
9	0,20	1,56	-	-	1,76
10	0,20	1,56	-	-	1,76
11	0,20	1,56	-	-	1,76
12	0,20	1,56	0,53	0,65	2,10
13	0,20	1,56	0,53	0,65	2,10
14	0,20	1,56	-	-	1,76

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

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

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

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_y [mm]	δ_y/D_g [%]
1	3,95	0,53	-	0,57	1,00
2	7,08	0,32	0,00076	1,54	2,69
3	8,61	0,23	0,00076	1,84	3,22
4	8,62	0,09	-	1,81	3,17
5	8,63	0,00	-	1,80	3,14
6	7,42	0,00	-	1,54	2,70
7	7,44	0,00	-	1,55	2,70
8	7,44	0,00	-	1,55	2,70
9	8,53	0,00	-	1,77	3,10
10	8,36	0,05	-	1,75	3,06
11	6,89	0,07	-	1,45	2,53
12	6,95	0,14	0,00076	1,47	2,58
13	3,90	0,25	0,00047	0,64	1,13
14	1,97	0,65	-	0,33	0,58

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

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 28,60^3}{350 \cdot 16,26}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 57,20 = \mathbf{4,58 \text{ mm}}$$

11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p_f' [kN/m ²]	G [MN/m ²]
1	5,97	43,26	30,25	36,76	52,58	0,71
2	8,76	79,28	36,68	57,98	89,14	17,31
3	10,90	95,32	44,10	69,71	107,17	17,31
4	10,98	95,07	43,99	69,53	106,89	17,31
5	11,02	95,15	44,03	69,59	106,98	17,31
6	9,81	80,26	37,14	58,70	90,24	17,31
7	9,84	80,51	37,25	58,88	90,52	17,31
8	9,84	80,51	37,25	58,88	90,52	17,31
9	10,93	93,93	43,46	68,69	105,60	17,31
10	10,48	93,03	43,04	68,04	104,59	17,31
11	8,37	77,89	36,04	56,97	87,57	17,31
12	8,20	79,53	36,80	58,16	89,41	17,31
13	5,12	44,38	27,40	35,89	58,86	1,07
14	2,37	23,63	16,52	20,07	30,88	0,71

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

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

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

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

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

Locatie	Q [-]	R _{p,max} [m]	u [N/mm ²]	p _{st} [N/mm ²]	Δp [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]
1	0,022	2,99	0,0490	0,05528	0,01	0,20
2	0,0018	0,55	0,0783	0,08833	0,02	0,89
3	0,0022	0,50	0,1015	0,1145	0,03	1,02
4	0,0022	0,50	0,1034	0,1167	0,04	1,02
5	0,0022	0,50	0,1041	0,1174	0,05	1,02
6	0,0018	0,54	0,1042	0,1176	0,05	0,92
7	0,0018	0,54	0,1042	0,1176	0,05	0,92
8	0,0018	0,54	0,1042	0,1176	0,05	0,92
9	0,0021	0,50	0,1038	0,1171	0,05	1,01
10	0,0021	0,51	0,0959	0,1082	0,06	1,00
11	0,0018	0,55	0,0722	0,08145	0,08	0,87
12	0,0018	0,55	0,0668	0,07536	0,08	0,88
13	0,021	2,56	0,0394	0,04445	0,10	0,26
14	0,015	1,19	0,0130	0,01467	0,10	0,12

$$Q = \frac{\sigma'_0 \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

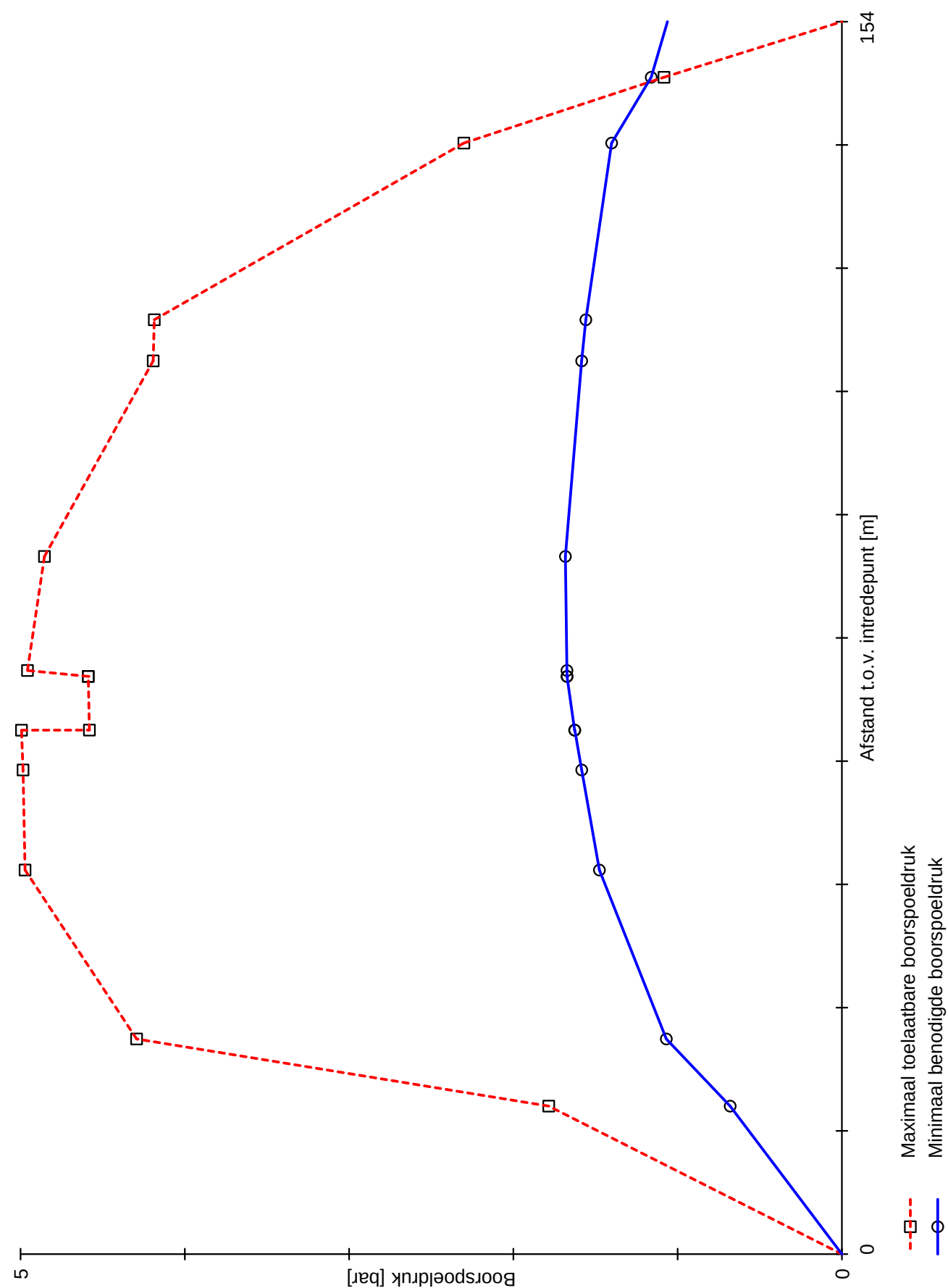
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
1	197,24	178,44	68,03	1,97	1,78	0,68
2	429,36	800,94	106,87	4,29	8,01	1,07
3	497,26	914,82	147,60	4,97	9,15	1,48
4	498,49	915,15	158,37	4,98	9,15	1,58
5	499,41	916,24	162,59	4,99	9,16	1,63
6	458,09	830,13	162,70	4,58	8,30	1,63
7	458,79	831,59	167,33	4,59	8,32	1,67
8	458,79	831,59	167,33	4,59	8,32	1,67
9	495,79	909,05	167,39	4,96	9,09	1,67
10	485,44	896,85	168,31	4,85	8,97	1,68
11	419,25	787,09	158,42	4,19	7,87	1,58
12	418,57	792,06	155,87	4,19	7,92	1,56
13	253,17	230,10	140,19	2,53	2,30	1,40
14	114,02	108,28	116,07	1,14	1,08	1,16

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

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



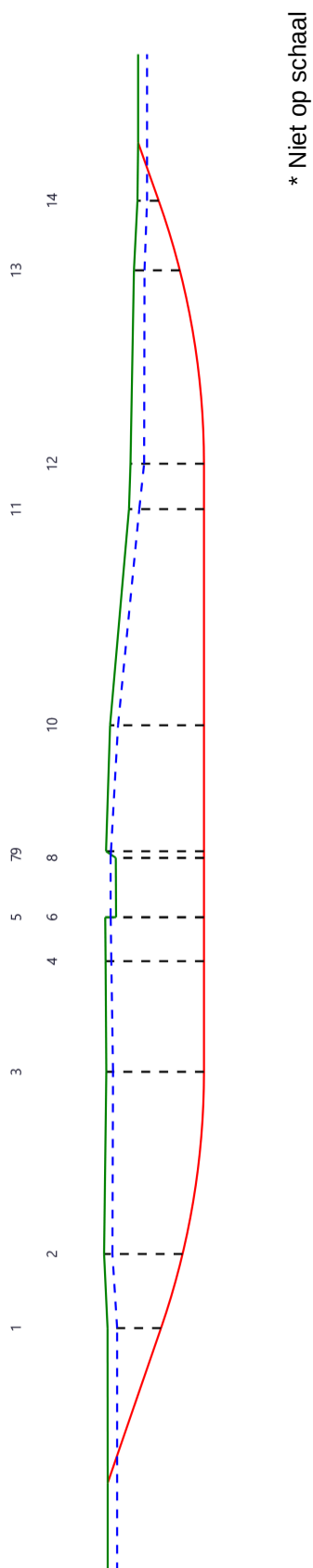
Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 191169-VT-01-A Wilnis - Wilnisse Zijweg 1 (Ø50mm laagspanning)			
Projectonderdeel : 191169-01 Wilnisse Zijweg 1 x Ø63mm SDR 11 PE100 + 1 x Ø50mm SDR 11 PE100 (Ø50mm laagspanning)			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 50,00	mm
Wanddikte	d _n	= 4,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 147	mm
Diameter boorstang	D _b	= 60	mm
Totale lengte	L	= 153,99	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 18,49	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 29,50	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 68,75	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 30,30	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 6,95	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 50,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 90,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 90,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 18,78 / 34	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 19,29 / 35	° / %
Belastinghoek	α	= 30	°
Ondersteuningshoek	β	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij boring met bundels	f	= 1,8	
Belastingfactor, bovengronds	f _{k,b}	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o}	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o}	= 0,9	
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	f ₁	= 0,3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005	N/mm²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃	= 0,2	
		06-09-2019 11:25:16	

© Adviesbureau Schrijvers BV Hellevoetsluis

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
1	18,49	5,97	1,07	Klei	17,00	17,00	17,50
2	26,88	8,76	0,93	Zand	18,00	20,00	32,50
3	47,99	10,90	0,75	Zand	18,00	20,00	32,50
4	60,49	10,98	0,64	Zand	18,00	20,00	32,50
5	65,46	11,02	0,61	Zand	18,00	20,00	32,50
6	65,47	9,81	-0,61	Zand	18,00	20,00	32,50
7	72,18	9,84	-0,58	Zand	18,00	20,00	32,50
8	72,18	9,84	-0,58	Zand	18,00	20,00	32,50
9	72,92	10,93	0,55	Zand	18,00	20,00	32,50
10	87,17	10,48	0,89	Zand	18,00	20,00	32,50
11	111,6	8,37	1,15	Zand	18,00	20,00	32,50
12	116,74	8,20	1,52	Zand	18,00	20,00	32,50
13	138,82	5,12	1,18	Klei	18,00	18,00	22,50
14	147,04	2,37	1,07	Klei	17,00	17,00	17,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
1	Geen	-	5,00	2,00	Grafiek I
2	Geen	0,0220	0,00	45,00	Grafiek I
3	Geen	0,0220	0,00	45,00	Grafiek I
4	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek II
5	Geen	-	0,00	45,00	Geen
6	Geen	-	0,00	45,00	Geen
7	Geen	-	0,00	45,00	Geen
8	Geen	-	0,00	45,00	Geen
9	Geen	-	0,00	45,00	Geen
10	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
11	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
12	Geen	0,0220	0,00	45,00	Grafiek II
13	Geen	0,0085	10,00	3,00	Grafiek II
14	Geen	-	5,00	2,00	Grafiek II



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012				Sigma 2018 1.5 ©	
2. Eigenschappen van de leiding					
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 40,80		mm	
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 45,40		mm	
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 50,00		mm	
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 25,00		mm	
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 20,40		mm	
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 22,70		mm	
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 170.773,72		mm ⁴	
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 6.830,95		mm ³	
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 8,11		mm ⁴ /mm ¹	
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 3,53		mm ³ /mm ¹	
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 656,09		mm ²	
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,0063		N/mm ¹	
3. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding					
	Leiding op rollenbaan/maaiveld			Leiding in boorgat	
Gewicht mediumleiding	g	= 0,0063	N/mm ¹	g	= 0,0063 N/mm ¹
Gewicht vulling	g_{vul}	= N.v.t.	+	g_{vul}	= N.v.t. +
Totaal gewicht	g_{rol}	= 0,0063	N/mm ¹	g_{gat}	= 0,0063 N/mm ¹
4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds					
4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld					
Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]			
Starten met trekken	153,99	521			
Na 1 ^e deel intrekken	147,04	498			
Na 2 ^e deel intrekken	116,74	395			
Na 3 ^e deel intrekken	47,99	162			
Na 4 ^e deel intrekken	18,49	63			
$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,0063 \cdot 0,3$					
4.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld					
Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]			
Starten met trekken	521	0,79			
Na 1 ^e deel intrekken	498	0,76			
Na 2 ^e deel intrekken	395	0,60			
Na 3 ^e deel intrekken	162	0,25			
Na 4 ^e deel intrekken	63	0,10			
$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{656,09}$					
				06-09-2019 11:25:16	

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{170.774}{50.000} = 3.663,10 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{3.663,10}{6.831} = \mathbf{0,54 \text{ N/mm}^2}$$

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	0,79	1,14
Na 1 ^e deel intrekken	0,76	1,11
Na 2 ^e deel intrekken	0,60	0,95
Na 3 ^e deel intrekken	0,25	0,60
Na 4 ^e deel intrekken	0,10	0,44

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,54 + \sigma_t$$

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

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

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

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

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 157,08 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,00627 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 50,00^2 \cdot \pi/4 = 0,0226 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,0163 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	6,95	139	-
2 ^e deel intrekken	37,25	-	745
3 ^e deel intrekken	106,00	2.121	-
4 ^e deel intrekken	135,50	-	2.711
Geheel ingetrokken	153,99	3.081	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (157,08 \cdot 0,00005 + 0,0163 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (157,08 \cdot 0,00005 + 0,0163 \cdot 0,2)$

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

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
2	0,0064	90	0,00054	10
3	0,0064	90	0,00054	10
12	0,0064	90	0,00054	10
13	0,0050	90	0,00033	8

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 50 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	395	745	10	-	1.150
Opgaande bocht	63	2.711	10	10	2.793

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	9,39	1.150	135
Opgaande bocht	9,65	2.793	328

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,8 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3c, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	$T_{3c, \text{op}}$ [N]	T_{tot} [N]
1 ^e deel intrekken	498	139	-	-	-	-	637
2 ^e deel intrekken	395	745	10	135	-	-	1.285
3 ^e deel intrekken	162	2.121	10	135	-	-	2.428
4 ^e deel intrekken	63	2.711	10	135	10	328	3.265
Geheel intrekken	0	3.081	10	135	10	328	3.573

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm²]
1 ^e deel intrekken	637	0,97
2 ^e deel intrekken	1.285	1,96
3 ^e deel intrekken	2.428	3,70
4 ^e deel intrekken	3.265	4,98
Geheel intrekken	3.573	5,45

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{656,09}$$

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

5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{170.773,72}{0,9 \cdot 90.000} = 2.877,85 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{2.877,85}{6.830,95} = \mathbf{0,42 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{170.773,72}{0,9 \cdot 90.000} = 2.877,85 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{2.877,85}{6.830,95} = \mathbf{0,42 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	637	0,97	-	0,97
Na 1 ^e deel intrekken	1.285	1,96	0,42	2,23
Na 2 ^e deel intrekken	2.428	3,70	-	3,70
Na 3 ^e deel intrekken	3.265	4,98	0,42	5,25
Na 4 ^e deel intrekken	3.573	5,45	-	5,45

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{656,09} = \sigma_t$$

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

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

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

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

Leiding is drukloos:

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

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

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
1	5,97	1,07	Klei	20,01	91,63	111,64	3,13
2	8,76	0,93	Zand	18,41	172,26	190,67	5,62
3	10,90	0,75	Zand	14,85	223,30	238,15	6,83
4	10,98	0,64	Zand	12,67	227,48	240,15	6,84
5	11,02	0,61	Zand	12,08	229,02	241,10	6,85
6	9,81	-0,61	Zand	0,00	215,82	215,82	5,89
7	9,84	-0,58	Zand	0,00	216,48	216,48	5,90
8	9,84	-0,58	Zand	0,00	216,48	216,48	5,90
9	10,93	0,55	Zand	10,89	228,36	239,25	6,77
10	10,48	0,89	Zand	17,62	210,98	228,60	6,64
11	8,37	1,15	Zand	22,77	158,84	181,61	5,47
12	8,20	1,52	Zand	30,10	146,96	177,06	5,51
13	5,12	1,18	Klei	23,36	78,01	101,38	3,10
14	2,37	1,07	Klei	20,01	24,31	44,32	1,57

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
1	5,97	Grafiek I	8,38	0,42
2	8,76	Grafiek I	5,13	0,26
3	10,90	Grafiek I	3,71	0,19
4	10,98	Grafiek II	1,47	0,07
5	11,02	Geen	0,00	0,00
6	9,81	Geen	0,00	0,00
7	9,84	Geen	0,00	0,00
8	9,84	Geen	0,00	0,00
9	10,93	Geen	0,00	0,00
10	10,48	Grafiek ½ x II	0,78	0,04
11	8,37	Grafiek ½ x II	1,06	0,05
12	8,20	Grafiek II	2,18	0,11
13	5,12	Grafiek II	3,91	0,20
14	2,37	Grafiek II	10,36	0,52

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 50$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
1	3,13	0,42	3,55	20,71	5,87
2	5,62	0,26	5,88	34,28	9,72
3	6,83	0,19	7,02	40,94	11,61
4	6,84	0,07	6,91	40,32	11,43
5	6,85	0,00	6,85	39,96	11,33
6	5,89	0,00	5,89	34,34	9,74
7	5,90	0,00	5,90	34,44	9,77
8	5,90	0,00	5,90	34,44	9,77
9	6,77	0,00	6,77	39,51	11,20
10	6,64	0,04	6,67	38,94	11,04
11	5,47	0,05	5,52	32,22	9,14
12	5,51	0,11	5,62	32,80	9,30
13	3,10	0,20	3,29	19,22	5,45
14	1,57	0,52	2,08	12,16	3,45

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 22,70$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{3,53}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
2	90	0,00054	0,034
3	90	0,00054	0,034
12	90	0,00054	0,034
13	90	0,00033	0,021

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 50 \cdot \frac{25,00}{3,53}$$

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

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{8,11}{45,4^3} = 0,0845 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{84,51 \text{ kN/m}^2}$$

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

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 8,11}{45,40^3} = 1,61 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 8,11}{45,40^3} = 0,29 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,89 m** grondwater boven de leiding

9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen

9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
1	5,87	-	0,65	3,82
2	9,72	0,034	0,65	6,34
3	11,61	0,034	0,65	7,57
4	11,43	-	0,65	7,43
5	11,33	-	0,65	7,37
6	9,74	-	0,65	6,33
7	9,77	-	0,65	6,35
8	9,77	-	0,65	6,35
9	11,20	-	0,65	7,28
10	11,04	-	0,65	7,18
11	9,14	-	0,65	5,94
12	9,30	0,034	0,65	6,07
13	5,45	0,021	0,65	3,56
14	3,45	-	0,65	2,24

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

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

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

9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
1	0,00	0,00	-	-	0,00
2	0,00	0,00	0,42	0,65	0,27
3	0,00	0,00	0,42	0,65	0,27
4	0,00	0,00	-	-	0,00
5	0,00	0,00	-	-	0,00
6	0,00	0,00	-	-	0,00
7	0,00	0,00	-	-	0,00
8	0,00	0,00	-	-	0,00
9	0,00	0,00	-	-	0,00
10	0,00	0,00	-	-	0,00
11	0,00	0,00	-	-	0,00
12	0,00	0,00	0,42	0,65	0,27
13	0,00	0,00	0,42	0,65	0,27
14	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

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_y [mm]	δ_y/D_g [%]
1	3,13	0,42	-	0,45	1,00
2	5,62	0,26	0,00054	1,22	2,70
3	6,83	0,19	0,00054	1,46	3,22
4	6,84	0,07	-	1,44	3,17
5	6,85	0,00	-	1,43	3,15
6	5,89	0,00	-	1,23	2,70
7	5,90	0,00	-	1,23	2,71
8	5,90	0,00	-	1,23	2,71
9	6,77	0,00	-	1,41	3,11
10	6,64	0,04	-	1,39	3,06
11	5,47	0,05	-	1,15	2,54
12	5,51	0,11	0,00054	1,17	2,58
13	3,10	0,20	0,00033	0,51	1,13
14	1,57	0,52	-	0,27	0,59

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

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 22,70^3}{350 \cdot 8,11}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 45,40 = \mathbf{3,63 \text{ mm}}$$

11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p_f' [kN/m ²]	G [MN/m ²]
1	5,97	43,26	30,25	36,76	52,58	0,71
2	8,76	79,28	36,68	57,98	89,14	17,31
3	10,90	95,32	44,10	69,71	107,17	17,31
4	10,98	95,07	43,99	69,53	106,89	17,31
5	11,02	95,15	44,03	69,59	106,98	17,31
6	9,81	80,26	37,14	58,70	90,24	17,31
7	9,84	80,51	37,25	58,88	90,52	17,31
8	9,84	80,51	37,25	58,88	90,52	17,31
9	10,93	93,93	43,46	68,69	105,60	17,31
10	10,48	93,03	43,04	68,04	104,59	17,31
11	8,37	77,89	36,04	56,97	87,57	17,31
12	8,20	79,53	36,80	58,16	89,41	17,31
13	5,12	44,38	27,40	35,89	58,86	1,07
14	2,37	23,63	16,52	20,07	30,88	0,71

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

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

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

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

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

Locatie	Q [-]	R _{p,max} [m]	u [N/mm ²]	p _{st} [N/mm ²]	Δp [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]
1	0,022	2,99	0,0490	0,05528	0,01	0,20
2	0,0018	0,55	0,0783	0,08833	0,02	0,89
3	0,0022	0,50	0,1015	0,1145	0,03	1,02
4	0,0022	0,50	0,1034	0,1167	0,04	1,02
5	0,0022	0,50	0,1041	0,1174	0,05	1,02
6	0,0018	0,54	0,1042	0,1176	0,05	0,92
7	0,0018	0,54	0,1042	0,1176	0,05	0,92
8	0,0018	0,54	0,1042	0,1176	0,05	0,92
9	0,0021	0,50	0,1038	0,1171	0,05	1,01
10	0,0021	0,51	0,0959	0,1082	0,06	1,00
11	0,0018	0,55	0,0722	0,08145	0,08	0,87
12	0,0018	0,55	0,0668	0,07536	0,08	0,88
13	0,021	2,56	0,0394	0,04445	0,10	0,26
14	0,015	1,19	0,0130	0,01467	0,10	0,12

$$Q = \frac{\sigma'_0 \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

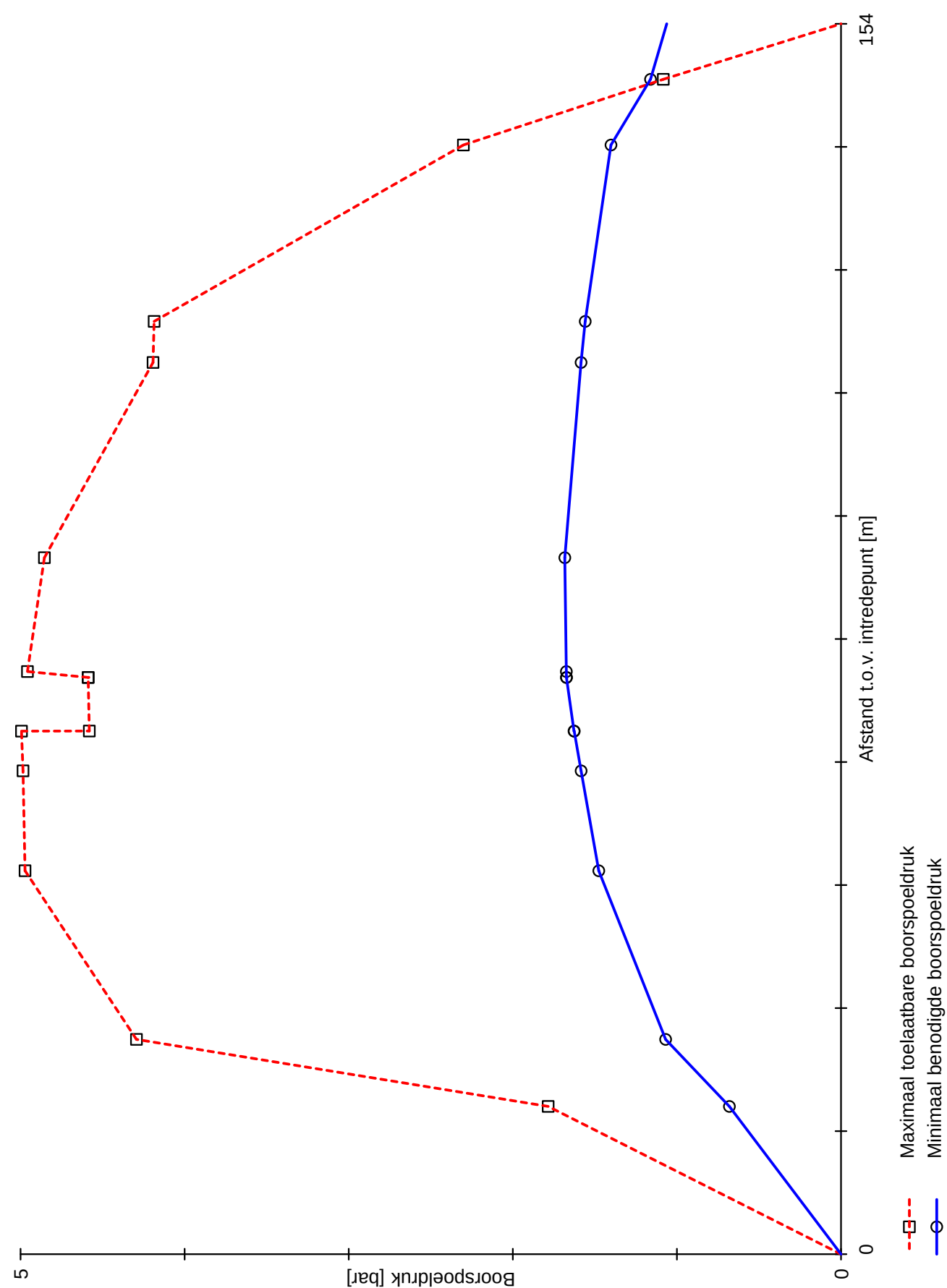
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
1	197,24	178,44	68,03	1,97	1,78	0,68
2	429,36	800,94	106,87	4,29	8,01	1,07
3	497,26	914,82	147,60	4,97	9,15	1,48
4	498,49	915,15	158,37	4,98	9,15	1,58
5	499,41	916,24	162,59	4,99	9,16	1,63
6	458,09	830,13	162,70	4,58	8,30	1,63
7	458,79	831,59	167,33	4,59	8,32	1,67
8	458,79	831,59	167,33	4,59	8,32	1,67
9	495,79	909,05	167,39	4,96	9,09	1,67
10	485,44	896,85	168,31	4,85	8,97	1,68
11	419,25	787,09	158,42	4,19	7,87	1,58
12	418,57	792,06	155,87	4,19	7,92	1,56
13	253,17	230,10	140,19	2,53	2,30	1,40
14	114,02	108,28	116,07	1,14	1,08	1,16

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

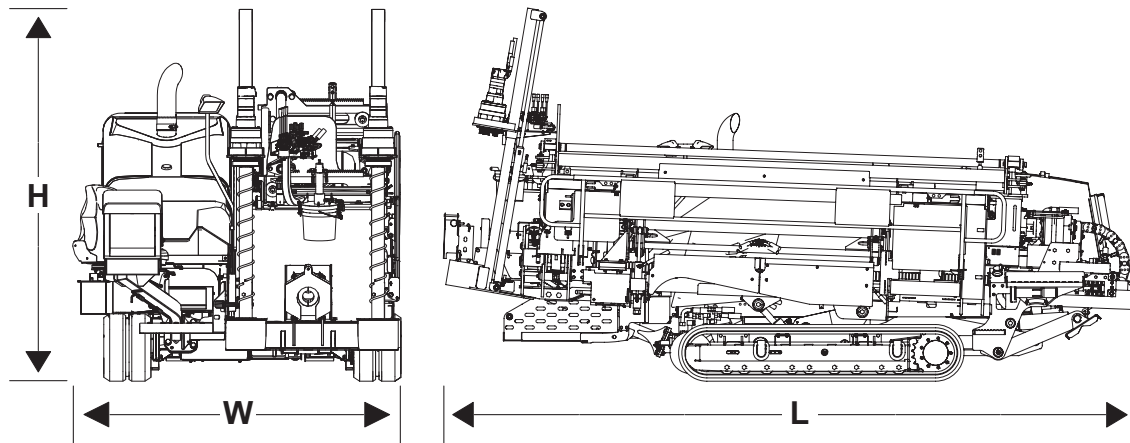
$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$



Berekening van de kwelwegen conform NEN 3650/3651:2012						Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens							
Naam van het project : 191169-VT-01-A Wilnis - Wilnisse Zijweg 1 Pilotboring Projectonderdeel : 191169-01 Wilnisse Zijweg 1 x Ø63mm + 1 x Ø50mm SDR 11 PE100							
Invoergegevens kwelwegen							
Locatie	Grondsoort afhankelijke factor	Peilverschil [m]	Lengte natuurlijke verticale kwelweg [m]	Lengte natuurlijke horizontale kwelweg [m]	Lengte alternatieve verticale kwelweg [m]	Lengte alternatieve horizontale kwelweg [m]	Weegfactor
Noordzijde wat..	5	4,1	4,1	79	9,8	79	1/5
Zuidzijde wate..	5	0,9	0,9	60	9,8	61,5	1/5

Berekening van de kwelwegen conform NEN 3650/3651:2012	Sigma 2018 1.5 ©
Toetsing kwelwegen	
<i>Noordzijde waterkering (Absolute toetsing):</i> $C_L = 5$ $h = 4,1 \text{ m}$ $\Sigma L_{h1} = 79 \text{ m}$ $\Sigma L_{v1} = 9,8 \text{ m}$ $C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$ $5 \cdot 4,1 \leq 9,8 + 1/3 \cdot 79$ $20,50 \leq 36,13 \rightarrow \text{Voldoet}$ <i>Noordzijde waterkering (Relatieve toetsing):</i> $\Sigma L_{h0} = 79 \text{ m}$ $\Sigma L_{v0} = 4,1 \text{ m}$ $1/2 > \alpha > 1/5$ $\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$ $\alpha = 1/2 \rightarrow 4,1 + 1/3 \cdot 79 \leq 9,8 + 1/2 \cdot 79$ $30,43 \leq 49,30 \rightarrow \text{Voldoet}$ $\alpha = 1/3 \rightarrow 4,1 + 1/3 \cdot 79 \leq 9,8 + 1/3 \cdot 79$ $30,43 \leq 36,13 \rightarrow \text{Voldoet}$ $\alpha = 1/5 \rightarrow 4,1 + 1/3 \cdot 79 \leq 9,8 + 1/5 \cdot 79$ $30,43 \leq 25,60 \rightarrow \text{Voldoet niet}$ <i>Zuidzijde waterkering (Absolute toetsing):</i> $C_L = 5$ $h = 0,9 \text{ m}$ $\Sigma L_{h2} = 61,5 \text{ m}$ $\Sigma L_{v2} = 9,8 \text{ m}$ $C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v2} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h2}$ $5 \cdot 0,9 \leq 9,8 + 1/3 \cdot 61,5$ $4,50 \leq 30,30 \rightarrow \text{Voldoet}$ <i>Zuidzijde waterkering (Relatieve toetsing):</i> $\Sigma L_{h0} = 60 \text{ m}$ $\Sigma L_{v0} = 0,9 \text{ m}$ $1/2 > \alpha > 1/5$ $\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v2} + \Sigma \alpha \cdot L_{h2}$ $\alpha = 1/2 \rightarrow 0,9 + 1/3 \cdot 60 \leq 9,8 + 1/2 \cdot 61,5$ $20,90 \leq 40,55 \rightarrow \text{Voldoet}$ $\alpha = 1/3 \rightarrow 0,9 + 1/3 \cdot 60 \leq 9,8 + 1/3 \cdot 61,5$ $20,90 \leq 30,30 \rightarrow \text{Voldoet}$ $\alpha = 1/5 \rightarrow 0,9 + 1/3 \cdot 60 \leq 9,8 + 1/5 \cdot 61,5$ $20,90 \leq 22,10 \rightarrow \text{Voldoet}$	
	06-09-2019 11:40:28

Specifications



j50om040w.eps



Dimensions		U.S.	Metric
L, overall machine length			
	driving (per SAE J2022)	220 in	5.59 m
	transport (per SAE J2022)	221 in	5.61 m
W, overall machine width			
	base width (per SAE J2022)	80 in	2.03 m
	width with cab (per SAE J2022)	89 in	2.26 m
	width with cab, support removed (per SAE J2022)	88 in	2.23 m
H, overall machine height			
	driving (per SAE J2022)	119 in	3.02 m
	JT/AT large box, transport (per SAE J2022)	94 in	2.39 m
	JT/AT small box, transport (per SAE J2022)	92 in	2.34 m
Operating mass			
	T4 JT base unit, no pipe (per SAE J2022)	17,080 lb	7747 kg
	T4 AT base unit, no pipe (per SAE J2022)	17,660 lb	8010 kg
	LRC (T3) JT base unit, no pipe (per SAE J2022)	16,020 lb	7267 kg
	LRC (T3) AT base unit, no pipe (per SAE J2022)	16,600 lb	7530 kg
	Add cab option, heat and air (per SAE J2022)	900 lb	410 kg
Entry angle (per SAE J2022)		10-16°	10-16°
Angle of approach		19°	19°
Angle of approach (with cab)		15°	15°

Dimensions	U.S.	Metric
Angle of departure	18°	18°
T4 Ground bearing pressure, JT, pipe, w/cab (per ISO 16754)	11.15 psi	0.78 kg/cm ²
T4 Ground bearing pressure, AT, pipe, w/cab (per ISO 16754)	11.43 psi	0.80 kg/cm ²
LRC (T3) Ground bearing pressure, JT, pipe, w/cab (per ISO 16754)	10.43 psi	0.73 kg/cm ²
LRC (T3) Ground bearing pressure, AT, pipe, w/cab (per ISO 16754)	11.36 psi	0.799 kg/cm ²
Ground clearance (per ISO 16754)	5.7 in	144 mm

Power Pipe® HD	U.S.	Metric
Length (per SAE J2022), nominal	118 in	3.00 m
Joint diameter (per SAE J2022)	2.75 in	70 mm
Tubing diameter (per SAE J2022)	2.38 in	60 mm
Minimum bend radius (per SAE J2022)	123 ft	37.5 m
Weight, lined (per SAE J2022)	88 lb	40 kg
Weight of lined drill pipe and JT30 large box (48 pipe)	5204 lb	2361 kg
Weight of lined drill pipe and JT30 small box (24 pipe)	2897 lb	1314 kg
Weight of lined drill pipe and JT30AT large box (48 pipe)	5323 lb	2415 kg
Weight of lined drill pipe and JT30AT small box (24 pipe)	2959 lb	1342 kg
Weight, unlined (per SAE J2022)	79 lb	36 kg
Weight of unlined drill pipe and JT30 large box (48 pipe)	4772 lb	2165 kg
Weight of unlined drill pipe and JT30 small box (24 pipe)	2681 lb	1216 kg
Weight of unlined drill pipe and JT30AT large box (48 pipe)	4891 lb	2219 kg
Weight of unlined drill pipe and JT30AT small box (24 pipe)	2743 lb	1244 kg

Ditch Witch® Forged HD	U.S.	Metric
Length (per SAE J2022), nominal	118 in	3.00 m
Joint diameter (per SAE J2022)	2.75 in	70 mm
Tubing diameter (per SAE J2022)	2.38 in	60 mm
Minimum bend radius (per SAE J2022)	123 ft	37.5 m
Weight, lined (per SAE J2022)	76 lb	34.5 kg
Weight of drill pipe and JT30 large box (48 pipe)	4628 lb	2099 kg
Weight of drill pipe and JT30 small box (24 pipe)	2609 lb	1183.4 kg
Weight of drill pipe and JT30AT large box (48 pipe)	4747 lb	2153 kg
Weight of drill pipe and JT30AT small box (24 pipe)	2671 lb	1211.5 kg
HIWS1 Pipe	U.S.	Metric
Length (per SAE J2022), nominal	120 in	3.05 m
Joint diameter (per SAE J2022)	2.63 in	66.7 mm
Tubing diameter (per SAE J2022)	2.38 in	60 mm
Minimum bend radius (per SAE J2022)	108.2 ft	33 m
Weight (per SAE J2022)	73 lb	33 kg
Weight of drill pipe and JT30 large box (48 pipe)	4484 lb	2034 kg
Weight of drill pipe and JT30 small box (24 pipe)	2537 lb	2034 kg
Weight of drill pipe and JT30AT large box (48 pipe)	4603 lb	2088 kg
Weight of drill pipe and JT30AT small box (24 pipe)	2599 lb	1179 kg
All Terrain Pipe	U.S.	Metric
Length (per SAE J2022), nominal	112 in	2.84 m
Joint diameter (per SAE J2022)	3.25 in	83 mm
Tubing diameter (per SAE J2022)	2.23 in	57 mm
Minimum bend radius (per SAE J2022)	145 ft	44 m
Weight (per SAE J2022), with inner rod	100 lb	45 kg
Weight of drill pipe and large box (35 pipe)	4599 lb	2086 kg
Weight of drill pipe and small box (20 pipe)	2847 lb	1291 kg



All Terrain Flush Pipe	U.S.	Metric
Length (per SAE J2022), nominal	112 in	2.84 m
Joint diameter (per SAE J2022)	3.25 in	83 mm
Tubing diameter (per SAE J2022)	2.94 in	64 mm
Minimum bend radius (per SAE J2022)	153 ft	47 m
Weight (per SAE J2022), with inner rod	117 lb	53 kg
Weight of drill pipe and large box (35 pipe)	5194 lb	2356 kg
Weight of drill pipe and small box (20 pipe)	3187 lb	1445.6 kg
Operational	U.S.	Metric
Maximum spindle speed (per SAE J2022)	225 rpm	225 rpm
Maximum spindle speed (per SAE J2022) (AT inner spindle)	400 rpm	400 rpm
Maximum spindle torque	4000 ft•lb	5420 N•m
Maximum spindle torque (AT inner spindle)	800 ft•lb	1080 N•m
Carriage thrust travel speed (per SAE J2022)	120 fpm	37 m/min
Carriage pullback travel speed (per SAE J2022)	120 fpm	37 m/min
Thrust force (per SAE J2022)	24,800 lb	110 kN
Thrust force (All Terrain mode) (per SAE J2022)	24,800 lb	110 kN
Pullback force (per SAE J2022)	30,000 lb	133 kN
Bore diameter	4.5 in	114 mm
Bore diameter (All Terrain w/ Rockmaster® 822)	4.75 in	121 mm
Bore diameter (All Terrain w/ Rockmaster 86)	5.50 in	140 mm
Backream diameter	soil dependent	
Ground travel speed, forward (per SAE J2022)	2.4 mph	3.9 km/h
Ground travel speed, reverse (per SAE J2022)	2.4 mph	3.9 km/h

Power		U.S.	Metric
Engine: Cummins® QSB4.5, EPA Tier 4, EU Stage IV / EPA Tier 3, EU Stage III (LRC)			
Fuel: diesel			
Cooling medium: liquid			
Injection: direct			
Aspiration: turbocharged and charge air cooled			
Cylinders: 4			
Displacement		275 in ³	4.5 L
Bore		4.21 in	107 mm
Stroke		4.88 in	124 mm
Power			
	T4 manufacturer's gross power rating (per SAE J1995)	160 hp	119 kW
	LRC (T3) manufacturer's gross power rating (per SAE J1995)	148 hp	110 kW
	T4 estimated net power rating (per SAE J1349)	152 hp	113 kW
	LRC (T3) estimated net power rating (per SAE J1349)	143 hp	107 kW
	rated speed	2300 rpm	2300 rpm
	T4 peak gross power @ 2200 rpm	163 hp	122 kW
	LRC (T3) peak gross power @ 2000 rpm	156 hp	116 kW
Drilling Fluid System (Onboard)		U.S.	Metric
Maximum drilling fluid pressure (per SAE J2022)		1500 psi	103 bar
Maximum drilling fluid flow (per SAE J2022)		50 gpm	189 L/min



Fluid Capacities		U.S.	Metric
Hydraulic reservoir		27 gal	102 L
Fuel tank *			
	Tier 4	48 gal	182 L
	LRC (Tier 3)	53 gal	200 L
Engine oil, including filter		13.7 qt	13 L
Cooling system			
	Tier 4	24 qt	22.7 L
	LRC (Tier 3)	23 qt	21.8 L
Antifreeze tank		8 gal	30 L
Diesel exhaust fluid (DEF) tank (Tier 4 only)		3.6 gal	13.6 L

Battery (2 used)

SAE reserve capacity 195 min, 12V, negative ground, SAE cold crank @ 0°F (-18°C), 950 amps.

Tier 4 Noise Levels

Operator ear sound pressure level is < or = 86 dBA sound pressure per ISO 6396

Operator ear sound pressure level (with cab) is < or = 83 dBA sound pressure per ISO 6396

Tier 4 Exterior sound power level is < or = 100 dBA per ISO 6395

LRC (Tier 3) Noise Levels

Operator ear sound pressure level is < or = 86 dBA sound pressure per ISO 6394

Operator ear sound pressure level (with cab) is < or = 83 dBA sound pressure per ISO 6394

Exterior sound power level is < or = 98 dBA per ISO 6393

Vibration Levels

Average vibration transmitted to the operator's hand and whole body during normal operation does not exceed 2.5 and 0.5 m/sec² respectively.

Specifications are called out according to SAE recommended practices where indicated. Specifications are general and subject to change without notice. If exact measurements are required, equipment should be weighed and measured. Due to selected options, delivered equipment may not necessarily match that shown.

Declaration of Conformity Information

Countries in the European Union should have received a Declaration of Conformity (DOC) with this machine similar to the example below.

The Charles Machine Works, Inc.
PO Box 66
1959 West Fir Avenue
Perry, Oklahoma, USA 73077-0066
Phone: 580 572 3784
FAX: 580 572 3525

Declares that the product:

Model: **Ditch Witch® XXXX**
Type: **(machine type)**
Engine Power: **xxx kW**
Serial Number: **CMWXXXXXXXXXXXXXX**

Conforms to the requirements of:

2006/42/EC Machinery Directive
2004/108/EC Electromagnetic Compatibility Directive
2000/14/EC Noise Emission Directive

Measured sound power level (Annex V): **xxx dBA**
Guaranteed sound power level (Annex V): **xxx dBA**

The Technical Construction File is maintained at the manufacturer's location.

The manufacturer's European representative is:

Ditch Witch Barcelona
International Underground Systems, S.L.
C/EL PLA, 130 * Poligon Industrial El Pla
08980 Sant Feliu De Llobregat * Spain
Phone: +34 93 632 7344
FAX: +34 93 632 7343



DigiTrak® F5™

Directional Drilling Locating System



- Five frequency options for maximum interference reduction
- Dual-frequency transmitters allow in-ground frequency change
- DataLog® LWD (Log-While-Drilling) option with Bluetooth technology
- Pilot hole fluid pressure monitoring capability*
- Compatible with SST® steering tool and TensiTrak® monitoring system

The DigiTrak® F5™ Directional Drilling Locating System represents the most advanced in DCI's new F Series™ line of locating systems. Evolving from 5 years of development efforts and 20 years of HDD locating experience, the F5™ incorporates and improves upon DCI's Eclipse® locating technology, which has become the industry standard.

The F5™ system also incorporates DCI's patented 3D antenna technology, *target-in-the-box*® locating, and intuitive picture-driven menus, with new colorful and easy-to-use graphics. A four-way toggle switch below the display makes operation simple.

The increased versatility of the F5™ system includes five unique frequency options, providing the capability to overcome most interference problems and to locate to depths of 85 feet (25.9 m). Two dual-frequency transmitters are available that allow you to switch from one frequency to another while the transmitter is in the ground—a valuable time-saving feature. The F5™ system can also use the F Series™ transmitters made for the F2® system and the 12-kHz DucTrak™ transmitters.

The F5™ system also can be used for data logging with the DigiTrak LWD™ (Log-While-Drilling) System. Built-in Bluetooth technology transfers the data from the F5™ receiver to a PC, where a variety of options are available for analyzing, displaying, printing, and storing data. While drilling, the F5™ system allows you to view (scroll through) all data logged by the F5™ receiver, not just the real-time data.

The F5™ system is compatible with DCI's TensiTrak® pullback and pressure monitoring system. The F5™ system also allows you to see fluid pressure in real time when drilling pilot bores.



**DataLog® LWD
Setup Screen**



Headquarters

19625 62nd Ave. S., Suite B-103
Kent, Washington 98032 USA
Tel 800-288-3610 / 425-251-0559
Fax 253-395-2800
E-mail DCI@digital-control.com

Europe Australia India China Russia

+49-9394-990-990 | DCI.Europe@digital-control.com
+61-7-5531-4283 | DCI.Australia@digital-control.com
+91-11-4507-0444 | DCI.India@digital-control.com
+86-21-6432-5186 | DCI.China@digital-control.com
+7-843-277-52-22 | DCI.Russia@digital-control.com

www.digitrak.com

DigiTrak® F5™

F5™ Receiver and FSD™ Remote

The F5™ system brings a new level of intuitive graphics to locating, along with other features that streamline the locating process. The colorful graphics on the F5™ receiver display are easy to navigate and use, especially with the new four-way thumb toggle.

The F5™ locating display gives a bird's-eye view of the positions of the receiver and transmitter, and includes a 24-position roll clock. Pilot hole fluid pressure data is also provided, along with the transmitter's pitch, signal strength, and temperature.



F5™ Receiver
Main Menu

Locating Display with
Fluid Pressure Data

F5™ Receiver Specifications

Model number.....	F5R
Frequency.....	1.3, 8.4, 12, 18.5, or 19.2 kHz
Power source.....	Lithium-ion battery pack
Battery life.....	8–12 hr (approx.)
Battery charger.....	12 V DC or 100-240 V AC
Functions.....	Menu driven
Controls.....	Trigger and toggle switches
Graphic display.....	Full-color LCD
Audio output.....	Beeper
Telemetry range.....	1800 ft (550 m)
Telemetry channels.....	4 channels
Operating temperature.....	-4°F to 140°F -20°C to 60°C
Accuracy.....	±5% absolute
Height.....	11 in. (27.94 cm)
Width.....	5.5 in. (13.97 cm)
Length.....	15 in. (38.1 cm)
Weight (with battery).....	8.0 lb (3.63 kg)



Target Steering® Setup Menu
and Receiver Display

The *Target Steering*® function allows you to see the actual distance and depth of the transmitter while steering to the target. Improved graphics also make this function very easy to set up and operate.

The F5™ receiver is compatible with the FSD™ (F Series™ Display) remote. It can also be used with a DigiTrak® Multi-Function Display (MFD®), although a software upgrade may be required. The menus and display screens on the FSD™ and MFD® remotes are very similar to those on the F5™ receiver, although they are not in color.

Both the F5™ receiver and the FSD™ remote can only be powered by DigiTrak® lithium-ion battery packs. They are provided with the system, along with a battery charging system.

FSD™ Remote Specifications

Model number.....	FSD
Power source.....	Lithium-ion battery pack/12 V DC
Battery life.....	14–18 hr (approx.)
Battery charger.....	12 V DC or 100-240 V AC
Controls.....	Five-button touch pad
Graphic display.....	LCD
Audio output.....	Beeper
Telemetry range.....	1800 ft (550 m)
Telemetry channels.....	4 channels
Operating temperature.....	-4°F to 140°F -20°C to 60°C
Footprint.....	9.5 in. x 7.6 in. (24.13 cm x 19.3 cm)
Height.....	8.5 in. (21.6 cm)
Weight (with battery).....	6.2 lb (2.8 kg)

*Pending regulatory approval.



Headquarters
19625 62nd Ave. S., Suite B-103
Kent, Washington 98032 USA
Tel 800-288-3610 / 425-251-0559
Fax 253-395-2800
E-mail DCI@digital-control.com

Europe +49-9394-990-990 | DCI.Europe@digital-control.com
Australia +61-7-5531-4283 | DCI.Australia@digital-control.com
India +91-11-4507-0444 | DCI.India@digital-control.com
China +86-21-6432-5186 | DCI.China@digital-control.com
Russia +7-843-277-52-22 | DCI.Russia@digital-control.com

www.digitrak.com



Product Data Blad

Cebogel OCMA

Toepassing

Omschrijving

Drilling

Cebogel OCMA is een speciaal geselecteerde, natrium geactiveerde bentoniet. **Cebogel OCMA** voldoet aan de OCMA specificaties zoals vastgesteld voor olieboringen, wordt geleverd met het KIWA Water merk certificaat en is getest voor Duitsland door het "Hygiene-Institut des Ruhrgebiets". **Cebogel OCMA** is een allround boorbentoniet. **Cebogel OCMA** heeft een laag filtraatwaterverlies, is goed te recycleren en heeft daardoor een goede prijs-kwaliteitverhouding.

Restrictie voor gebruik in Nederland: Mag niet gebruikt worden binnen de 60-dagen zone. Indien gewerkt wordt binnen deze zone, adviseren wij Cebogel CE te gebruiken.

Eigenschappen



Cebogel OCMA heeft de volgende eigenschappen;

KIWA Water merk certificaat nr. K1007

Cebogel OCMA is gecertificeerd volgens het KIWA K1007 certificaat en voldoet hiermee aan de eisen zoals vastgelegd in de Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening. Voor Duitsland is Cebogel OCMA getest en goedgekeurd op waterhygiëne door het "Hygiene-Institut des Ruhrgebiets" en dus veilig voor gebruik in drinkwater gebieden.

Goede stabiliserende eigenschappen

Cebogel OCMA heeft goede stabiliserende eigenschappen door een laag filtraatverlies.

Uitstekende prijs-kwaliteitverhouding

Cebogel OCMA is gemakkelijk te recycleren en kan daardoor meerdere malen worden gebruikt. Cebogel OCMA heeft hierdoor een uitstekend rendement.

Cebogel OCMA heeft de volgende typische waarden;

Typische waarden Cebogel OCMA			
Parameter	Methode	Eis	Typische waarde
Korrelgrootte		Min. 98% door 150 micron (μm) zeef	99,5%
Vochtgehalte	Volgens DIN 18121-1	$\leq 13\%$ (m/m)	11%
Soortelijk gewicht	-	-	2300 kg/m³ +/- 10%
Stort gewicht	-	-	900 kg/m³ +/- 10%

Cebogel OCMA heeft de volgende chemische en fysische eigenschappen;

Chemische en fysische eigenschappen Cebogel OCMA	
Samenstelling	Hoogwaardige natrium geactiveerde bentoniet
Kleur	Beige
Vorm	Poeder



Cebo Holland

Industrial Minerals, Powerful Logistics

Cebo Holland BV, Westerduinweg 1, 1976 BV IJmuiden, The Netherlands
Tel. +31(0)255-546262, info@cebo.com, www.cebo.com



Product Data Blad

Cebogel OCMA

Aanbevolen gebruik

De eigenschappen van Cebogel OCMA worden het best benut als het aanmaakwater de volgende eigenschappen bezit;

- Geleidbaarheid : < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- pH : 7.5 – 10
- Hardheid : < 100 ppm

Langzaam en gelijkmatig toevoegen aan een hoog circulatie mixer. Blijf de slurry rond circuleren totdat de bentoniet volledig is gedispergeerd. Aanbevolen wordt de suspensie minimaal 4 uur te laten rijpen.

Typische waarden Cebogel OCMA volgens OCMA DFCP-4		
Parameter	Eis	Typische waarde
Yield	$\geq 16,0 \text{ m}^3/\text{ton}$	17,4 m^3/ton
API Filtraatwaterverlies	$\leq 15 \text{ ml (30 min)}$	13 ml
Korrelgrootte	Min. 98% door 150 micron (μm) zeef	99,5%

Cebogel OCMA in suspensie van 65 kg/m^3 heeft de volgende typische waarden (na 24 uur);

Typische waarden 6,5% Cebogel OCMA suspensie		
Parameter	Test methode	Specificaties
Dichtheid	Fann Mud Balance	1,035 g/ml
Viscositeit	Fann Marsh Funnel	48 sec.
Yield Point	Fann Viscometer	18 lbs/100 ft^2
Waterafscheiding	-	0%
Vloeigrens kogelnummer	Kugelharfengerät	3 kogels - 10 N/m^2
Filtraatwaterverlies	Fann API Filter Press	$\leq 10 \text{ ml}$

Verpakking

Cebogel OCMA is verkrijgbaar in de volgende verpakkingen;

- 1000 kg verpakt in 25 kg zakken op een pallet met krimpfolie
- 1000 kg big bag
- Bulk

Revisie datum : 25.04.2016
Document nummer : 100307NL

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.



Cebo Holland

Industrial Minerals, Powerful Logistics

Cebo Holland BV, Westerduinweg 1, 1976 BV IJmuiden, The Netherlands
Tel. +31(0)255-546262, info@cebo.com, www.cebo.com