



VAN **LENTHE DALFSEN**

Boorplan

Riegmeer Zuid Hoogeveen



Boorplan : 25B114-01
Datum : 18-2-2026
Status : Definitief
Versie : 1.0



Autorisatie	Naam	Bedrijfsnaam	Handtekening	Datum
Opgesteld door		Van Lenthe Dalfsen Bestuurbare Boringen		18-02-2026
Projectverantwoordelijke		Van Lenthe Dalfsen Bestuurbare Boringen		18-02-2026



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Omschrijving en doel van de werkzaamheden	3
1.2	Betrokken partijen	3
1.3	Projectlocatie	3
2	Werkbeschrijving	4
2.1	Vorbereiding gestuurde boring	4
2.1.1	Engineering	4
2.1.2	Tracé bepaling	4
2.1.3	Vergunningen	5
2.1.4	Klic melding	5
2.1.5	Lokaliseren van kabels en leidingen	5
2.1.6	Vorbereiding boorwerkzaamheden	5
2.1.7	Boormachine	6
2.2	Uitvoering gestuurde boring	6
2.2.1	Meetsysteem	6
2.2.2	Pilotboring	6
2.2.3	Ruimen van het boorgat	6
2.2.4	Aanbrengen van de leiding	7
2.2.5	Boorspoeling	7
2.2.6	Revisie tekeningen	7
2.3	Maatregel bij afwijkingen	7
2.3.1	Maatregelen bij calamiteiten en afwijkingen	7
2.4	Project specifiek	8
2.4.1	Archeologisch onderzoek	8
2.4.2	Geologisch onderzoek	8
2.4.3	Milieukundig onderzoek	8
2.4.4	Niet gesprongen explosieven (NGE)	8
2.4.5	Flora- en faunawet	8
3	Boorspoeldruk- en sterkteberekening	9
3.1	Berekenmethoden	9
3.2	Berekeningsresultaten	9
4	Uitgangspunten	10
4.1	Kwelwegen	10
5	Conclusie	11
5.1	Optredende spanningen tijdens de uitvoering	11
5.2	Optredende spanningen en deflectie in de eindsituatie	11
5.3	Toelaatbare boorspoeldrukken	11
5.4	Kwelwegen	11
6	Risico's	11
7	Veiligheid	12
7.1	VGM deelplan	12
8	Bijlagen	15
8.1	Sterkte en boorspoeldrukberekening	15
8.2	Boorontwerp	16
8.3	Grondonderzoeken	17
8.4	Grondwaterstanden	24
8.5	Kwel	26
8.6	Drill-grout	27

1 Inleiding




1.1 Omschrijving en doel van de werkzaamheden

Van Lenthe Dalfsen Bestuurbare boringen heeft van BAM Energie & Water Noord-Oost B.V. opdracht gekregen voor het opstellen van een boorplan met bijbehorende tekeningen en berekeningen voor het maken van twee gestuurde boring voor het plan Riegmeer Zuid in Hoogeveen.

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

In dit boorplan 25B114-01 wordt uitleg gegeven over de uit te voeren werkzaamheden en de bijbehorende onderbouwingen zoals berekeningen en is opgesteld volgens de eisen en voorschriften van de NEN 3650, NEN 3651, NEN-EN-ISO 14688-1, NEN-EN-ISO 14688-2 en Richtlijnen Boortechnieken juni 2019-v1.0. Daarbij worden de eisen en de voorschriften van de belanghebbenden ook meegenomen in dit boorplan en tekening.

1.2 Betrokken partijen

Opdrachtgever
Naam : BAM Energie & Water Noord-Oost
Adres : Den Hulst 102
Postcode : 7711 GS Nieuwleusen
Contactpersoon : 
Telefoonnummer : 06-
E-mail : @bam.com

Aannemer
Naam : Van Lenthe Dalfsen Bestuurbare Boringen
Adres : Koelmansstraat 73
Postcode : 7722 LW Dalfsen
Contactpersoon : 
Telefoonnummer : 06-
E-mail : @vanlenthedalfsen.nl

1.3 Projectlocatie

Projectadres : Albartsweg 10T
: Hoogeveen





2 Werkbeschrijving

De werkbeschrijving in dit plan bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Engineering;
2. Tracé bepaling;
3. Vergunningen en toestemmingen;
4. KLIC-melding;
5. Lokaliseren van kabels en leidingen;
6. Voorbereiding boorwerkzaamheden;
7. Boormachine;
8. Meetsysteem;
9. Pilotboring;
10. Ruimen boorgat;
11. Aanbrengen van de leiding;
12. Afvoer van de boorspoeling;
13. Maken van een revisietekening.

2.1 Voorbereiding gestuurde boring

2.1.1 Engineering

De geplande boortracé 25B114-VO-01-C02 onder de watergang langs de Albartsweg in Hollandseveld dient vergunning te worden aangevraagd.

Het boortracé is van tevoren geschouwd en er is bij het kadaster een oriëntatiemelding 25O0174644 aangevraagd. Een BGT ondergrond is opgevraagd bij het kadaster en er is gebruik gemaakt van het Actueel Hoogtebestand Nederland. Voor het inzichtelijk maken van de lokale bodemopbouw zijn gegevens opgevraagd bij het Dino loket of zijn er sonderingen gemaakt.

Uit dit vooronderzoek is gebleken dat er rekening moet worden gehouden met onderstaande punten.

Beide boortracés zijn zo gekozen dat we voldoen aan de eisen van de opdrachtgevers en de richtlijnen van de vergunningverleners, Richtlijnen Boortechniek “2019” en de richtlijnen van diverse kabel- en leidingbeheerders.

Aan de hand van het schouwen van de locatie, aanwezige Kabels en Leidingen en AHN gegevens is een ontwerp-tekening gemaakt met bijbehorend boorplan voor het doen van een vergunningaanvraag.

2.1.2 Tracé bepaling

Voordat de gestuurde boringen worden uitgevoerd, worden het tracé en dwarsprofiel van het boortraject vastgesteld. Dit tracés zijn weergegeven op tekening 25B114-VO-01-C02 (zie bijlage 8.2).

Op de tekeningen zijn de booropstelling en in- en uittrede punten weergegeven.

Beide tracés zijn overgenomen uit het basisontwerp verstrekt door de opdrachtgever. Aan de hand van deze gegevens is de ontwerp-tekening gemaakt.

In de uitvoering kan er afgeweken worden van het ontwerp i.v.m. een andere ligging van kabels, leidingen en/of obstakels die van tevoren niet inzichtelijk waren.



2.1.3 Vergunningen

Voor het mogen realiseren van de gestuurde boringen is nodig:

- Complete KLIC melding aanwezig op het werk en is bekend bij de boormeester;
- Vergunning;

Alle door vergunningverlenende instanties en de door de opdrachtgever verstrekte en gewaarmerkte documenten zullen op het werk aanwezig zijn.

2.1.4 Klic melding

Voor uitvoering wordt minimaal 5 dagen voor uitvoering een graaf klic-melding gedaan om de ligging van de bestaande ondergrondse infrastructuur in kaart te brengen. Tevens zal indien nodig met de betreffende netbeheerders contact worden opgenomen.

Het ontwerp van het boorprofiel is op basis van verstrekte gegevens en uitgangspunten. De uitvoering kan wijzigen door werkelijke ligging van kabels & leiding en/of obstakels in de grond. Ook welke vooraf niet inzichtelijk of bekend waren.

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

2.1.5 Lokaliseren van kabels en leidingen

Door middel van proefsleuven en gps meting wordt de ligging van de kabels en leidingen opgezocht en bepaald die op kortere afstand dan 0,5 m. door de boorkop benaderd kunnen worden. Bij het kruisen van een bestaand tracé wordt, indien mogelijk volstaan met een proefsleuf ter plaatse van de kruising. Bij boringen parallel aan een bestaand tracé zal de boring op een minimale afstand van 1,0 meter tot dit tracé worden aangelegd. Afhankelijk van de situatie zal op regelmatige afstanden de ligging van het bestaande tracé worden gecontroleerd door middel van een kabel-zoeker of door middel van proefsleuven.

De proefsleuven worden op de voorgeschreven wijze van CROW-Publicatie 500 uitgegraven.

Wanneer er een afwijking wordt geconstateerd wordt gekeken of dit consequenties heeft voor de te maken boring.

2.1.6 Voorbereiding boorwerkzaamheden

De machine wordt ter plaatse van het intredepunt in de juiste richting van het tracé opgesteld onder de geplande intredehoek. Bij het intredepunt wordt een startput gegraven voor de opvang van de gebruikte boorspoeling. Bij boringen waar hoge trekbelastingen worden verwacht kunnen damwanden worden aangebracht ter verankering. De verankering heeft dan afhankelijk van de benodigde trekkracht en grondslag een lengte tussen de 2 á 6 m. Bij deze boring treden geen hoge trekkrachten op.



VAN LENTHE DALFSEN

2.1.7 Boormachine

De boring wordt uitgevoerd met een AT-Borettec MT15 Powerdrill machine:

MT15 Powerdrill

Lengte: 6.10 m

Breedte: 2.10 m

Hoogte: 2.45 m

Gewicht: 9.800 kg

Boormotorcapaciteit

Max. trekkracht: 14.864,75 kg

Max. duwkracht: 14.864,75 kg

Boorkoppel: 5.600 Nm @ 220 RPM

Diameter boorpijp: 70-60 mm

Diameter boorkop: 150 mm



2.2 Uitvoering gestuurde boring

2.2.1 Meetsysteem

Walk-over Falcon F5 meetsysteem

Een 'Walk-over' meetsysteem maakt gebruik van sondes die vanuit de boorkop een signaal uitzenden. Deze signalen bevatten gegevens over de richting, de diepte en de hellingshoek van de boorkop. Om het signaal van de boorkop te kunnen ontvangen moet de ontvanger loodrecht boven de boorkop geplaatst zijn.

2.2.2 Pilotboring

De pilotboring dient om het boorprofiel van de te installeren buis te bepalen en de uitvoeringsafwijkingen te bewaken. De boorkop wordt met een Falcon F5 meetsysteem in gemeten (elke 1,5 tot 3,0 meter) waarbij de volgende gegevens van de boring worden vastgelegd:

- Diepte ten opzichte van het maaiveld.
- Hellingshoek van de boorkop t.o.v. het horizontale vlak.
- Horizontale richting van de boorkop.
- Zijwaartse afwijking.
- Temperatuur van de boorkop.
- Batterij conditie van de sonde.
- Bindende druk in het boorgat (optie).

De gehele pilotboring wordt met een Walk-over gemeten waarmee ook het boorprofiel en de uitvoeringsafwijkingen wordt bewaakt.

2.2.3 Ruimen van het boorgat

Na de pilotboring wordt het boorgat, indien nodig, in een of meerdere fases geruimd ter verkrijging van een boorschacht van voldoende diameter om de te installeren leidingen met een acceptabele wrijvingskracht het boorgat in te trekken. Het ruimen wordt d.m.v. een aan de boorpijp bevestigde ruimer uitgevoerd die langs het profiel van pilotboring in de richting van de machine wordt teruggetrokken. Tijdens het ruimen wordt boorspoeling via kanalen in de ruimer aan de boorschacht toegevoegd om het boorgat te stabiliseren.

2.2.4 Aanbrengen van de leiding

Zodra het boorgat voldoende is voor geruimd wordt de productbuis in het boorgat getrokken. Doormiddel van een trekkop wordt de productleiding aan de boorstangen gekoppeld. Met behulp van de barrel worden de boorstangen in het midden van de boorgang gehouden.

2.2.5 Boorspoeling

De gebruikte boorspoeling wordt tijdens het gehele proces opgevangen in de gegraven in- en uittrede gaten en eventueel tussentijds opgezogen en afgevoerd. Na de intrekfase wordt de overtollige boorspoeling afgezogen en afgevoerd, het materieel opgeruimd.

2.2.6 Revisie tekeningen

In het werk worden de in- en uittrede punten en de Walk-over gevolgde boorlijn in coördinaten ingemeten. Samen met de opgeslagen meetgegevens vanuit het Walk-over systeem wordt van de ligging van de gestuurde boring een revisietekening gemaakt. De revisietekening zal bestaan uit zowel een situatietekening als een dwarsprofiel. Na afloop van de boorwerkzaamheden wordt de revisietekening ingediend bij alle belanghebbende partijen.

2.3 Maatregel bij afwijkingen

2.3.1 Maatregelen bij calamiteiten en afwijkingen

Het is mogelijk dat een pilotboring onder bepaalde omstandigheden afwijkt van het vooraf geplande boortracé. De boormeester en assistent-boormeester houden continu en nauwlettend het boorproces in de gaten en eventuele afwijkingen worden geregistreerd. Wanneer de boring buiten de 'maximale toegestane afwijking' treedt zal door de hoofduitvoerder contact worden opgenomen met de opdrachtgever. Volgens de NEN 3650-01 en Richtlijnen Boortechnieken mag de afwijking in de lengte-, breedte- en diepteligging van de hartlijn van de leiding niet groter zijn dan aangegeven afwijkingen in het onderstaande tabel.

Richting	Maximaal toegestane uitvoeringsafwijking
Verticaal	+1/-1 m
Horizontaal:	
- In lengte richting; t.p.v. uittredepunt	+5/-2 m
- In dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt	+1/-1 m
- In dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-5 m
Bochtstralen	< 10%



2.4 Project specifiek

2.4.1 Archeologisch onderzoek

Voor aanvang van de werkzaamheden dient een archeologisch onderzoek gedaan te zijn. Indien er geen gebieden zijn die aangemerkt als bijzonder archeologisch gebied, zullen er geen aanvullende maatregelen nodig zijn. Het archeologisch onderzoek gebeurt over het algemeen bij het bepalen van het leidingtracé en maakt dan geen deel uit van het boorplan.

Door de opdrachtgever, aannemer of vergunning verlener is niet bekend of er een archeologisch onderzoek gedaan. Van Lenthe Dalfsen heeft zelf geen onderzoek gedaan.

2.4.2 Geologisch onderzoek

Beschikbare sonderingen/boringen zijn opgevraagd bij het Dinoloket. Met het maken van sonderingen is naast de conusweerstand ook de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. Dit geeft een beeld van de bodemopbouw en samenstelling van de bodem. Indien nodig worden er vooraf aanvullende grondmonsters genomen. Voor dit project heeft Van Lenthe Dalfsen zelf geen aanvullend onderzoek gedaan.

2.4.3 Milieukundig onderzoek

Eventuele verontreinigingen in de bodem en grondwater worden door middel van milieukundig onderzoek in beeld gebracht. Indien noodzakelijk wordt er een milieukundig onderzoek uitgevoerd door de opdrachtgever. Op basis van het onderzoek kunnen, indien nodig vroegtijdig maatregelen genomen worden. Voor dit project heeft Van Lenthe Dalfsen zelf geen onderzoek gedaan.

2.4.4 Niet gesprongen explosieven (NGE)

In gebieden die bekend staan om de eventuele aanwezigheid van niet-gesprongen explosieven moet er voor aanvang van de werkzaamheden onderzoek gedaan worden naar NGE. Dit gebeurt door middel van historisch onderzoek. Het gebied van werkzaamheden dient door de opdrachtgever als NGE-vrij verklaard te worden.

2.4.5 Flora- en faunawet

In deze wet zijn regels gegeven over de bescherming van bossen, gebieden (natura 2000) en soorten (dieren en planten). Vanaf 1 januari 2017 bepalen de provincies voor hun gebied wat wel en niet mag in de natuur. Zij zijn verantwoordelijk voor de vergunningen en ontheffingen. De Rijksoverheid is dan alleen nog verantwoordelijk voor de ontheffingsaanvragen en de gedragscodes. Indien nodig kan de opdrachtgever via een gedragscode een vrijstelling of ontheffing aanvragen om toch een boring uit te kunnen voeren. Van Lenthe Dalfsen heeft geen onderzoek uitgevoerd voor de instandhouding van de beschermde bossen, gebieden en soorten.



3 Boorspoeldruk- en sterkteberekening

3.1 Berekenmethoden

De input voor de sterkte- en muddrukberoeeningen (zie bijlage 8.1) is gebaseerd op de bijgevoegde bodemonderzoeken. (zie bijlage 8.3). Om de grondwaterstand in te schatten is gebruik gemaakt van peilbuisgegevens, afkomstig van bodemonderzoek/Dinoloket/Grondwater standen in Beeld (TNO).

De berekening van de gestuurde boring betreft de volgende aspecten:

1. Optredende spanningen tijdens de uitvoering.
 2. Optredende spanningen in de eindsituatie
 3. Toelaatbare boorspoeldruk
-
1. Optredende spanningen tijdens de uitvoering.
Hierbij wordt gecontroleerd of de optredende spanningen die ontstaan tijdens de uitvoering, de maximaal toelaatbare korte-duur spanning op de buis niet overschrijden.
Deze spanningen worden voornamelijk veroorzaakt door wrijving tussen buis en boorvloeistof c.q. boorgangwand, de op de buis uitgeoefende trekkracht en de opgelegde kromming.
 2. Optredende spanningen in de eindsituatie
Hierbij wordt gecontroleerd of de optredende spanningen, die optreden in de eindsituatie, de maximaal toelaatbare lange-duur spanningen op de buis niet overschrijden.
De spanningen worden in dit geval voornamelijk veroorzaakt door grondbelasting op de buis en door de opgelegde kromming.
 3. Toelaatbare boorspoeldruk
De berekening is gebaseerd op de voorwaarde, dat tijdens alle fasen van de boring sprake moet zijn van grondmechanisch evenwicht. NEN 3651 vermeldt hiertoe een tweetal eisen:
De dekking moet minimaal gelijk zijn aan de maximale straal van de plastische zone, vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor. Op basis van de grondsoort, grondwaterstand en gekozen diepteligging is de bijbehorende effectieve toelaatbare boorspoeldruk te berekenen. De effectieve toelaatbare boorspoeldruk mag niet groter zijn dan 90% van de limietdruk.
Alle berekeningen zijn uitgevoerd met het programma Sigma 2025 versie 1.4 van Adviesbureau Schrijvers BV, Hellevoetsluis.

3.2 Berekeningsresultaten

De sterkteberekeningen en boorspoeldrukberoeeningen zijn toegevoegd in bijlage 8.1



4 Uitgangspunten

4.1 Kwelwegen

Tijdens het boorproces wordt grond verwijderd en wordt de oversnijding tussen het boorgat en de aangebrachte buis opgevuld door de boorspoeling. De grondspanning rondom het boorgat zal hierdoor veranderen. Nadat de gestuurde boring gereed is wordt er een nieuw spanningsevenwicht gevormd tussen de achtergebleven boorspoeling en de grond er omheen. Dit gebeurt doordat het water langzaam uit de boorspoeling wordt geperst. 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.

Op de site Grondwaterstanden in Beeld zien we dat de kwel/wegzijging nihil is, zie bijlage 8.5

DRILL GROUT

Om kwelvorming vanuit de watergang door het boorgat te voorkomen wordt de ruimgang preventief afgedicht met een Drill-Grout.

Drill-Grout is een zelf uithardende suspensie die de ringvormige ruimte tussen de boorgatwand en de geplaatste buizen in het boorgat volledig opvult. De Drill-Grout ontwikkelt zich tot een harde, echter nog plastische formatie met een lage water doorlaatbaarheid. Door het gebruik van Drill-Grout kunnen kwelvorming en verzakkingen voorkomen worden.

Het toevoegen van Drill-Grout gaat tegelijkertijd met het intrekken van de PE buis. Op deze manier wordt de huidige spoeling uit het gat verdreven. Het advies is om het soortelijk gewicht te testen van de spoeling in het boorgat vóór het trekken van de productiepomp(en). Het soortelijk gewicht van de Drill-Grout dient hoger te zijn dan de spoeling in het boorgat. Dit om een goede verdrijving van de boorspoeling te waarborgen.

Gebruik voor het injecteren een barrel ruimer (welke iets kleiner is dan de laatst geruimde diameter) tijdens het intrekken van de PE buis. Houd 1 à 2 nozzles open aan de kant van de machine en het maximaal aantal nozzles aan de kant van de productiepomp(en). Deze set-up zal helpen om de oude spoeling mechanisch te verdringen aan de voorzijde van de barrel.

In de bijlage 8.6 is een productblad toegevoegd waarin de samenstelling en werking wordt omschreven.



5 Conclusie

5.1 Optredende spanningen tijdens de uitvoering

Uit de sterkteberekeningen blijkt dat de optredende spanningen tijdens de uitvoering toelaatbaar zijn. De resultaten van de sterkteberekening met betrekking tot de uitvoering zijn in bijlage 8.1 weergegeven.

5.2 Optredende spanningen en deflectie in de eindsituatie

Uit de sterkteberekeningen blijkt dat de optredende spanningen in de eindsituatie toelaatbaar zijn. De belangrijkste resultaten van de sterkteberekening met betrekking tot de eindsituatie zijn in bijlage 8.1 weergegeven.

5.3 Toelaatbare boorspoeldrukken

Uit de berekeningen blijkt dat er, uit de maatgevende waarde, een minimale boorspoeldruk van 0.39 bar noodzakelijk is en maximaal is toegestaan 3.36 bar.

5.4 Kwelwegen

Uit de bevinden op Grondwaterstanden in Beeld blijkt dat deze nihil is. De resultaten zijn in bijlage 8.5 weergegeven.

6 Risico's

Tijdens de uitvoering van de boring zijn nog risico's aanwezig, waarbij te denken valt aan het imploderen van de boorgang, het vastlopen van de boring en mudexplosies zoals blow-outs.


Ter voorkoming van het imploderen van de boorgang of het vastlopen van de boring is het van belang dat geboord wordt volgens de boortekeningen en dat de juiste boorvloeistofsamenstelling wordt toegepast. Ondanks deze preventieve maatregel kan de boorgang toch, met name gedeeltelijk, instorten. Hierdoor kan de boorvloeistofdruk extreme waarden aannemen, met als gevolg een blowout. Indien tijdens de uitvoering van de boring blijkt dat de boorgang gedeeltelijk instort zal een keer voorgeruimd moeten worden om opstoppen in de boorgang zoveel mogelijk te voorkomen. Ter voorkoming van mudexplosies/blow outs, mogen tijdens de boring de berekende maximale boorspoeldrukken niet overschreden worden. Op dit moment bestaat echter geen doeltreffende methode om de boorspoeldrukken aan het boorfront te meten. Om die reden zal tijdens het boren de druk op de meters en de retourstroming aan het in- en uittredepunt nauwkeurig gevolgd moeten worden. De opstelling van het materieel zal zodanig gebeuren dat er minimale belemmeringen voor het verkeer ontstaan.



7 Veiligheid

7.1 VGM deelplan

De werkzaamheden rondom het uitvoeren van gestuurde boring worden verricht volgens de richtlijnen uit het KAM-bedrijfshandboek van Van Lenthe Dalfsen. Dit V&G plan bevat alle organisatorische- en technische maatregelen ten behoeve van het borgen van de veiligheid, de gezondheid en het milieu van de betrokken werknemers.

Het V&G plan beschrijft de risico inventarisatie en bij behorende maatregelen die van toepassing zijn.

RISICOGEBIED			Revisienummer: 0	
Aandachtspunt	Reden risico of knelpunt	Minimaal maatregel niveau arbo-managementsysteem	Projectspecifieke (aanvullende) maatregel(en)	Actie door
ALGEMENE VOORZIENINGEN				
Verkeer en toegangswegen bouwplaats	Verkeersveiligheid en voorkomen van verkeersproblemen	<ul style="list-style-type: none"> • Overleg Gemeente / politie / wegbeheerder; • Werken binnen de afzettingen; • Juiste en voldoende verkeersvoorziening plaatsen conform CROW publicatie 96B; • Goede signalering mens en materieel; 		
Werken met en in nabijheid van machines en gereedschappen	Kans op ongevallen	<ul style="list-style-type: none"> • Alleen gekeurde machines, apparaten en gereedschappen gebruiken; • Alleen te gebruiken door geïnstrueerde personen. 		
Opstelplaats	Veiligheid Schuiven van machine	<ul style="list-style-type: none"> • Goede toegang tot de werkplek: verharde bouwwegen of tijdelijke voorzieningen en voldoende breedte voor opstelplaats; • Stabiele opstelplaats door aanwezigheid van harde en vlakke ondergrond; • Opstelplaats, in- en uitredepunt goed markeren / afzetten. 		
BHV 	Ontbreken van voldoende opgeleid personeel Onbekendheid met	<ul style="list-style-type: none"> • BHV'er moet aanwezig zijn; • Blusmiddelen aanwezig; • EHBO doos moet aanwezig zijn. 		

RISICOGEBIED			Revisienummer: 0	
Aandachtspunt	Reden risico of knelpunt	Minimaal maatregel niveau arbo-managementsysteem	Projectspecifieke (aanvullende) maatregel(en)	Actie door
	blusmiddelen en / of verbandmiddelen			
Brand-bestrijdingsvoorzieningen	Voldoende en effectieve middelen ten einde noodsituaties aan te kunnen.	<ul style="list-style-type: none"> De voertuigen zijn voorzien van de benodigde brandblusapparatuur; 		
Aanrijdgevaar	Aanrijden van mens en materieel 	<ul style="list-style-type: none"> Buiten bereik draaicirkels en/of rijdend en rollend materieel blijven; Achteruitrijbeveiliging aanbrengen indien van toepassing. Voorlichting en werkwijze betreft inzet van materieel; Materieel voorzien van akoestisch signaal Zorg voor een goede markering; Onbevoegden geen toegang. 		
Gebruik van P.B.M.	Het gebruik van veiligheidsschoenen en veiligheidshelm verplicht	<ul style="list-style-type: none"> Gebruik de juiste en voorgeschreven P.B.M. op de juiste wijze. 		
Weersomstandigheden	Gezondheid	<ul style="list-style-type: none"> Gebruik maken van doorwerkkleding Tijdelijke maatregelen inrichting werkterrein 		

RISICOGEBIED				Revisienummer: 0
Aandachtspunt	Reden risico of knelpunt	Minimaal maatregel niveau arbo-managementsysteem	Projectspecifieke (aanvullende) maatregel(en)	Actie door
GRONDWERK				
	Beschadiging bestaande terreinleidingen Elektrocutie	<ul style="list-style-type: none"> • Beoordeling noodzaak tijdens het opstartgesprek; • KLIC-melding; • Graven proefsleuven • Voorlichting en werkwijze boring; 		
	Weggliden bij of in ontgraving van het intrede- of uittredepunt	<ul style="list-style-type: none"> • Niet in de directie omgeving van de ontgraving komen • Afzetten ontgraving • Ontgraving onder natuurlijk talud; • Ontgraving met (natuurlijk) talud hanteren middels kennis over de grondsoort; 		
BORING				
Algemeen	Verzakkingen door Blow-out door verstopping boorgang of lokale bodemkwaliteit en/of samenstelling	<ul style="list-style-type: none"> • Kennis van specifieke eigenschappen aanwezige ondergrond • Opvragen informatie ondergrond www.DINOloket.nl • Visuele controle kleur retourstromen boorspoeling • Visuele controle bijmenging retourstromen boorspoeling 		
Vastmaken en/of losmaken van de PE-buis	Letsel bij het vastmaken en/of losmaken van de PE-buis	<ul style="list-style-type: none"> • Geen draaiende delen tijdens het vast- losmaken • Gebruikmaken van de juiste gereedschappen en hijsmiddelen 		
Intrekken van de PE-leiding	Letsel of schade bij vastlopen of aflopen van de haspel/rollenbaan	<ul style="list-style-type: none"> • Zorgdragen voor onderhoud en begeleiding van de PE-buis tijdens het intrekken • Blijf op afstand en altijd naast de haspel 		
Aanmaken van bentoniet	Inademen stof	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik maken van stoffilters P3 		



VAN LENTHE DALFSEN

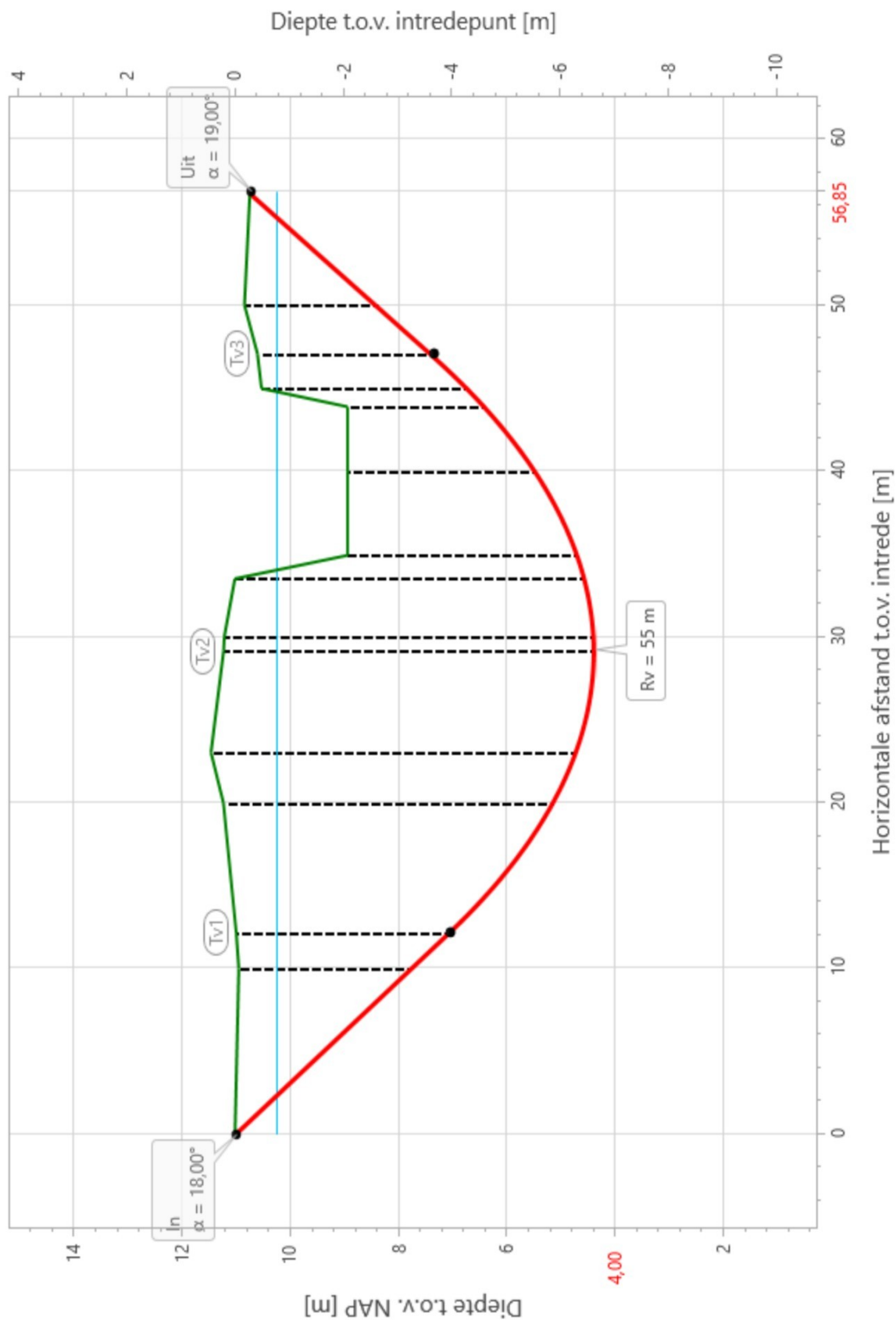
8 Bijlagen

8.1 Sterkte en boorspoeldrukberekening

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020				Sigma 2025 1.4 ©	
Algemene gegevens					
Naam van het project : Riegmeer Hoogeveen Projectonderdeel : 25B114-VO-01-C02					
Materiaalgegevens					
Materiaalsoort:		PE			
Kwaliteit:		PE 100 SDR 11			
Gegarandeerde minimale treksterkte		MRS	= 10	N/mm ²	
Materiaalfactor		γ_M	= 1,25	-	
Toelaatbare lange duur zuivere trekspanning		$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²	
Elasticiteitsmodulus korte duur		E	= 975	N/mm ²	
Elasticiteitsmodulus lange duur		E'	= 350	N/mm ²	
Lineaire uitzettingscoëfficiënt		α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)	
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal		α_σ	= 0,65	-	
Soortelijk gewicht buis		ρ_L	= 9,55	kN/m ³	
Toelaatbare deflectie		δ	= 8,00	%	
Leidinggegevens					
Uitwendige middellijn		D _e	= 160,00	mm	
Wanddikte		d _n	= 14,6	mm	
Procesgegevens					
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)				= Drukloos	
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken					
Totale lengte		L	= 58,65	m	
Totale horizontale lengte		L _{hor}	= 56,85	m	
Straal maaiveld/rollenbaan		R _r	= 100,00	m	
Intredehoek (bij boorstelling)		α_1	= 18,00 / 32,49	° / %	
Uittredehoek (bij rollenbaan)		α_2	= 19,00 / 34,43	° / %	
Belastinghoek		α	= 180	°	
Ondersteuningshoek		β	= 120	°	
Horizontale steundrukhoek		γ	= 120	°	
MV intrede t.o.v. NAP		MV _{in}	= 11,02	m	
MV uittrede t.o.v. NAP		MV _{uit}	= 10,74	m	
Beschrijving	Lengte langs buis [m]	Horizontale lengte [m]	Cummulatieve lengte langs buis [m]	Cummulatieve horizontale lengte [m]	Verticale straal [m]
1	12,79	12,16	12,79	12,16	-
2	35,52	34,90	48,30	47,06	55,00
3	10,35	9,79	58,65	56,85	-

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020				Sigma 2025 1.4 ©			
Uitvoeringsaspecten							
Diameter boorstang	D_b	= 68	mm				
Tijdens pilot							
Diameter boorkop/boorgat	D_p	= 150	mm				
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,p}$	= 11,5	kN/m ³				
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,p}$	= 13,4	Pa				
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_p	= 0,009	Pa·s				
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,p}$	= 110	l/min				
Tijdens ruimgang							
Boorstangen koppelen tijden ruimen							
Diameter ruimer/boorgat	$D_{g,r}$	= 150	mm				
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,r}$	= 11,5	kN/m ³				
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,r}$	= 13,4	Pa				
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_r	= 0,009	Pa·s				
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,r}$	= 350	l/min				
Tijdens intrekken							
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,i}$	= 11,5	kN/m ³				
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,i}$	= 13,4	Pa				
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_i	= 0,015	Pa·s				
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,i}$	= 350	l/min				
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan							
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang							
Onzekerheids- en wrijvingsfactoren							
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/mm ²				
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f_3	= 0,2					
Partiële factor grondbelasting	γ	= 1,1					
Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting							
Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvingshoek grond [°]
Tv1	10,51	3,18	0,70	Leem	20,00	20,00	32,50
	12,79	3,93	0,75	Leem	20,00	20,00	32,50
	20,87	6,09	0,98	Leem	20,00	20,00	32,50
Tv2	23,92	6,74	1,21	Leem	20,00	20,00	32,50
	30,06	6,85	0,98	Leem	20,00	20,00	32,50
	30,91	6,83	0,97	Leem	20,00	20,00	32,50
	34,42	6,47	0,77	Leem	20,00	20,00	32,50
	35,84	4,26	-1,31	Leem	20,00	20,00	32,50
	40,98	3,48	-1,31	Leem	20,00	20,00	32,50
	44,97	2,56	-1,31	Leem	20,00	20,00	32,50
Tv3	46,11	3,83	0,28	Leem	20,00	20,00	32,50
	48,30	3,23	0,35	Leem	20,00	20,00	32,50
	51,41	2,46	0,59	Leem	20,00	20,00	32,50
				18-02-2026 12:24:14			

Locatie	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
Tv1	1,00	3,00	Grafiek ½ x II
	1,00	3,00	Grafiek ½ x II
	1,00	3,00	Grafiek ½ x II
Tv2	1,00	3,00	Grafiek II
	1,00	3,00	Grafiek II
	1,00	3,00	Grafiek II
	1,00	3,00	Grafiek II
	1,00	3,00	Grafiek II
	1,00	3,00	Grafiek II
	1,00	3,00	Grafiek II
Tv3	1,00	3,00	Grafiek II
	1,00	3,00	Grafiek II
	1,00	3,00	Grafiek II



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 130,80	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 145,40	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 160,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 80,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 65,40	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 72,70	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 17.801.758,07	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 222.521,98	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 259,34	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 35,53	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 6.669,10	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,0637	N/mm ¹

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

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,0637 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,0637 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,0637 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,0637 \text{ N/mm}^1$

4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds**4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld**

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N] (f = 1,4)	T_1 [N] (f = 1)
Starten met trekken	58,65	1.569	1.121
Na intrekken van 3	48,30	1.292	923
Na intrekken van 2	12,79	342	244

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = f \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,3$$

4.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N] (f = 1,4)	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	1.569	0,24
Na intrekken van 3	1.292	0,19
Na intrekken van 2	342	0,05

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{6.669,10}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{100.000} = 190.923,86 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{190.923,86}{222.522} = \mathbf{0,86 \text{ N/mm}^2}$$

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	0,24	0,79
Na intrekken van 3	0,19	0,75
Na intrekken van 2	0,05	0,61

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,86 + \sigma_t$$

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

$$\sigma_a \leq \sigma_{kd} \rightarrow 0,79 \leq 10,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

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

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

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

Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 502,65 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,0637 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_{m,i} \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 160,00^2 \cdot \pi/4 = 0,231 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,168 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L_2 / L_b [m]	T_2 [N] ($f = 1,4$)	T_{3a} [N] ($f = 1,4$)	T_2 [N] ($f = 1$)	T_{3a} [N] ($f = 1$)
Na intrekken van 3	58,65	850	-	607	-
Na intrekken van 2	48,30	-	3.766	-	2.690
Na intrekken van 1	12,79	4.815	-	3.439	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L_2 \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_2 \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_b \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_b \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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

Leidingdeel (Doorsnede)	E_{100} [N/mm ²]	q_n [kN/m ²]	$E_{100,norm}$ [N/mm ²]	ν [-]	l [mm]	m [-]	λ [mm ⁻¹]	k_v [N/mm ³]
2 (Tv1)	3,00	54,60	2,22	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 ()	3,00	82,91	2,73	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 ()	3,00	93,04	2,89	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 (Tv2)	3,00	92,03	2,88	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 ()	3,00	91,68	2,87	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 ()	3,00	85,38	2,77	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 ()	3,00	51,12	2,15	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 ()	3,00	41,80	1,94	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 ()	3,00	30,67	1,66	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 ()	3,00	48,72	2,09	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919
2 (Tv3)	3,00	42,30	1,95	0,3163	1.464,6	0,73	0,00214	0,00919

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

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

$$l = \frac{\pi}{\lambda} \quad A = l \cdot b \quad b = \beta \cdot r_e = 120^\circ \cdot 80 = 167,55 \text{ mm}$$

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

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

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

Leidingdeel (Doorsnede)	R_v [m]	q_r [N/mm ²]	Q_r [N/mm ¹]	T_{3b} [N] ($f = 1,4$)	T_{3b} [N] ($f = 1$)
2 (Tv1)	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 ()	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 ()	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 (Tv2)	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 ()	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 ()	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 ()	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 ()	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 ()	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 ()	55,00	0,0033	0,52	427	305
2 (Tv3)	55,00	0,0033	0,52	427	305

$$q_r = e^{(-\pi/4)} \cdot \sin(\pi/4) \cdot \frac{\lambda^2 \cdot E \cdot l_b}{D_o \cdot f_{r,o} \cdot R} = 0,322 \cdot \frac{\lambda^2 \cdot 975 \cdot 17.801.758,07}{160 \cdot 0,9 \cdot R}$$

$$Q_r = q_r \cdot D_o = q_r \cdot 160$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = f \cdot 4 \cdot \frac{q_r}{2} \cdot 160 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

5.4 Trekkracht T_{bocht} tijdens verschillende stadia

Trekkracht T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N] ($f = 1$)	T_2 / T_{3a} [N] ($f = 1$)	$T_{3b,max}$ [N] ($f = 1$)	ΣT_{3b} [N] ($f = 1$)	T_{bocht} [N]
2	244	2.690	305	305	3.239

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

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

Trekkracht T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N] ($f = 1,4$)	T_{3c} [N] ($f = 1$)
2	18,50	3.239	575	411

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

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

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

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

5.6 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

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

Trekkracht T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van 3	1.292	850	-	-	-	2.142	0,21
Na intrekken van 2	342	-	3.766	427	575	5.110	0,51
Na intrekken van 1	0	4.815	-	427	575	5.817	0,58

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

5.7 Karakteristieke waarden van de benodigde trekkrachten in fase II

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

Trekkracht T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van 3	923	607	-	-	-	1.530	0,15
Na intrekken van 2	244	-	2.690	305	411	3.650	0,36
Na intrekken van 1	0	3.439	-	305	411	4.155	0,42

De maximale karakteristieke waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt **4.155 N ($\approx 0,42$ ton)**.

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
Na intrekken van 3	2.142	0,32
Na intrekken van 2	5.110	0,77
Na intrekken van 1	5.817	0,87

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{6.669,10}$$

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

Trekkkracht T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	R [m]	M_b [Nmm]	σ_b [N/mm ²]
2	55,00	490.896,96	2,21

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,o} \cdot R} = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot R}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{M_b}{222.521,98}$$

5.10 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van 3	2.142	0,32	-	0,32
Na intrekken van 2	5.110	0,77	2,21	2,20
Na intrekken van 1	5.817	0,87	-	0,87

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{6.669,10} = \sigma_t$$

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

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

$$\sigma_a \leq \sigma_{kd} \rightarrow 2,20 \leq 10,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

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

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

Leiding is drukloos:
 $\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:
 $f_{rr} = 1,00$

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_n [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
Tv1	3,18	0,70	Leem	15,37	29,77	45,14	7,22
	3,93	0,75	Leem	16,41	38,19	54,60	8,74
	6,09	0,98	Leem	21,63	61,28	82,91	13,27
Tv2	6,74	1,21	Leem	26,67	66,37	93,04	14,89
	6,85	0,98	Leem	21,54	70,49	92,03	14,72
	6,83	0,97	Leem	21,27	70,41	91,68	14,67
	6,47	0,77	Leem	16,96	68,42	85,38	13,66
	4,26	-1,31	Leem	0,00	93,73	51,12	8,18
	3,48	-1,31	Leem	0,00	76,64	41,80	6,69
	2,56	-1,31	Leem	0,00	56,23	30,67	4,91
Tv3	3,83	0,28	Leem	6,14	42,59	48,72	7,80
	3,23	0,35	Leem	7,77	34,53	42,30	6,77
	2,46	0,59	Leem	13,05	22,40	35,45	5,67

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

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

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

$$Q_n = q_n \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot 160$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeersbelasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
Tv1	3,18	Grafiek ½ x II	3,53	0,56
	3,93	Grafiek ½ x II	2,70	0,43
	6,09	Grafiek ½ x II	1,58	0,25
Tv2	6,74	Grafiek II	2,79	0,45
	6,85	Grafiek II	2,73	0,44
	6,83	Grafiek II	2,74	0,44
	6,47	Grafiek II	2,93	0,47
	4,26	Grafiek II	4,89	0,78
	3,48	Grafiek II	6,28	1,01
Tv3	2,56	Grafiek II	9,35	1,50
	3,83	Grafiek II	5,59	0,89
	3,23	Grafiek II	6,91	1,11
	2,46	Grafiek II	9,85	1,58

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 160$$

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

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
Tv1	7,22	0,56	7,79	78,12	2,20
	8,74	0,43	9,17	91,98	2,59
	13,27	0,25	13,52	135,63	3,82
Tv2	14,89	0,45	15,33	153,82	4,33
	14,72	0,44	15,16	152,11	4,28
	14,67	0,44	15,11	151,57	4,27
	13,66	0,47	14,13	141,75	3,99
	8,18	0,78	8,96	89,92	2,53
	6,69	1,01	7,69	77,19	2,17
Tv3	4,91	1,50	6,40	64,25	1,81
	7,80	0,89	8,69	87,18	2,45
	6,77	1,11	7,87	78,99	2,22
	5,67	1,58	7,25	72,71	2,05

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{35,53}$$

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

Locatie	R [m]	q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
Tv1	55,00	0,0033	0,097
	55,00	0,0033	0,097
	55,00	0,0033	0,097
Tv2	55,00	0,0033	0,097
	55,00	0,0033	0,097
	55,00	0,0033	0,097
	55,00	0,0033	0,097
	55,00	0,0033	0,097
	55,00	0,0033	0,097
	55,00	0,0033	0,097
Tv3	55,00	0,0033	0,097

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot q_r \cdot 160 \cdot \frac{80,00}{35,53}$$

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

Leiding is drukloos

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

10. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{259,34}{145,4^3} = 0,0823 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,26 \text{ kN/m}^2}$$

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

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

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

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

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,12** m grondwater boven de leiding

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld H [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld GWS [m]	Grondwater boven de leiding H _n [m]
Tv1	3,18	0,70	2,48
	3,93	0,75	3,18
	6,09	0,98	5,11
Tv2	6,74	1,21	5,53
	6,85	0,98	5,87
	6,83	0,97	5,87
	6,47	0,77	5,70
	4,26	-1,31	5,57
Tv3	3,48	-1,31	4,79
	2,56	-1,31	3,87
	3,83	0,28	3,55
	3,23	0,35	2,88
	2,46	0,59	1,87

$H_n < p_{o,lang} \rightarrow 5,87 < 28,12 \rightarrow$ Voldoet

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

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
Tv1	2,20	-	0,65	1,43
	2,59	0,097	0,65	1,75
	3,82	0,097	0,65	2,54
Tv2	4,33	0,097	0,65	2,88
	4,28	0,097	0,65	2,85
	4,27	0,097	0,65	2,84
	3,99	0,097	0,65	2,66
	2,53	0,097	0,65	1,71
	2,17	0,097	0,65	1,48
	1,81	0,097	0,65	1,24
Tv3	2,45	0,097	0,65	1,66
	2,22	0,097	0,65	1,51
	2,05	-	0,65	1,33

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

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

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

$\sigma_{y2} \leq \sigma_{ld} \rightarrow 2,88 \leq 8,00 \rightarrow \text{Voldoet}$

12.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	$\sigma_{pl} [\text{N/mm}^2]$	$\sigma_{ax} [\text{N/mm}^2]$	$\sigma_b [\text{N/mm}^2]$	$\alpha_{\sigma} [-]$	$\sigma_x [\text{N/mm}^2]$
	0,00	0,00	-	-	0,00
Tv1	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
Tv2	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
Tv3	0,00	0,00	2,21	0,65	1,43
	0,00	0,00	-	-	0,00

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

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

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

$\sigma_x \leq \sigma_{ld} \rightarrow 1,43 \leq 8,00 \rightarrow \text{Voldoet}$

13. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	$Q_n [\text{N/mm}^1]$	$Q_v [\text{N/mm}^1]$	$Q_r [\text{N/mm}^1]$	$\delta_Y [\text{mm}]$	$\delta_Y/D_g [\%]$
	7,22	0,56	-	1,43	0,98
Tv1	8,74	0,43	0,52	1,71	1,17
	13,27	0,25	0,52	2,55	1,76
	14,89	0,45	0,52	2,88	1,98
Tv2	14,72	0,44	0,52	2,85	1,96
	14,67	0,44	0,52	2,84	1,95
	13,66	0,47	0,52	2,65	1,82
	8,18	0,78	0,52	1,63	1,12
	6,69	1,01	0,52	1,37	0,94
	4,91	1,50	0,52	1,08	0,74
	7,80	0,89	0,52	1,57	1,08
Tv3	6,77	1,11	0,52	1,40	0,96
	5,67	1,58	-	1,23	0,85

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

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

Toelaatbare deflectie: $\delta_{Y,max} = 8,00\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 145,40 = 11,63 \text{ mm}$

$\delta_Y \leq \delta_{Y,max} \rightarrow 2,88 \leq 11,63 \rightarrow \text{Voldoet}$

14. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	$E_{100,\text{norm}}$ [MN/m ²]
Tv1	3,18	33,00	15,27	24,13	37,95	2,02
	3,93	39,60	18,32	28,96	45,36	2,22
	6,09	59,66	27,60	43,63	67,92	2,73
Tv2	6,74	67,29	31,14	49,22	76,50	2,89
	6,85	65,86	30,47	48,17	74,89	2,88
	6,83	65,59	30,35	47,97	74,58	2,87
	6,47	60,66	28,07	44,37	69,05	2,77
	4,26	34,86	16,13	25,49	40,03	2,15
	3,48	28,50	13,19	20,84	32,89	1,94
	2,56	20,91	9,68	15,29	24,36	1,66
Tv3	3,83	34,11	15,78	24,94	39,19	2,09
	3,23	29,96	13,86	21,91	34,53	1,95
	2,46	26,06	12,06	19,06	30,14	1,79

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

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

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

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

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

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	v [-]	p_{lim} [N/mm ²]	90% p_{lim} [bar] 1
Tv1	0,77	0,018	0,0248	0,3163	0,18	1,66
	0,84	0,019	0,0318	0,3163	0,22	1,95
	1,04	0,023	0,0511	0,3163	0,31	2,77
Tv2	1,10	0,025	0,0553	0,3163	0,34	3,04
	1,09	0,024	0,0587	0,3163	0,34	3,03
	1,09	0,024	0,0587	0,3163	0,34	3,02
	1,05	0,023	0,0570	0,3163	0,32	2,86
	0,81	0,018	0,0557	0,3163	0,22	2,02
	0,74	0,016	0,0479	0,3163	0,19	1,72
	0,63	0,014	0,0387	0,3163	0,15	1,36
Tv3	0,80	0,018	0,0355	0,3163	0,20	1,80
	0,74	0,017	0,0288	0,3163	0,18	1,59
	0,68	0,016	0,0187	0,3163	0,15	1,36

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

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

14.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p, \text{max}}$ [m]	$R_{p, \text{min}}$ [m]	Δh_{in} [m]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 2	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 3
Tv1	1,59	0,07	3,25	0,18	1,78	0,04	0,39
	1,96	0,07	3,95	0,21	2,12	0,05	0,48
	3,04	0,07	5,88	0,31	3,05	0,07	0,71
Tv2	3,37	0,07	6,30	0,34	3,36	0,08	0,76
	3,43	0,07	6,64	0,34	3,35	0,08	0,81
	3,42	0,07	6,64	0,33	3,34	0,08	0,81
	3,24	0,07	6,47	0,32	3,16	0,08	0,80
	2,13	0,07	6,34	0,22	2,20	0,08	0,79
	1,74	0,07	5,56	0,19	1,86	0,07	0,71
	1,28	0,08	4,64	0,14	1,43	0,06	0,61
Tv3	1,91	0,07	4,32	0,20	1,95	0,06	0,57
	1,62	0,07	3,65	0,17	1,71	0,05	0,50
	1,23	0,07	2,64	0,14	1,41	0,04	0,39

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

$$R_o = \frac{D_p}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ mm}$$

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

$$v_{m, p} = \frac{Q_{m, p}}{A_p} = \frac{110}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{110}{1/4 \cdot \pi \cdot (150^2 - 68^2)} = 0,131 \text{ m/s}$$

$$p_{\text{min}} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_p \cdot v_{m, p}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y, p}}{(D_p - D_b)} \right) \cdot L + p_{m, p} \cdot \Delta h_{\text{in}} = \left(\frac{14580 \cdot 0,009 \cdot 0,131}{(150 - 68)^2} + \frac{13,4}{(150 - 68)} \right) \cdot L + 11,5 \cdot \Delta h_{\text{in}}$$

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

14.2 Tijdens ruimgang

Locatie	R _{p,max} [m]	R _{p,min} [m]	Δh _{uit} [m]	ρ _{max} [N/mm ²]	p _{max} [bar] 4	p _{min} [N/mm ²]	p _{min} [bar] 5
Tv3	1,23	0,02	2,36	0,14	1,41	0,03 ⁽¹⁾	0,28
	1,62	0,02	3,37	0,17	1,71	0,04 ⁽¹⁾	0,41
	1,91	0,02	4,04	0,20	1,95	0,05 ⁽¹⁾	0,49
	1,28	0,04	4,36	0,14	1,43	0,05 ⁽¹⁾	0,52
	1,74	0,03	5,28	0,19	1,86	0,06 ⁽¹⁾	0,64
Tv2	2,13	0,03	6,06	0,22	2,20	0,07 ⁽¹⁾	0,74
	3,24	0,01	6,19	0,32	3,16	0,08 ⁽¹⁾	0,75
	3,42	0,01	6,36	0,33	3,34	0,08 ⁽¹⁾	0,78
	3,43	0,01	6,36	0,34	3,35	0,08 ⁽¹⁾	0,78
	3,37	0,01	6,02	0,34	3,36	0,08 ⁽¹⁾	0,75
Tv1	3,04	0,01	5,60	0,31	3,05	0,07 ⁽¹⁾	0,71
	1,96	0,02	3,67	0,21	2,12	0,05 ⁽²⁾	0,48
	1,59	0,02	2,97	0,18	1,78	0,04 ⁽²⁾	0,39

$$R_o = \frac{D_{g,r}}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ mm}$$

$$v_{m,r,uit} = \frac{Q_{m,r}}{A_r} = \frac{350}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_b^2)} = \frac{350}{1/4 \cdot \pi \cdot (150^2 - 68^2)} = 0,415 \text{ m/s}$$

$$v_{m,r,in} = \frac{Q_{m,r}}{A_p} = \frac{350}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{350}{1/4 \cdot \pi \cdot (150^2 - 68^2)} = 0,415 \text{ m/s}$$

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

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot 0,009 \cdot 0,415}{(150 - 68)^2} + \frac{13,4}{(150 - 68)} \right) \cdot (58,65 - L) + 11,5 \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

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

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,009 \cdot 0,415}{(150 - 68)^2} + \frac{13,4}{(150 - 68)} \right) \cdot L + 11,5 \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

14.3 Tijdens intrekken

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$R_{p,min}$ [m]	Δh_{uit} [m]	ρ_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 6	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 7
Tv3	1,23	-	2,36	0,14	1,41	-0,02 ⁽¹⁾	-0,21
	1,62	-	3,37	0,17	1,71	-0,03 ⁽¹⁾	-0,29
	1,91	-	4,04	0,20	1,95	-0,04 ⁽¹⁾	-0,36
	1,28	-	4,36	0,14	1,43	-0,04 ⁽¹⁾	-0,40
	1,74	-	5,28	0,19	1,86	-0,06 ⁽¹⁾	-0,56
Tv2	2,13	-	6,06	0,22	2,20	-0,08 ⁽¹⁾	-0,80
	3,24	-	6,19	0,32	3,16	-0,09 ⁽¹⁾	-0,88
	3,42	-	6,36	0,33	3,34	-0,11 ⁽¹⁾	-1,09
	3,43	-	6,36	0,34	3,35	-0,11 ⁽¹⁾	-1,15
	3,37	-	6,02	0,34	3,36	-0,16 ⁽¹⁾	-1,59
Tv1	3,04	-	5,60	0,31	3,05	-0,18 ⁽¹⁾	-1,84
	1,96	-	3,67	0,21	2,12	-0,26 ⁽¹⁾	-2,60
	1,59	-	2,97	0,18	1,78	-0,28 ⁽¹⁾	-2,83

$$R_o = \frac{D_{g,r}}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ mm}$$

$$v_{m,i,uit} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{350}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_o^2)} = \frac{350}{1/4 \cdot \pi \cdot (150^2 - 160^2)} = -2,396 \text{ m/s}$$

$$v_{m,i,in} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{350}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_b^2)} = \frac{350}{1/4 \cdot \pi \cdot (150^2 - 68^2)} = 0,415 \text{ m/s}$$

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

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot 0,015 \cdot -2,396}{(150 - 160)^2} + \frac{13,4}{(150 - 160)} \right) \cdot (58,65 - L) + 11,5 \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

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

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,015 \cdot 0,415}{(150 - 68)^2} + \frac{13,4}{(150 - 68)} \right) \cdot L + 11,5 \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

15. Toetsing op implosie tijdens intrekken leiding(en)

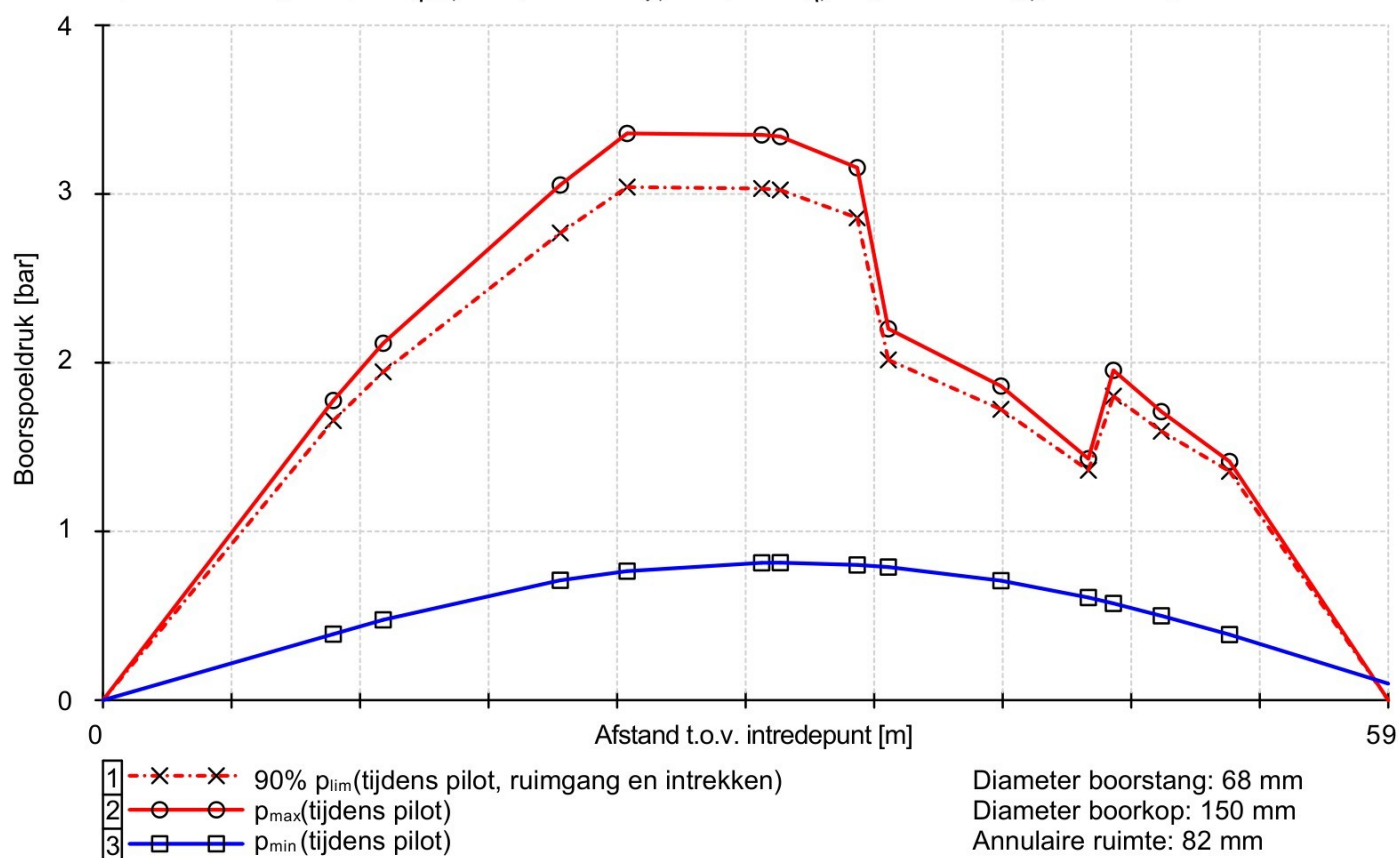
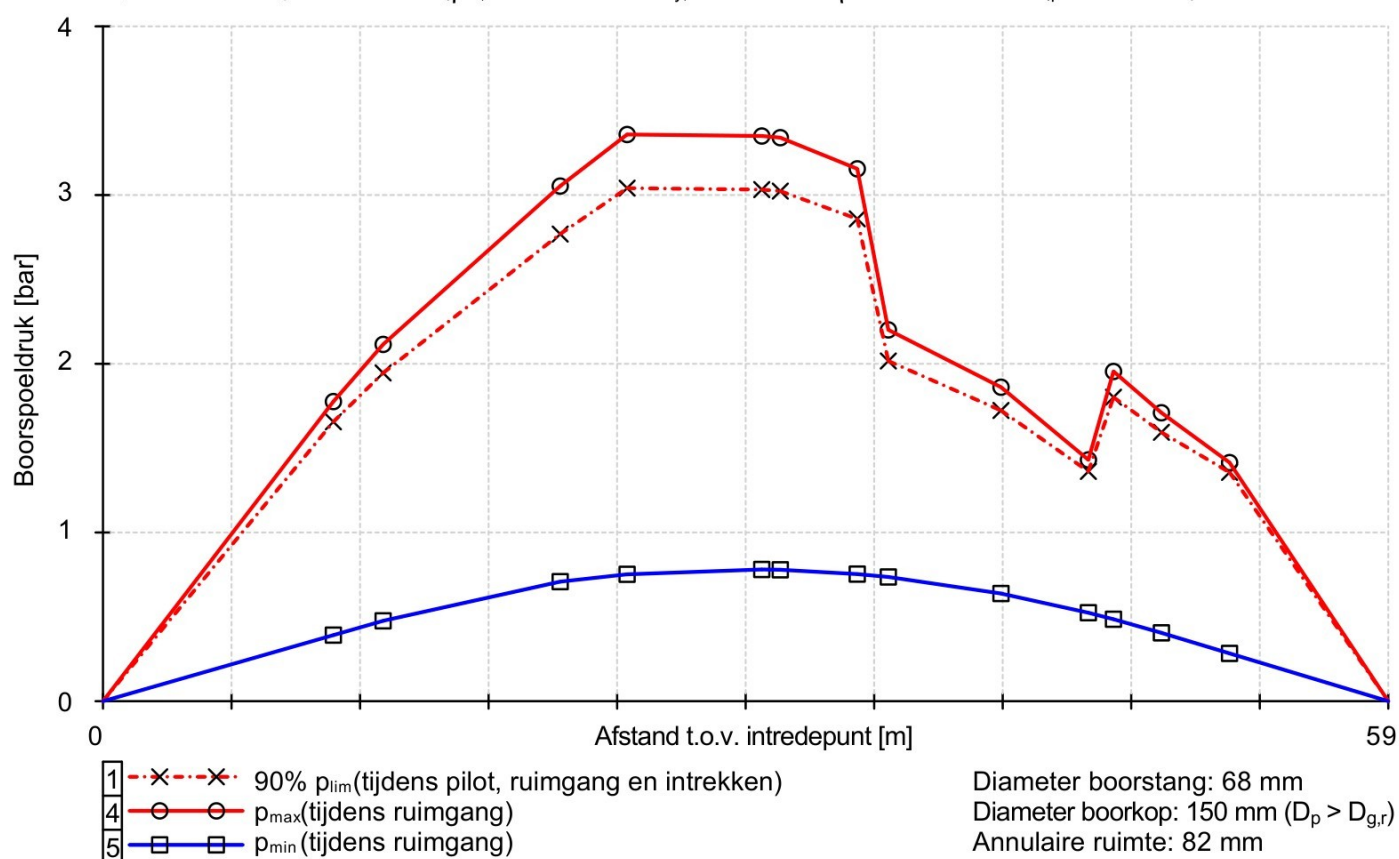
Locatie	p_{min} [N/mm ²]	$p_{o,kort}$ [N/mm ²]
Tv3	-0,02	1,57
	-0,03	1,57
	-0,04	1,57
	-0,04	1,57
	-0,06	1,57
	-0,08	1,57
Tv2	-0,09	1,57
	-0,11	1,57
	-0,11	1,57
	-0,16	1,57
Tv1	-0,18	1,57
	-0,26	1,57
	-0,28	1,57

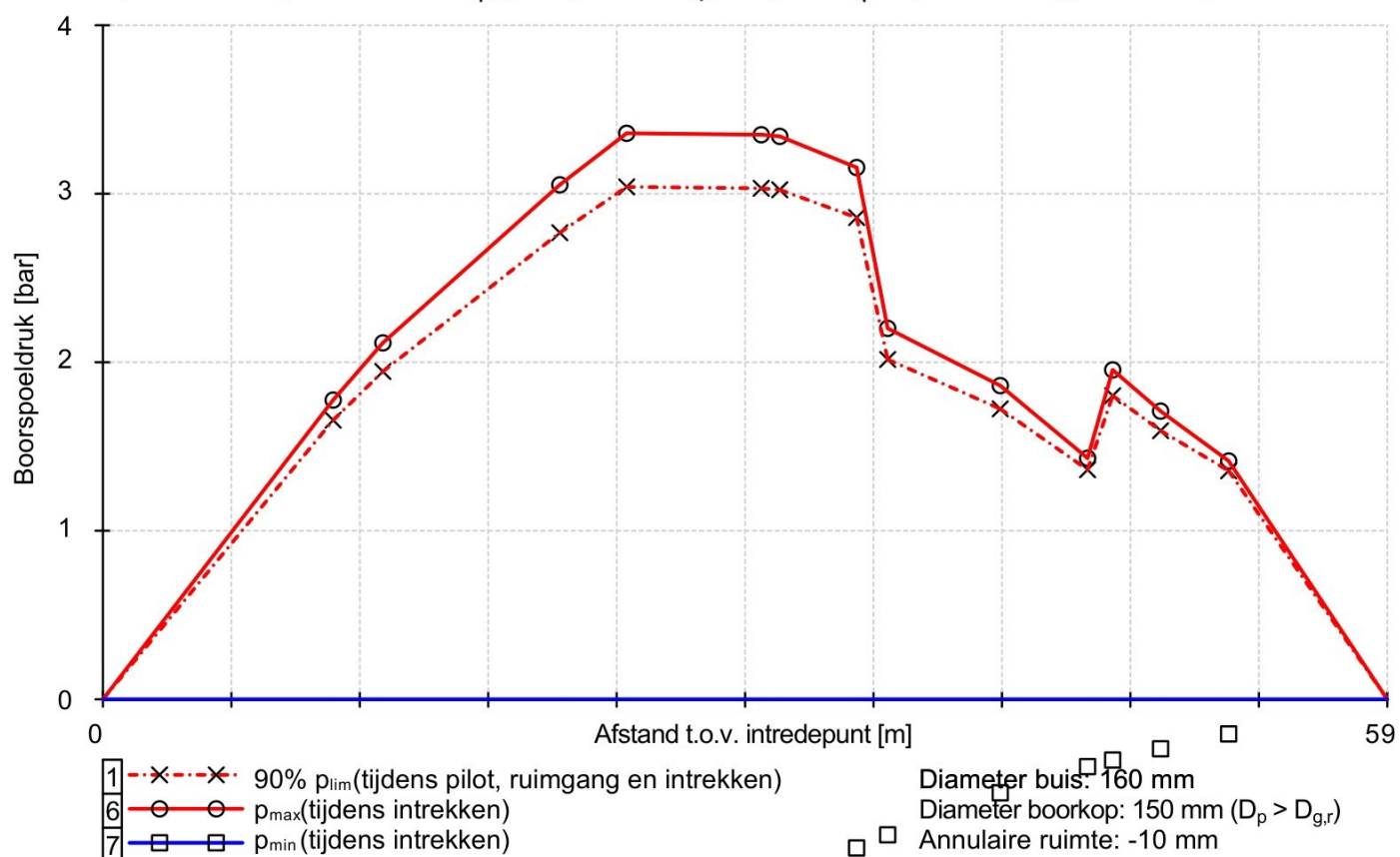
Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 1,57 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{min} \leq p_{o,kort} \rightarrow 0,00 \leq 1,57 \rightarrow \text{Voldoet}$$

16.1 Boorspoeldrukken tijdens pilot ($\rho_{m,p} = 11,5 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,p} = 13,4 \text{ Pa}$ / $\eta_p = 0,009 \text{ Pas}$ / $Q_{m,p} = 110 \text{ l/min}$)16.2 Boorspoeldrukken tijdens ruimen ($\rho_{m,r} = 11,5 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,r} = 13,4 \text{ Pa}$ / $\eta_r = 0,009 \text{ Pas}$ / $Q_{m,p} = 350 \text{ l/min}$)

16.3 Boorspoeldrukken tijdens intrekken ($\rho_{m,i} = 11,5 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,i} = 13,4 \text{ Pa}$ / $\eta_i = 0,015 \text{ Pas}$ / $Q_{m,i} = 350 \text{ l/min}$)



VAN LENTHE DALFSEN

8.2 Boorontwerp

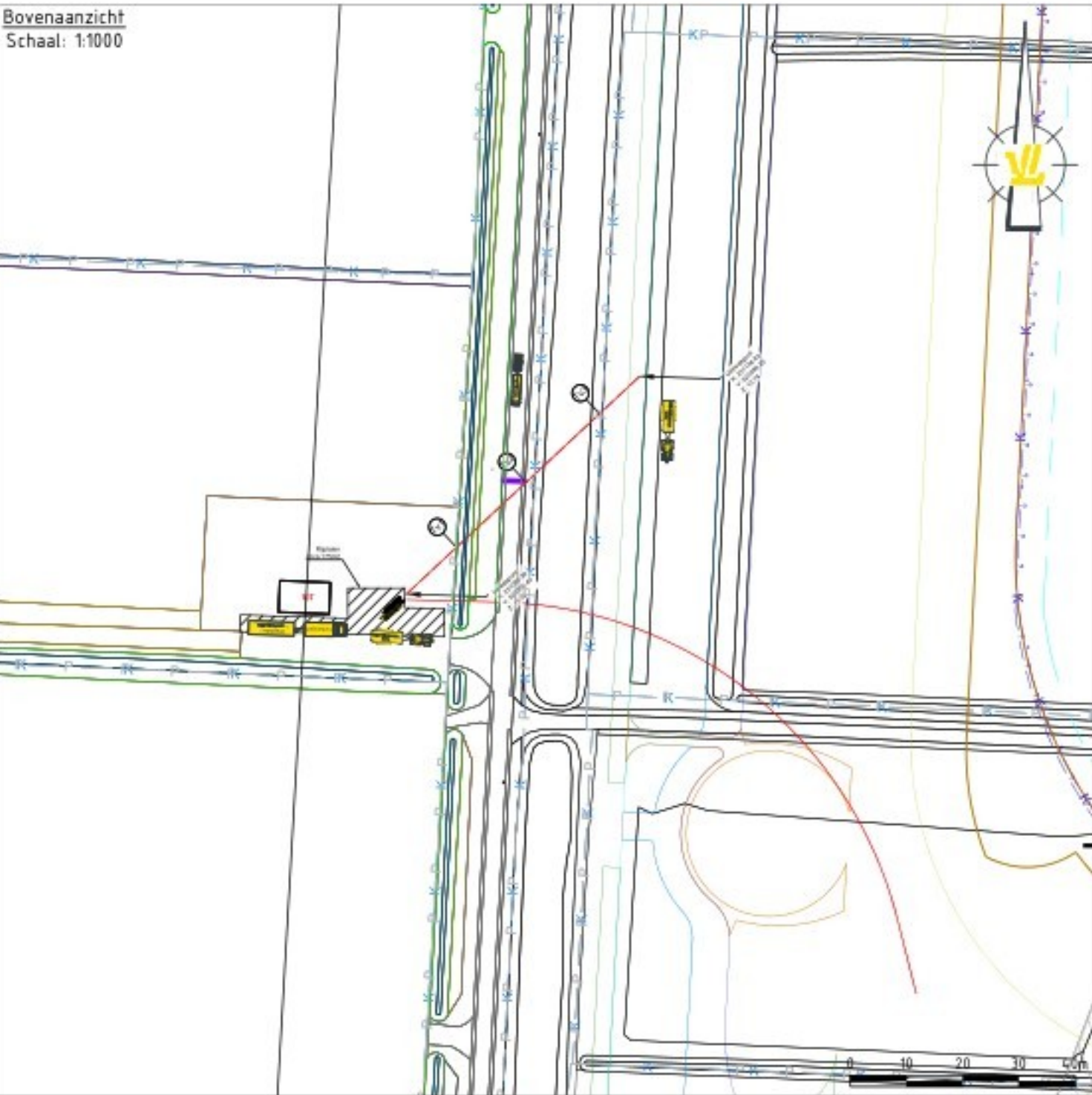
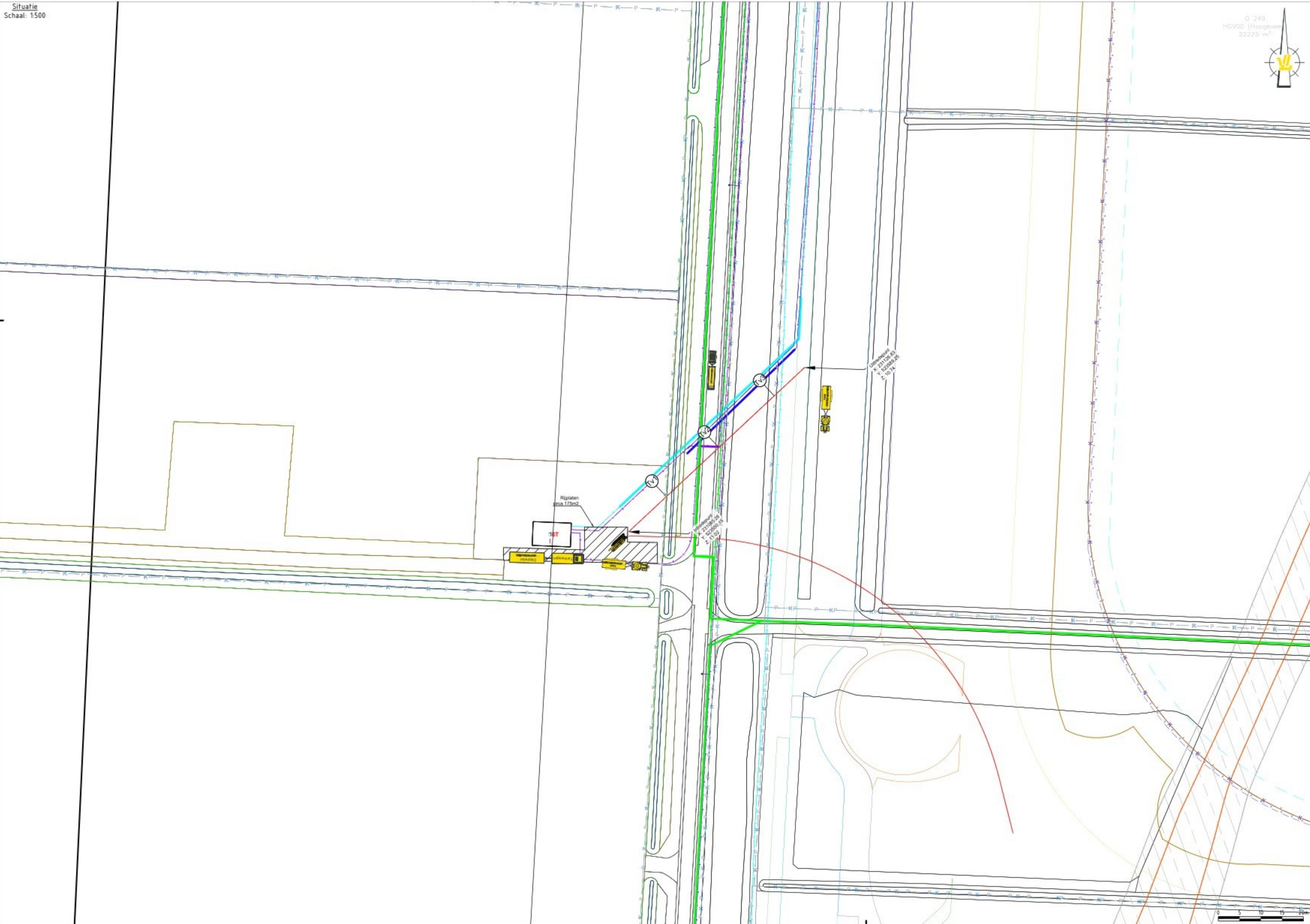




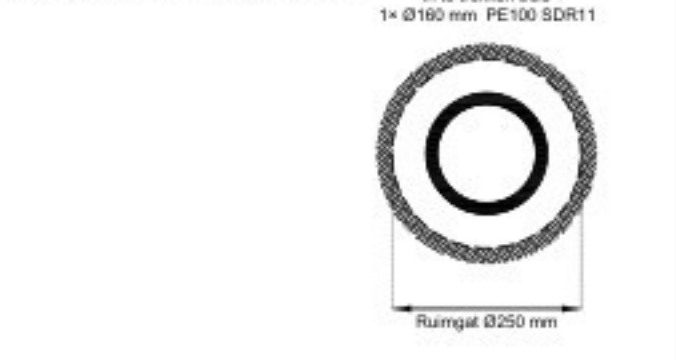
Totale lengte van de boorlijn is 58.65 m.														Totale lengte van de boorlijn is 58.65 m.	
Horizontale afstand vanaf rijplaat (in m):	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	Horizontale afstand vanaf rijplaat (in m):	0.00
Werkelijk geboude lengte (in m):	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	Werkelijk geboude lengte (in m):	0.00
Hoogte maatveld t.o.v. N.A.P. lijn (in m):	11.02	11.02	10.96	10.91	10.86	10.81	10.76	10.71	10.66	10.61	10.56	10.51	10.46	Hoogte maatveld t.o.v. N.A.P. lijn (in m):	11.02
Hoogte boorlijn t.o.v. N.A.P. lijn (in m):	11.02	11.02	10.96	10.91	10.86	10.81	10.76	10.71	10.66	10.61	10.56	10.51	10.46	Hoogte boorlijn t.o.v. N.A.P. lijn (in m):	11.02
Hoogte boorlijn t.o.v. maatveld (in m):	0.00	0.00	-3.16	-3.16	-3.16	-3.16	-3.16	-3.16	-3.16	-3.16	-3.16	-3.16	-3.16	Hoogte boorlijn t.o.v. maatveld (in m):	0.00

TV2

Rv = 55 m



- Gestuurde Boring Van Lenthe Dalfsen
- Ondergrondkaart (BGT)
- Perceelsgrens
- Waterlijn
- Datatransport
- Laagspanning
- Middenspanning
- Hoogspanning
- Gas Lage druk
- Gas hoge druk
- Riool vrij verval
- Drukriolering
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Warmteketel



Het boorontwerp is gemaakt op basis van de door de opdrachtgever verstrekte gegevens. In de uitvoering kan er afgeweken worden van het ontwerp i.v.m. een andere ligging van kabels, leidingen en/of obstakels die van te voren niet inzichtelijk waren.

De in- en uittredepunten worden in het werk bepaald na het opzoeken van de kabels en leidingen.

Coördinaten tabel HDD			
	X	Y	Z (N.A.P.)
Intredepunt	231085.28	523550.45	11.02
Tv1	231094.17	523558.74	7.07
Tv2	231106.59	523570.35	4.38
Tv3	231119.68	523582.57	7.37
Uittredepunt	231126.83	523589.25	10.74

- Risico- en aandachtspunten:
- Intrekken pe-buis met drillgrout
 - Streng door sloot naar uittredepunt
 - Rijplaten tbv opstellen boormaterieel intrede
 - Boorgaten afdichten met klei/kwelscherm

Opdrachtgever:
BAM
Contactpersoon:
[Redacted]
Werkadres:
Hoogeveen, Albartsweg HDD01
Lengte boorlijn:
59m¹ 1xØ160mm HDPE SDR11



Projectnummer:
25B114
Datum:
17-12-2025
Schaal:
Zie Tek.
Formaat:
A1
Oudekind:
A.Schilder
Projectnummer:
25B114-VO-01-C02



VAN LENTHE DALFSEN

8.3 Grondonderzoeken

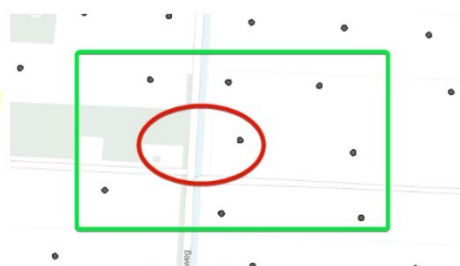


Toelichting gebruik gegevens ondergrond

In de directe omgeving van de boring 25B114-VO-01-C02 zijn op het Dinoloket geen sonderingen beschikbaar.

Op Dinoloket zijn op- en rondom het plan Riegmeer vele boormonsters beschikbaar tot een diepte van 2 meter – maaiveld.

Om een goed en betrouwbaar beeld te krijgen van de ondergrond zijn meerdere boormonsters rondom de boring met elkaar vergeleken en zien we dat op een diepte > 0,80 m minus maaiveld zandige leem/leemarm zand aanwezig is.



De beschikbare sonderingen liggen op een grote afstand van de te maken gestuurde boring.

Om een goede en betrouwbare indruk te krijgen van de bodemopbouw zijn boormonsterprofielen in de directe omgeving van beide sonderingen vergeleken met de profielen bij de te maken gestuurde boring. We zien dat de boormonsterprofielen ter plaatse van beide sonderingen overeenkomen en kunnen ervan uitgaan dat beide sonderingen betrouwbaar genoeg zijn om te gebruiken voor de sterkte- muddruk berekening.

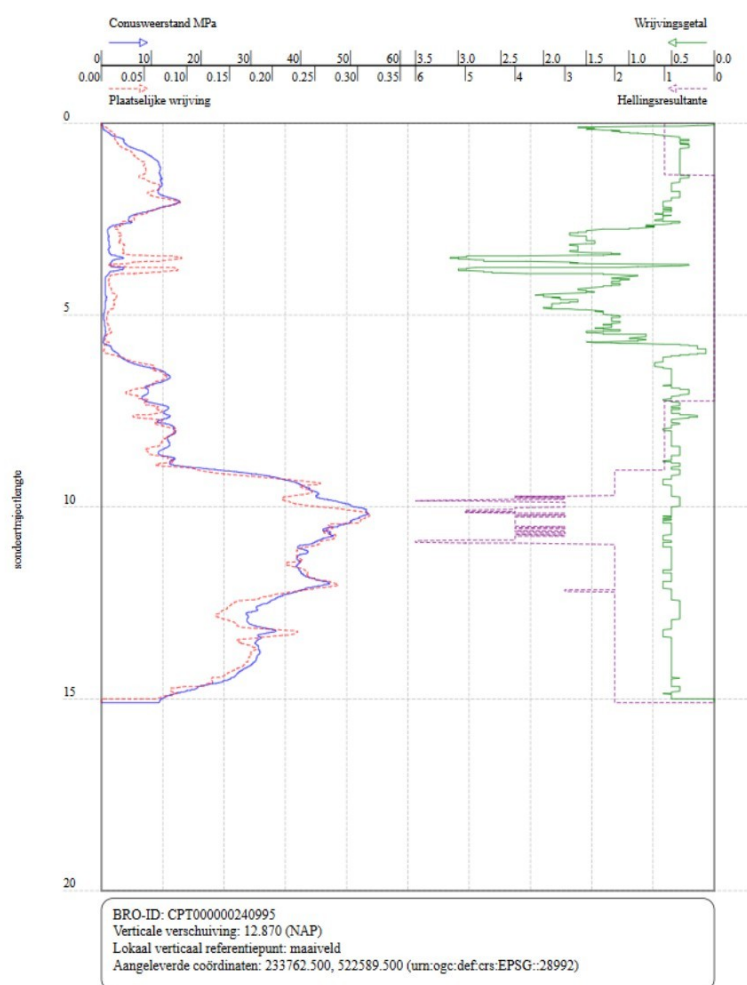
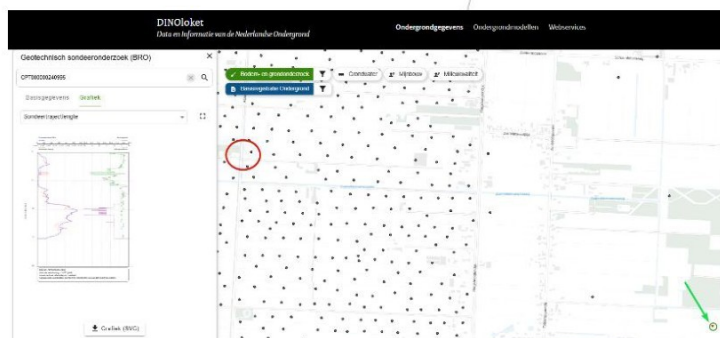
Op de site van Topotijdreis zien we, wanneer we terug gaan in de tijd/jaren het gebied Riegmeer altijd als landbouwgebied in gebruik is geweest en geen verandering zijn vastgesteld.



VAN LENTHE DALFSEN

Sonderingen CPT000000240995

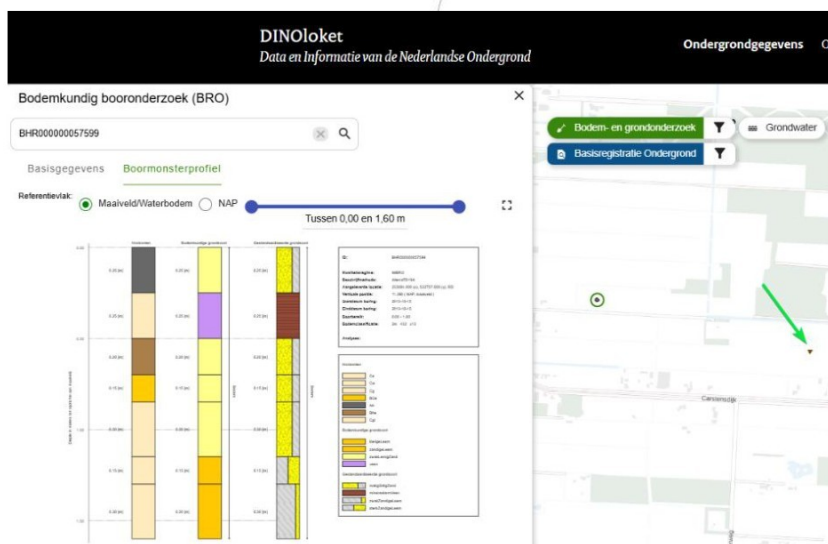
Gestuurde boring 25B114-VO-01-C02 afstand tot sondering 2 km





VAN LENTHE DALFSEN

Boormonsterprofiel BHR000000057599 nabij sondering CPT000000240995

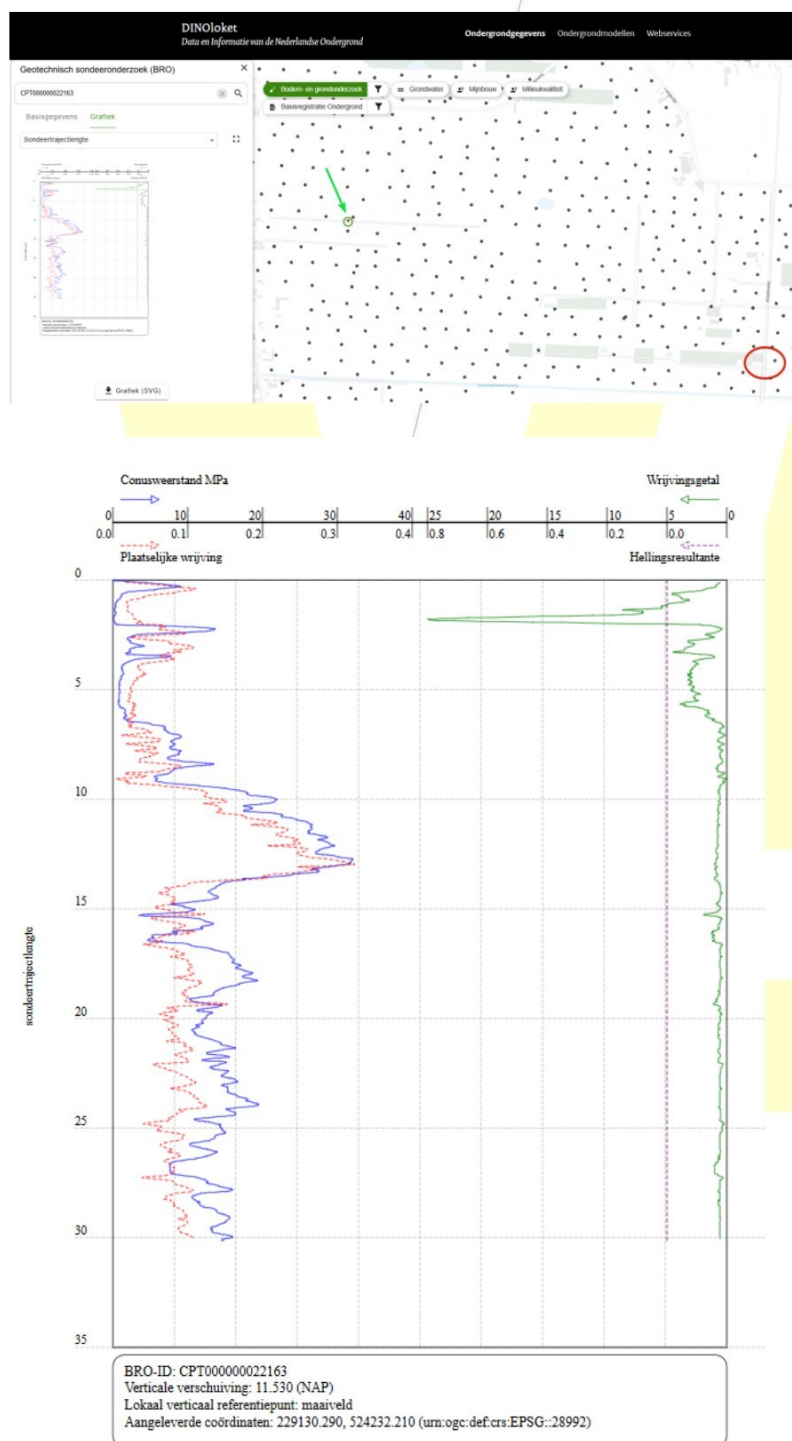




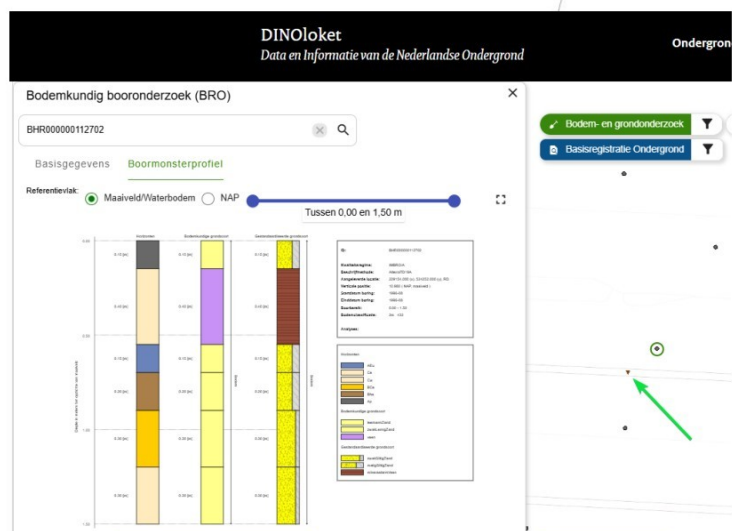
VAN LENTHE DALFSEN

Sondering CPT000000022163

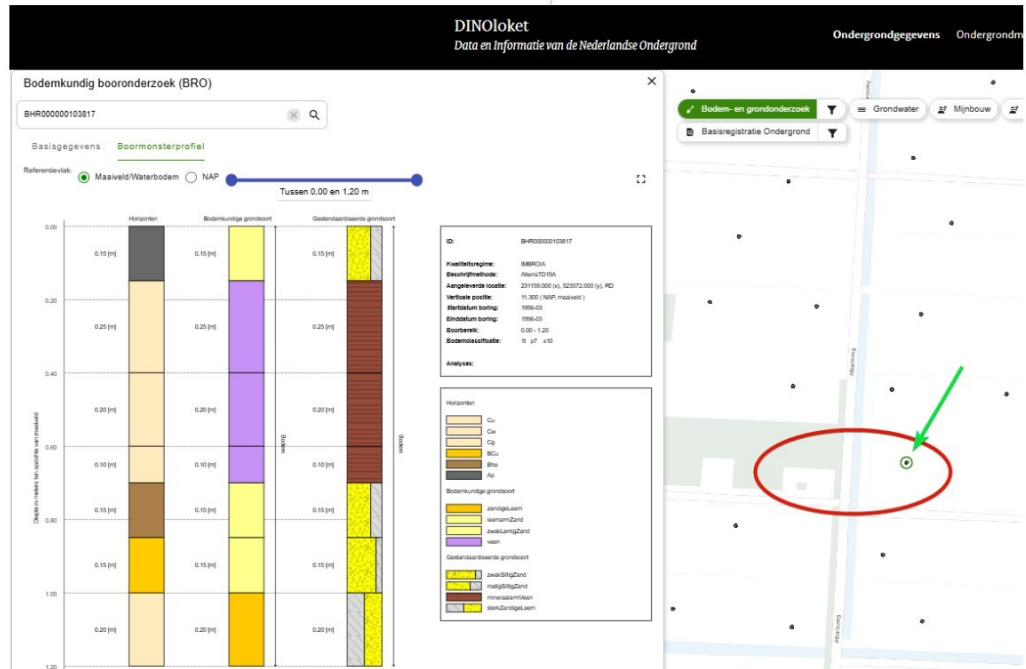
Gestuurde boring 25B114-VO-01-C02 afstand tot sondering 2,5 km



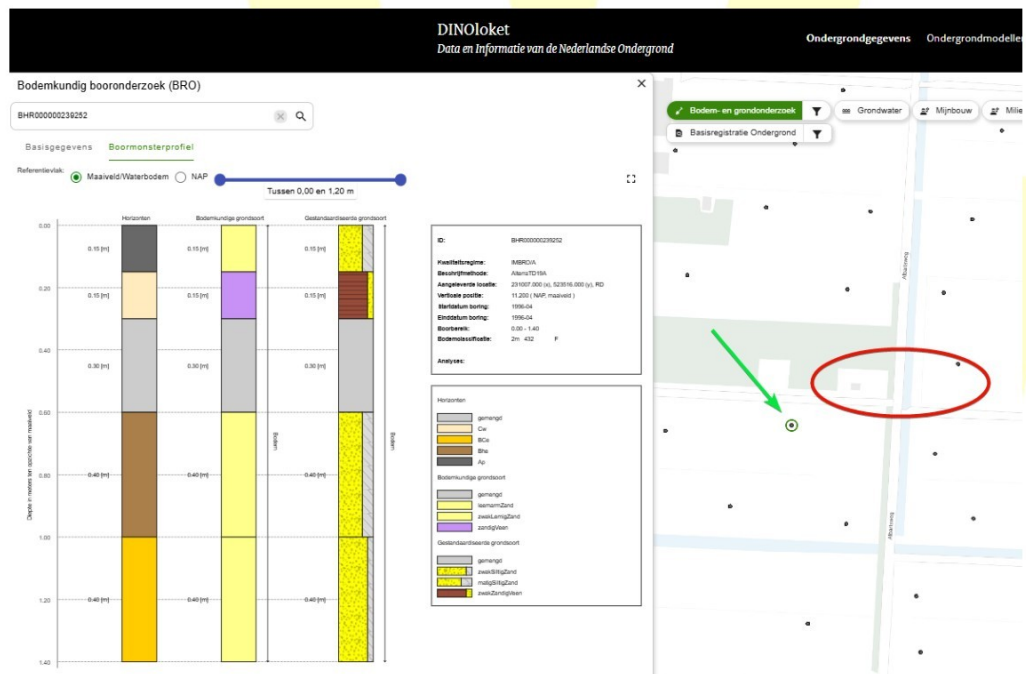
Boormonsterprofiel BHR000000112702 naast sondering CPT000000022163



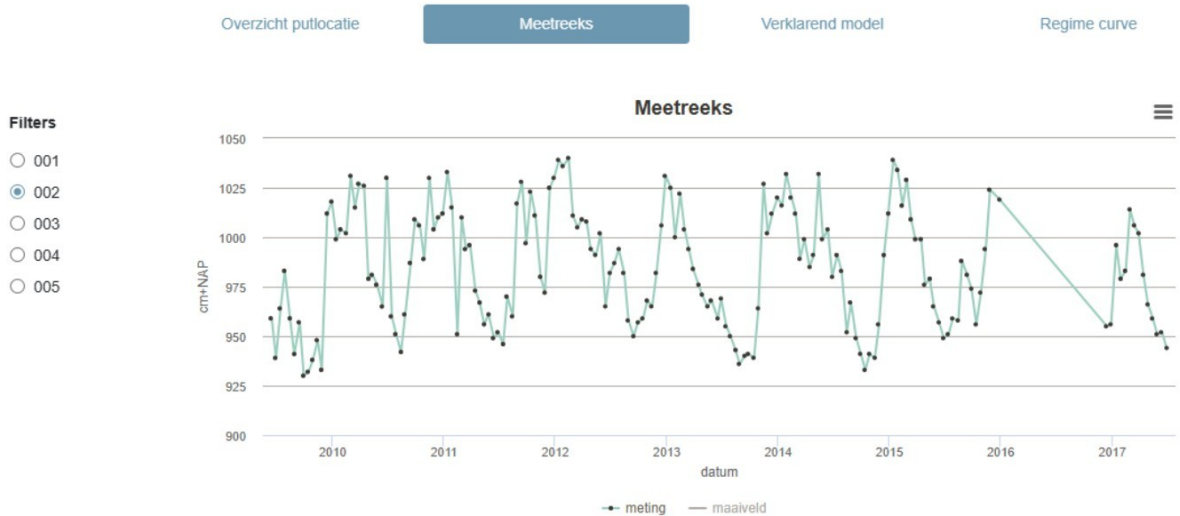
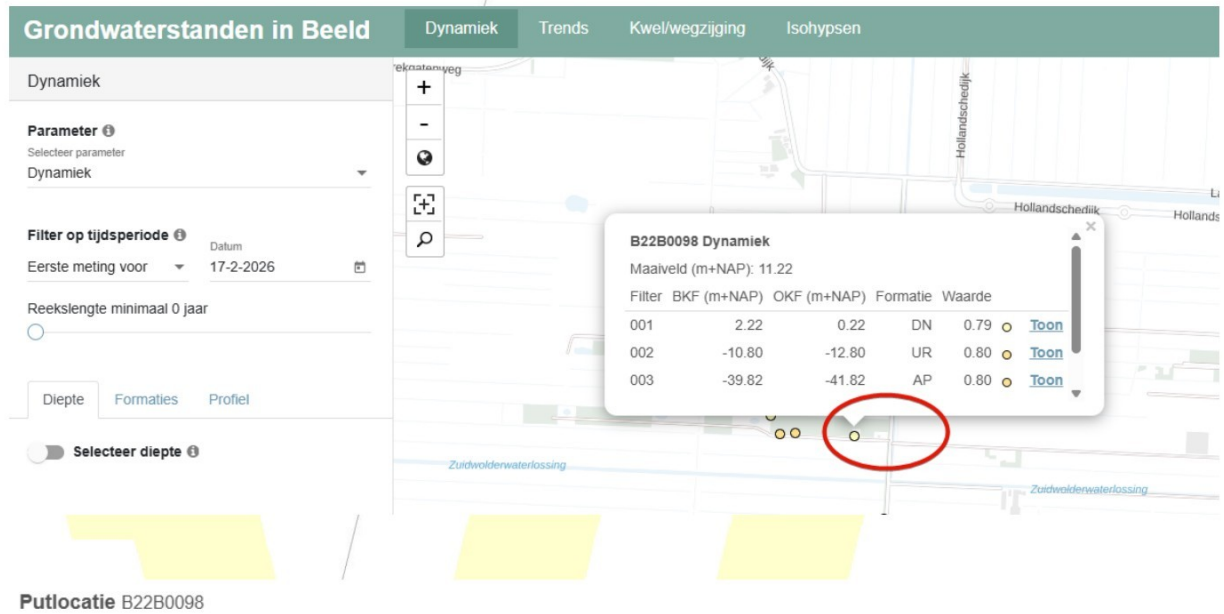
Boormonsterprofiel nabij gestuurde boring 25B114-VO-01-C02



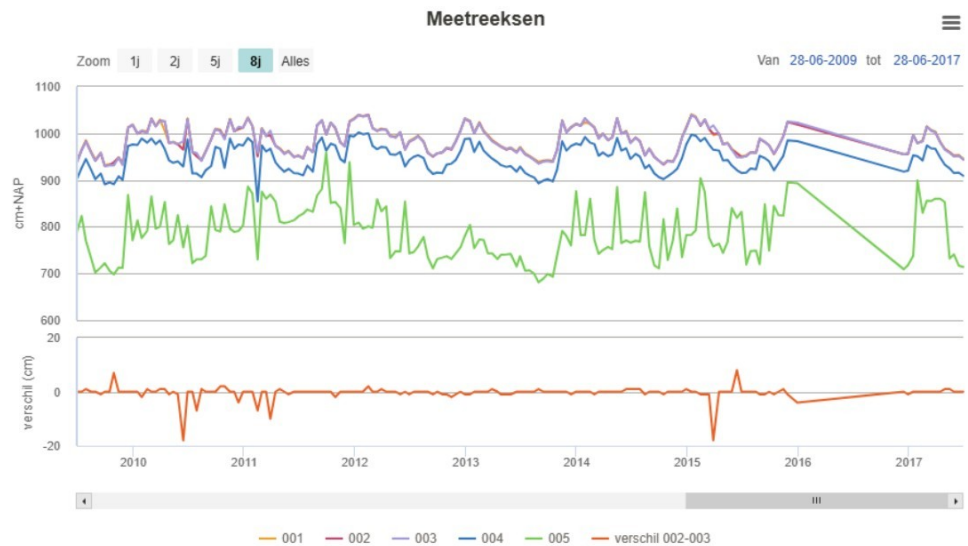
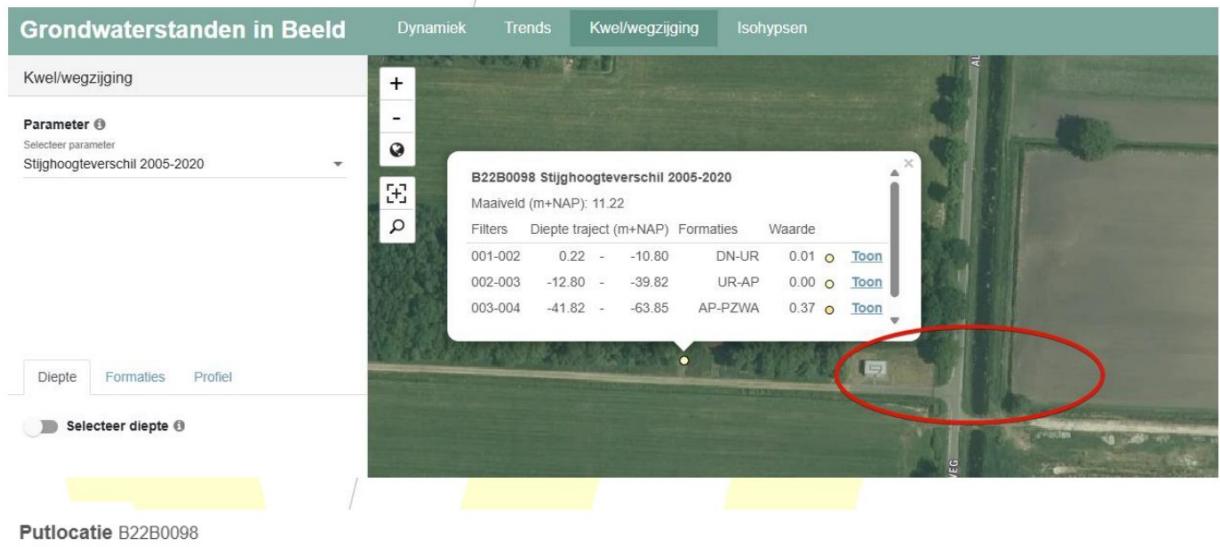
Boormonsterprofiel nabij gestuurde boring 25B114-VO-01-C02



Grondwaterstand meting nabij Albartsweg 10T – boring 25B114-VO-01-C02



8.5 Kwel





VAN LENTHE DALFSEN

8.6 Drill-grout





Product Data Sheet

Cebo Drill-Grout

Industrial Drilling

Cebo Drill-Grout is a self-setting suspension used to completely fill annular spaces in HDD, Microtunneling and Vertical Drilling operations. Cebo Drill-Grout can also be used for other applications such as sealing holes of pulled piles. The product hardens into a plastic material with a low water permeability, preventing underground water layers from mixing. By using Cebo Drill-Grout, subsidence of the ground can be prevented, and steel pipes are protected against corrosion.

Advantages

- Low water permeability
- Easy to mix
- Low mixing ratio
- High flowability

Typical Properties

Parameter	Test method / In accordance with	Required
Moisture content	DIN 18121-1	≤ 13%
Grain size	Passing 125 µm dry sieve	≥ 95% < 125 µ
Specific density	-	≈ 2300 kg/m ³
Bulk density	-	≈ 900 kg/m ³

In so far as we can ascertain, the above-stated information is correct. However, we are unable to provide any guarantees with regard to the results that you will achieve with this. This specification is provided on the condition that you determine yourself to what degree it is suitable for your purposes.

Typical Properties - 160 kg Cebo Drill-Grout / 1 m³ water

Parameter	Test method / In accordance with	Typical Property
Marsh Viscosity	-	≈ 45 s/l
Plastic Viscosity	-	≈ 9 cP
Yield Point	-	≈ 23 lb/100 ft ²
Gels	10 seconds	≈ 25 lb/100 ft ²
	10 minutes	≈ 29 lb/100 ft ²
Filtrate Loss	-	≈ 20 ml
Workability	-	< 48 hours
Shear strength / 14 days (10°C)	Vane shear tester	≈ 0 kPa
Shear strength / 21 days (10°C)	Vane shear tester	≈ 0 – 5 kPa
Shear strength / 28 days (10°C)	Vane shear tester	≈ 7 kPa
Shear strength / 42 days (10°C)	Vane shear tester	≈ 15 kPa

Recommended Use

The properties of Cebo Drill-Grout are being optimized when the make-up water has the following properties - Conductivity: < 1000 µS/cm, pH: 7.5 – 10, Total hardness: < 100 ppm.

Add a minimum of 160 - 180 kg Cebo Drill-Grout to 1m³ water. Fine adjustments are made to the consistency by varying the solid content; recommended Marsh Funnel Viscosity, minimal 45 seconds. Density should be 1.11 kg/m³ minimum.

Use in HDD: Cebo Drill-Grout is designed to be injected at the same time as the pipe is pulled. In this way, the existing slurry will be displaced. Therefore, it is advised to test the density of the suspension before pulling the pipe. The density of Cebo Drill-Grout should be higher than the slurry in the borehole. This will help to displace the fluid out of the borehole with the Cebo Drill-Grout. Use a barrel reamer (which is smaller than the last reamed diameter) for injecting the Cebo Drill-Grout during pulling of the pipe(s), with 2 nozzles on the machine side and the maximum nozzles at the pipe side open. This set-up will help to remove the old slurry at the front side of the barrel.

Use in Vertical Drilling: Inject Cebo Drill-Grout from the bottom of the borehole through a tremie pipe to remove the existing drilling fluid out of the hole and displace it completely by Cebo Drill-Grout. Warning! When installing a water well, it can be necessary to add a clay stop on top of the filter pack. In this way, it is not possible for Cebo Drill-Grout to penetrate into the filter pack and/or screened casing. The density of Cebo Drill-Grout should be higher than the slurry in the borehole. This will help you to displace the fluid out of the borehole with the Cebo Drill-Grout. The volume of Cebo Drill-Grout must be 15% more than the calculated volume to be sure that the drilling fluid is fully replaced with Cebo Drill-Grout. Thermal conductivity values for the Cebo Drill-Grout range from 0,6 to 0,7 W/m²K depending on the mixing ratio.

Certification & Accreditation

- Cebo Drill-Grout is tested for use in groundwater by the "Hygiene-Institut des Ruhrgebiets".
- Cebo Drill-Grout is recognized and registered according to BRL 5078 by Bodem+

Expiry Date

Cebo Drill-Grout is to be used within 6 months after production date. Please speak to your Cebo contact person for information regarding use after expiry date.

Cebo Drill-Grout is available in 25 kg bags and in 1000 kg Big Bags.

Version; 06-2022

In so far as we can ascertain, the above-stated information is correct. However, we are unable to provide any guarantees with regard to the results that you will achieve with this. This specification is provided on the condition that you determine yourself to what degree it is suitable for your purposes.

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJmuiden
The Netherlands

info@cebo.com
www.cebo.com
Tel. +31(0)255-546262





NL BSB®
Productcertificaat
K102384/02



Uitgegeven 2021-02-01

Vervangt K102384/01

Geldig tot Onbepaald

Pagina 1 van 2

Groutmengsels voor het afdichten van boorgaten

Cebo Drill-Grout voor toepassing als NV-bouwstof

Cebo Drill-Grout 240 voor toepassing als NV-bouwstof

Cebo Drill-Grout Plus voor toepassing als NV-bouwstof

Cebo-Holland B.V.

VERKLARING VAN KIWA

Dit productcertificaat is afgegeven op basis van BRL 5078 "Groutmengsels voor het afdichten van boorgaten" d.d. 26-06-2019, conform het Kiwa-Reglement voor Certificatie.

Kiwa verklaart dat:

- het gerechtvaardigd vertrouwen bestaat dat de door de certificaathouder geleverde producten bij aflevering aan de in dit productcertificaat vastgelegde milieuhygiënische specificaties voldoen, mits zij zijn voorzien van het NL BSB®-merk op de wijze als aangegeven in dit certificaat.
- met in achtneming van het bovenstaande, groutmengsels in hun toepassingen en met in achtneming van de daarbij horende toepassingsvoorwaarden voldoen aan de relevante eisen van het Besluit bodemkwaliteit.

Kiwa verklaart dat voor dit productcertificaat geen controle plaatsvindt op het gebruik in werken en op de melding- en/of informatieplicht van de gebruiker aan het bevoegd gezag.

Voor het Besluit bodemkwaliteit is dit een door de minister van Infrastructuur en Waterstaat erkend certificaat, indien het certificaat is opgenomen in het "Overzicht van erkende kwaliteitsverklaringen in de bouw" op de website van SBK: www.bouwkwaliteit.nl en de website van Bodem+: www.bodemplus.nl



Advies: raadpleeg www.kiwa.nl om na te gaan of dit certificaat geldig is.

Kiwa Nederland B.V.
Sir Winston Churchillaan 273
Postbus 70
2280 AB RIJSWIJK
Tel. 088 998 44 00
Fax 088 998 44 20
info@kiwa.nl
www.kiwa.nl

Certificaathouder
Cebo-Holland B.V.
Westerduinweg 1
1976 BV IJMUIDEN
Tel. 0255-546262
info@cebo.com
www.cebo.com
KvK 34044683

Afbeelding van het
NL BSB®-merk



® is een collectief merk van
Stichting Bouwkwaliteit

Besluit bodemkwaliteit

Groutmengsels voor het afdichten van boorgaten

MILIEUHYGIËNISCHE SPECIFICATIES

Onderwerp en toepassingsgebied

Dit productcertificaat heeft betrekking op het door Cebo-Holland B.V. geleverde groutmengsel voor toepassing als afdichting van boorgaten, met de productnaam zoals vermeld op de voorzijde van dit certificaat.

Merken en aanduidingen op de afleverdocumenten

De afleverbonnen dienen de volgende gegevens te bevatten:

- NL-BSB®-beeld- of woordmerk en certificaatnummer;
- Naam certificaathouder / productie-eenheid;
- Productieplaats;
- Afleverdatum;
- De productnaam en de geleverde hoeveelheid;
- De aanduiding: niet vormgegeven bouwstof.

De uitvoering van het NL-BSB®-beeldmerk en NL-BSB®-woordmerk is als volgt:



NL BSB®

Samenstelling en emissie

De gemiddelde samenstellingswaarden bepaald overeenkomstig AP 04-SB en de gemiddelde emissie bepaald overeenkomstig AP 04-U voldoen voor het beoogde toepassingsgebied aan bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit.

Toepassingsvoorwaarden

Groutmengsels dienen te worden toegepast:

- Conform de richtlijnen zoals aangegeven door de producent/leverancier;
- In overeenstemming met artikel 5, 6, 7 en 33 van het Besluit bodemkwaliteit (functionaliteit, zorgplicht en herneembaarheid).

WENKEN VOOR DE AFNEMER

Inspecteer bij aflevering:

- geleverd is wat is overeengekomen;
- het merk en de wijze van merken juist zijn;
- de afleveringsbon alle gegevens bevat.

Indien u op grond van het hiervoor gestelde tot afkeuring overgaat, neem dan contact op met:

- Cebo-Holland B.V.
- en zo nodig met:
- Kiwa Nederland B.V.

Neem de genoemde toepassingsvoorwaarden in acht.

Ga na of en door wie melding moet worden gedaan aan het bevoegd gezag.

Overhandig het bewijsmiddel (afleverbonnen en certificaat) aan de opdrachtgever. Dit geldt niet bij levering aan natuurlijke personen anders dan in de uitoefening van beroep of bedrijf.

WENKEN VOOR DE OPDRACHTGEVER

Houdt het bewijsmiddel (afleverbonnen en certificaat) tenminste 5 jaar ter beschikking voor inzage door het bevoegd gezag. Dit geldt niet voor natuurlijke personen anders dan in de uitoefening van beroep of bedrijf.

LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN*

Besluit bodemkwaliteit

Regeling bodemkwaliteit

AP04-SB	Accreditatieprogramma voor keuring van partijen grond, bouwstoffen en korrelvormige afvalstoffen - Onderdeel: Samenstelling Bouwstoffen (niet zijnde grond) en Afvalstoffen.
AP04-SG	Accreditatieprogramma voor keuring van partijen grond, bouwstoffen en korrelvormige afvalstoffen - Onderdeel: Samenstelling Grond.
AP04-U	Accreditatieprogramma voor keuring van partijen grond, bouwstoffen en korrelvormige afvalstoffen - Onderdeel: Uitloogonderzoek.

* Voor de juiste versie van de vermelde documenten wordt verwezen naar de laatste wijziging van de Regeling bodemkwaliteit.