

2019-021-0022-05

Gestuurde boring te Diemen

Parallel langs Diempolderweg, vanaf
de Overdiemerweg onder de Diem door

Boorplan versie 1.0, d.d. 28-06-2019



Vergunninghouder:
Telia Company



Hoofdaannemer:
Eljes Infra



Ontwerp gestuurde boring:
InfraDesk

Voorwoord

InfraDesk is een dienstverlener die vergunningaanvragen verzorgt voor derden. De hiervoor gerealiseerde plannen, waaronder dit document, zijn zo zorgvuldig mogelijk samengesteld op basis van de aan InfraDesk verstrekte informatie. InfraDesk is niet aansprakelijk wanneer niet bekende zaken bij het uitvoeren van de werkzaamheden leiden tot schade of stagnatie van de werkzaamheden. Om dit te voorkomen dient de aannemer zich voor aanvang van de werkzaamheden te conformeren met het gerealiseerde plan en zelf een graafmelding te doen zoals is vastgelegd in de wet WIBON.

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Inhoudsopgave	2
1. Inleiding.....	3
2. Algemene omschrijving gestuurde boringen.....	4
3. Projectspecificaties	5
3.1 Belangrijke aspecten op dit project	5
3.2 Keuze boortracé en geometrie.....	6
3.3 Inrichten in- en uittredepunt	7
3.4 Personeel.....	8
3.5 Registratie en revisie.....	8
3.6 Geplande werktijd.....	8
4. Technische gegevens	9
4.1 Aan te brengen buis.....	9
4.2 Geometrische gegevens.....	9
4.3 Plaatsbepaling.....	9
4.4 In te zetten materieel.....	10
5. Boorspoeling.....	11
5.1 Doel van boorspoeling	11
5.2 Het aanmaken van boorspoeling	11
5.3 Debieten en muddrukken.....	11
5.4 Registratie debieten en muddrukken	12
5.5 Het afvoeren van boorspoeling	12
6. Beheersing kwelproblematiek.....	13
6.1 Kwel	13
6.2 Risico's en maatregelen.....	13
6.3 Maatregelen op dit project	13
BIJLAGE I Vergunningstekening	14
BIJLAGE II Bodemonderzoeken	15
BIJLAGE III Stijghoogte op basis van peilbuisgegevens	20
BIJLAGE IV Sterkte- en muddrubberekeningen	25
BIJLAGE V Kwelwegberekening	27
BIJLAGE VI Specificatie in te zetten rig	29
BIJLAGE VII Specificatie meetsysteem.....	30
BIJLAGE VIII Specificatie boorspoeling	31
BIJLAGE IX Bodemloket	32

1. Inleiding

Telia Company heeft Eljes Infra gevraagd om een glasvezeltracé aan te leggen naar het Sciencepark te Amsterdam vanaf een bestaande handhole langs de Diempolderweg te Diemen. Als onderdeel van het project is het noodzakelijk om de Diem te kruisen. Dit kan worden gerealiseerd door het aanbrengen van een mantelbuis middels een gestuurde boring. De uitvoering hiervan zal worden verzorgd door 3D-Drilling. InfraDesk is gevraagd om hiervoor het boorplan op te stellen.



Afbeelding 1: Werklocatie

Een algemene omschrijving van de gestuurde boortechniek is weergegeven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 zijn projectspecificaties omschreven. Hierin is onder andere uiteen gezet waarom het boortracé op deze wijze tot stand is gekomen en wat de aandachtspunten zijn voor dit project. Hoofdstuk 4 gaat in op de technische. Hierin is tevens omschreven welke type boormachine (rig) er op dit project kan worden ingezet. Hoofdstuk 5 geeft een omschrijving over de boorspoeling en hoofdstuk 6 gaat in op eventuele kwelproblematiek.

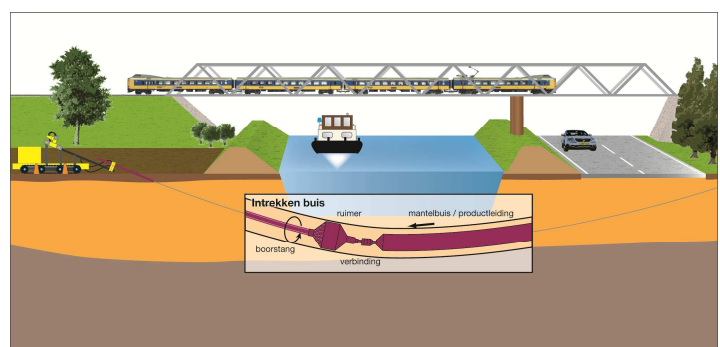
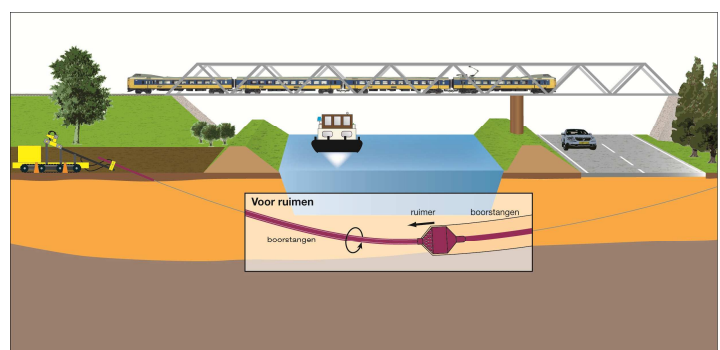
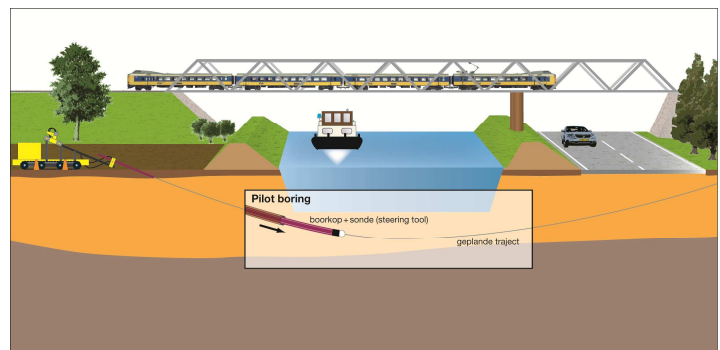
2. Algemene omschrijving gestuurde boringen

De gestuurde boortechniek, oftewel Horizontal Directional Drilling (HDD) onderscheidt zich van andere sleufloze technieken omdat de werkzaamheden plaatsvinden vanaf het maaiveld. Nadat de rig en de rest van het materieel is opgesteld wordt allereerst een pilotboring gemaakt. Hierbij zal de rig een boorstang van enkele meters lang met voorop een boorkop de grond in drukken. Vervolgens wordt de volgende boorstang hierachter aangekoppeld en wordt de streng verder in de grond gedrukt. Dit proces wordt herhaald totdat het geplande uittredepunt volgens een vooraf bepaald tracé is bereikt.

Het bepalen van de positie en bijsturen van het boorstreng gebeurt met de boorkop. Door deze in een geplande positie te roteren zet deze zich af tegen de grond en dwingt zichzelf hierdoor in een nieuwe richting. In de boorkop is een zender gemonteerd waarmee o.a. de positie en hellingshoek kunnen worden doorgegeven. Met deze gegevens is het mogelijk de huidige positie van de boorkop te bepalen en een nieuwe positie te plannen. Doordat de boorkop voorop de eerste boorstang is gemonteerd volgen de gekoppelde boorstangen in een streng de boorkop. Wanneer de boorkop het geplande uittredepunt heeft bereikt is pilotboring gereed.

Nadat de pilotboring gereed is kan er worden gestart met de ruimfase. Op de plaats van de boorkop wordt nu een ruimer gemonteerd. Een ruimer wordt gebruikt om het geboorde gat op te snijden tot een groter formaat. Dit proces wordt eventueel verschillende malen herhaald totdat het boorgat groot genoeg is voor de aan te brengen buis of buizen. De ruimfase wordt gerealiseerd doordat de rig de streng met aangekoppelde ruimer in een draaiende beweging naar zich toe trekt. Bij het uittredepunt worden achter de ruimer nieuwe boorstangen aangekoppeld. Hierdoor blijft er een streng van boorstangen in het geboorde gat aanwezig. Wanneer het boorgat tot het juiste formaat is opgesneden kan worden gestart met het intrekken van de buis.

Het intrekken van de buis (of buizen) gebeurt vanaf het uittredepunt. Omdat er bij het uitvoeren van de ruimfase achter de ruimer boorstangen zijn gekoppeld is er een streng van boorstangen aanwezig in het geruimde boorgat. Nabij het uittredepunt wordt nogmaals een ruimer gekoppeld met daarachter een swivel en vervolgens de in te trekken buis. De rig trekt nu de boorstangen met de ruimer en de buis naar zich toe. Wanneer de buis de rig heeft bereikt is de gestuurde boring gereed.



3. Projectspecificaties

3.1 Belangrijke aspecten op dit project

Het boortracé is gepland parallel langs de Diempolderweg, vanaf de Overdiemerweg onder de Diem door te Diemen. De werklocatie is van tevoren geschouwd en er is bij het Kadaster een KLIC-melding (19O046002) gedaan. Uit dit vooronderzoek is gebleken dat er rekening moet worden gehouden met de onderstaande punten.

Puin en ondergrondse obstakels kunnen leiden tot stagnatie of zelfs het vastlopen van de gestuurde boring. Daarom is met behulp van Topotijdreis (www.topotijdreis.nl) een beknopt historisch onderzoek uitgevoerd. Uit de beschikbare informatie is gebleken dat het gebied in de omgeving van de werklocatie na cultivering is gebruikt voor landbouw. In de tweede helft van de 19^e eeuw is ter plaatse een spoorlijn aangelegd met een brug over de Diem. In de jaren '80 van de 20^e eeuw is ten noorden van de spoorlijn de Rijksweg A1 aangelegd. In de jaren '90 is ten noorden parallel langs de Rijksweg een brug aangelegd voor lokaal verkeer. Na het aanleggen van deze kunstwerken en het aansluitende (spoor-)wegennet is de situatie niet meer noemenswaardig gewijzigd. Uit de beschikbare informatie is in ieder geval niet gebleken dat in de directe omgeving van de werkzaamheden vroeger bebouwing heeft gestaan. Ondergrondse obstakels door voormalige bebouwing, zoals bijvoorbeeld fundatieresten of -palen worden daarom niet verwacht. Het is niet bekend om in de omgeving ophogingen zijn gerealiseerd met puin.

Bij het schouwen van de werklocatie is gebleken dat het op dit project noodzakelijk is om vooraf aanvullende maatregelen te treffen, zodat de werkzaamheden veilig kunnen worden uitgevoerd en het materieel kan worden opgesteld.

Uit de KLIC-melding is gebleken dat ter plaatse van het beoogde boortracé een bestaande gestuurde boring aanwezig is. Deze bestaande gestuurde boring is diep aangebracht onder een damwand door. Het beoogde boortracé is gekozen om de damwand heen, waardoor de gestuurde boring ondieper kan worden uitgevoerd.

Nabij het intredepunt liggen diverse bestaande gestuurde boringen. Het beoogde boortracé is zo gekozen dat van de bestaande gestuurde boringen af wordt gewerkt, waardoor er geen risico is op schade aan de bestaande ondergrondse infrastructuur. Veiligheidshalve is het wel noodzakelijk om vooraf de bestaande ondergrondse infrastructuur te visualiseren middels proefsleuven.

De gestuurde boring is ten oosten van de Diem gepland onder een waterkering door. De geometrie van de gestuurde boring is daarom geconformeerd aan de eisen van het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. De beoogde werkzaamheden zijn vooraf met het Waterschap (dhr. N. Bouman) overlegd en geaccordeerd.

Voor het aanmaken van boorspoeling wordt water gebruikt. In de directe omgeving van de werklocatie is oppervlaktewater beschikbaar. Met behulp van teststrips en de Combo van Hanna Instruments is onderzocht of dit oppervlaktewater geschikt is voor het aanmaken van boorspoeling (zie: Hoofdstuk 5).

Op dit project is onderzocht of er op voorhand rekening moet worden gehouden met het risico op kwel of langsloopsheid. Uit het onderzoek is gebleken dat het noodzakelijk is hieromtrent aanvullende maatregelen treffen. (zie: Hoofdstuk 6).

De input voor de sterkte- en muddrukberoeeningen (zie: Bijlage IV) is gebaseerd op de bijgevoegde bodemonderzoeken (zie: Bijlage II). De grondwaterstand is gebaseerd op het waterpeil in de te kruisen en nabij gelegen watergangen. De sterkteberekening geeft

aan dat de aan te brengen buis geschikt is voor de geplande werkzaamheden. Uit de muddrukberendingen blijkt dat ter plaatse van de berekende punten over het algemeen voldoende marge wordt gehouden tussen de minimaal benodigde en de maximaal toelaatbare boorspoeldruk. Uitzondering hierop vormt het berekende punt 'Q', vlak voor het bereiken van het uittredepunt bij het uitvoeren van de pilotboring. Deze situatie is inherent aan de aanlegtechniek. Het risico op een blow-out is in de praktijk echter aanzienlijk te beperken door het tijdig zoveel mogelijk reduceren van de voortgangssnelheid en het pompdebiet. Wanneer desondanks onverhoopt toch een blow-out optreedt dan leidt dit op de betreffende locatie niet tot (ernstige) overlast. Mocht deze situatie zich voordoen dan zal de uitbraak direct worden ingedamd, waarna de vrijgekomen boorspoeling tijdelijk naar het uittredepunt wordt getransporteerd. Na het gereedkomen van de werkzaamheden zal het maaiveld ter plaatse (evenals bij het in- en uittredepunt) in originele staat worden hersteld.

Bij het schouwen van de werklocatie is gebleken dat de gestuurde boring is gepland achter het landhoofd van een brug. Om te kunnen controleren of het aanbrengen van de gestuurde boring niet leidt tot risico's voor de fundatie van het kunstwerk zijn bij de wegbeheerder (gemeente Diemen) de constructietekeningen opgevraagd. Deze bleken echter niet voorhanden. Nabij de kortste afstand tot het kunstwerk is de gestuurde boring gepland in het zand, waardoor de plastische zone beperkt blijft tot $R_{p,max} = 0,74$ meter (zie: Bijlage IV). Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat er tussen de plastische zone en de rand van het kunstwerk een marge aanwezig is van 9,94 meter (10,68 meter, minus $R_{p,max}$: 0,74 meter). Conform de NEN3650-1:2012 I.5.4.2 moet de plastische zone van de gestuurde boring buiten de invloedzone van de fundatiepalen blijven, welke is vastgesteld op viermaal de diameter. Dit houdt in dat de gestuurde boring niet voldoet wanneer de fundatiepalen een diameter hebben van $>2,485$ meter ($4 \times D = 9,94$) meter. Het is zeer onwaarschijnlijk dat de fundatiepalen van het viaduct een grotere diameter hebben dan 2,485 meter. Daarnaast zijn de fundatiepalen waarschijnlijk aangebracht tot in het pleistocene zand en kruist de gestuurde boring de palen relatief hoog, waardoor er geen draagkracht onder de palen wordt onttrokken. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de risico's voor de fundatie door het uitvoeren van de gestuurde boring hooguit nihil zijn.

Om in te kunnen schatten of er een risico is op het aantreffen van bodemverontreiniging is middels Bodemloket (www.bodemloket.nl) gezocht naar beschikbare rapportages. Uit de beschikbare rapportages (zie: Bijlage IX) is niet gebleken dat in de directe omgeving van het intredepunt (ernstige) bodemverontreiniging wordt verwacht. Wel is gebleken dat in de omgeving van het uittredepunt een voormalige stortplaats aanwezig is. Deze is gesaneerd door middel van een leeflaag. Veiligheidshalve is het daarom noodzakelijk om in overleg met het bevoegd gezag te bepalen of het op dit project noodzakelijk is om aanvullende maatregelen te treffen.

3.2 Keuze boortracé en geometrie

De gestuurde boring is ontworpen conform de vigerende NEN normen en de eisen van het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. Eventuele afwijkingen hierop zijn behandeld in Hoofdstuk 3.1.

In verband met de krappe geometrie is de diepte van de gestuurde boring zo gekozen dat de pilotboring kan worden gerealiseerd met behulp van een walk- over meetsysteem. Bij dit meetsysteem kan de surveyor de boorkop met behulp van een ontvanger op afstand blijven volgen.

De locaties van het in- en uittredepunt zijn zo gekozen dat er bij het intredepunt voldoende ruimte beschikbaar is voor het opstellen van de rig en het bijbehorende

materieel. Bij het uittredepunt is er rekening mee gehouden dat er voldoende ruimte beschikbaar is om tijdelijk de aan te brengen buis op te kunnen stellen in het verlengde van het uittredepunt.

De geometrie van het beoogde boortracé is zo gekozen dat, rekening houdend met de grondslag en de juiste radii van de boorstangen en het gekozen meetsysteem de vereiste marge tot de diverse te passeren objecten wordt gehouden.

3.3 Inrichten in- en uittredepunt

De bestaande ondergrondse infrastructuur is met behulp van de via het Kadaster verkregen KLIC-meldingen zo goed mogelijk in kaart gebracht en ter verduidelijking geprojecteerd op de vergunningstekening. Deze situatie is theoretisch en moet daarom worden beoordeeld als indicatief. Veiligheidshalve is het daarom noodzakelijk om de exacte ligging van bestaande kabels en leidingen vooraf te controleren middels proefsleuven en visuele inspectie van (riool)putten.

De werklocaties zijn gelegen in de directe omgeving van wegen en fietspaden. Ter plaatse moet daarom rekening worden gehouden met verkeer en omstanders. Het is daarom noodzakelijk om de werklocaties goed te markeren en verkeersmaatregelen te treffen conform CROW-publicatie 96b.



Afbeelding 2: Situatie intredepunt



Afbeelding 3: Situatie uittredepunt

Het intredepunt is gepland in de berm ten noorden van de Diemerpolderweg en ten oosten van de Overdiemerweg. Ter plaatse is voldoende ruimte voor het ontgraven van een werkgat (ca. 3,00m³) en het opstellen van het materieel. Hiervoor is het wel noodzakelijk om de werklocatie vooraf berijdt- en bereikbaar te maken middels rijplaten. Daarnaast is het veiligheidshalve noodzakelijk om vooraf de ondergrondse infra te visualiseren middels proefsleuven.

Het uittredepunt is gepland in de berm ten noorden van de Diemerpolderweg en ten westen van de Diem. Hierbij is de exacte locatie van het werkgat zo gekozen dat tot de bomen een marge kan worden gehouden van >3,50 meter. De haspelwagen met de aan te brengen buis kan tussen de bomen worden opgesteld in het verlengde van het uittredepunt. Vanaf hier kan de aan te brengen buis direct in het boorgat worden getrokken.

3.4 Personeel

De inzet van personeel op de rig kan over het algemeen beperkt blijven tot een boormeester en twee of drie assistenten. Hierbij is de taakverdeling als volgt:

- Boormeester, verantwoordelijk voor:
 - o Bediening van de rig.
- Boorassistent, verantwoordelijk voor:
 - o Koppelen van boorstangen;
 - o Samenstellen van de boorspoeling;
 - o Verzorgen meet- en revisiegegevens;
 - o Pipehandling;
 - o Hand- en spandiensten.

3.5 Registratie en revisie

Conform de vigerende NEN-normen is het noodzakelijk om bij iedere boorfase de voortgang van het proces te monitoren. Dit wordt gerealiseerd door het registreren van de onderstaande parameters:

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

3.6 Geplande werktijd

De geplande werktijd is bepaald in overeenstemming met de ingeschatte voortgangssnelheid per fase. Bij het realiseren van een gestuurde boring moeten de onderstaande fasen opvolgend worden uitgevoerd.

	Werkdag (in uren)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Voorbereidende werkzaamheden												
Controle graafmelding												
Graven proefsleuven												
Graven werkgaten in- en uittredepunt												
Opstellen materieel												
Pilotboring												
Ruimfase (indien noodzakelijk)												
Intrekken van de buis												
Herstellen werklocatie												
Afvoeren van het materieel												

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

- Voortgangssnelheid bij de pilotboring: ca. 40 tot 60 m/uur;
- Voortgangssnelheid bij de ruimfasen: ca. 60 tot 80 m/uur;
- Voortgangssnelheid bij de intrekoperatie: ca. 60 tot 80 m/uur.

4. Technische gegevens

4.1 Aan te brengen buis

Type buis	: Mantelbuis
Aantal	: 1 Stuks
Diameter	: Ø110mm
Wanddikte	: 10 mm (SDR11)
Kwaliteit	: PE100
Drukklasse	: PN16

4.2 Geometische gegevens

Lengte boortracé over maaiveld	: 199,97 m
Lengte boorprofiel langs de boorlijn	: 203,53 m
Intredehoek	: 16,0° (=28,7%)
Uittredehoek	: 19,0° (=34,4%)
Neergaande verticale boogstraal	: 55,00 m
Opgaande verticale boogstraal	: 50,00 m
Horizontale boogstraal	: 150,00 m
Gecombineerde boogstraal	: 51,64 m
Diepste punt gestuurde boring	: -10,86 m t.o.v. N.A.P.
Diameter te gebruiken ruimer	: Ø150 mm

4.3 Plaatsbepaling

Uit het schouwen van de werklocatie is gebleken dat de gestuurde boring kan worden uitgevoerd met een walk-over meetsysteem. Bij dit meetsysteem wordt er een zender in de boorkop gemonteerd. Deze zender kan met een ontvanger vanaf het maaiveld worden gevolgd door de surveyor. De door de surveyor verzamelde gegevens worden hierna doorgegeven aan de boormeester. De zender geeft de volgende gegevens door:

- Diepte;
- Helling;
- Klokstand;
- Richting;
- Temperatuur van de zender;
- Batterijstatus.

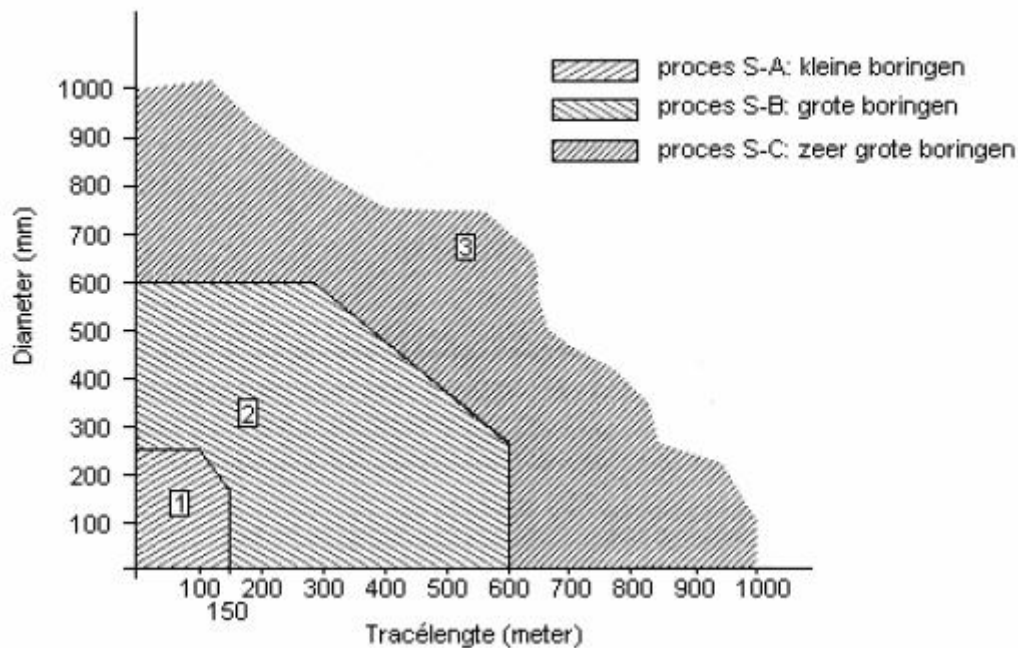
Dit meetsysteem is gevoelig voor storing door omgevingsinvloeden. Voorbeelden hiervan zijn kabels, leidingen en staal of beton in de ondergrond. Daarnaast wordt het meetsysteem minder nauwkeurig naar mate de boorkop dieper onder het maaiveld komt. In de meetgegevens dient daarom een tolerantie te worden aangehouden van 0,5 meter links en rechts van de boorlijn. Het toegepaste meetsysteem dient van gelijkwaardige of betere kwaliteit te zijn dat het gespecificeerde meetsysteem (zie: Bijlage VII).

4.4 In te zetten materieel

De rigs kunnen in drie typen worden onderscheiden. De onderverdeling hierin is gebaseerd op trekkracht:

- Mini rigs (<12 ton);
- Midi rigs (>12 en <80 ton);
- Maxi rigs (>80 ton).

Het CKB heeft een leidraad opgesteld voor welke type rig en moet worden toegepast op een bepaald project. Deze is gebaseerd op de lengte van de gestuurde boring en de diameter van de aan te brengen buis.



Afbeelding 4: Indeling rigs volgens CKB-regeling

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

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

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

Uit de sterkteberekening is gebleken dat de beoogde rig minimaal 1,11 ton (11,11 kN) trekkracht moet kunnen genereren voor het intrekken van de buis. In verband met onvoorziene omstandigheden adviseert InfraDesk om hierin een ruime marge te nemen.

5. Boorspoeling

5.1 Doel van boorspoeling

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

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

5.2 Het aanmaken van boorspoeling

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

5.3 Debieten en muddrukken

Bentoniet is een droge stof die met water tot boorspoeling (mud) wordt vermengd. De eigenschappen van het te gebruiken water zijn bepalend voor een juiste werking van de Bentoniet. Bij voorkeur heeft het water de volgende waarden: pH (zuurgraad) $< 7 < 9,5$, CA (hardheid) < 100 ppm, Cl (geleidbaarheid) < 1000 μ S. Desgewenst zijn het zuurgraad en de hardheid met polymeren aan te passen, zodat het water indien nodig bruikbaar kan worden gemaakt. De geleidbaarheid is niet te beïnvloeden. Wanneer het gehalte hoger is dan 1000 μ S, dan zal er meer Bentoniet nodig zijn dan de standaard formulering. Bentoniet is in dit geval minder viskeus en zal flocculeren. Het zout gehalte (geleidbaarheid) van water is niet te aan te passen. Aanbevolen wordt om water van elders aan te voeren of gespecialiseerde polymeren te gebruiken.

Om te kunnen bepalen of het oppervlaktewater nabij het intredepunt geschikt is voor het aanmaken van boorspoeling zijn met behulp van teststrips en de Combo van Hanna Instruments de eigenschappen bepaald:

- pH: 8,15;
- μ S: 1130;
- ppm: 425.

Uit de metingen blijkt dat het Chloride-gehalte (geleidbaarheid) > 1000 μ S en de hardheid (CA) > 100 ppm. Daarom wordt geadviseerd om geschikt werkwater aan te voeren van elders, of een speciale boorspoeling toe te passen in combinatie met de juiste polymeren. In dat geval moeten de toegepaste boorspoeling en polymeren van gelijkwaardige of betere kwaliteit zijn dan het gespecificeerde boorspoeling en polymeren (zie: Bijlage VIII).

5.4 Registratie debieten en muddrukken

Conform de vigerende NEN-normen dient gedurende het boorproces het pompdebiet en de heersende muddruk bij de mudpomp en de boorkop te worden geregistreerd. Hierbij kan de muddruk bij de boorkop worden bepaald op basis van de druk bij de mudpomp, minus de optredende verliezen door weerstand in slangen, boorstreng en nozzles.

5.5 Het afvoeren van boorspoeling

Gedurende het uitvoeren van de gestuurde boring wordt de boorspoeling uit het boorgat opgevangen in de werkgaten. Deze overtollige boorspoeling dient na het uitvoeren van de werkzaamheden naar een geschikt verwerkingsbedrijf te worden afgevoerd.

6. Beheersing kwelproblematiek

6.1 Kwel

Tijdens het boorproces wordt grond verwijderd en wordt de oversnijding tussen het boorgat en de aangebrachte buis opgevuld door de boorspoeling. De grondspanning rondom het boorgat zal hierdoor veranderen. Nadat de gestuurde boring gereed is wordt er een nieuw spanningsevenwicht gevormd tussen de achtergebleven boorspoeling en de grond er omheen. Dit gebeurt doordat het water langzaam uit de boorspoeling wordt geperst. Daarnaast kan met name in situaties met relatief zout grondwater de bentoniet na verloop van tijd gaan uitvlokken, waardoor zelfs holle ruimten in het boorgat ontstaan. Door het veranderen van grondspanning of het ontstaan van holle ruimten kan grondwater (kwel) gaan stromen. Een kwelstroom kan optreden bij een waterstandsverschil 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.

6.2 Risico's en maatregelen

Het onverwachts ontstaan van kwel zorgt voor overlast en kan bovendien de werking van waterkeringen negatief beïnvloeden. In geval van twijfel kan er met een kwelwegberekening worden getoetst of er een kans is op kwel. Vanwege de geringe kosten en het risico van kwel adviseren wij in geval van twijfel altijd een kwelscherm met een kleikist te plaatsen. Hierdoor wordt een kwelstroom geblokkeerd indien deze onverwachts toch ontstaat.

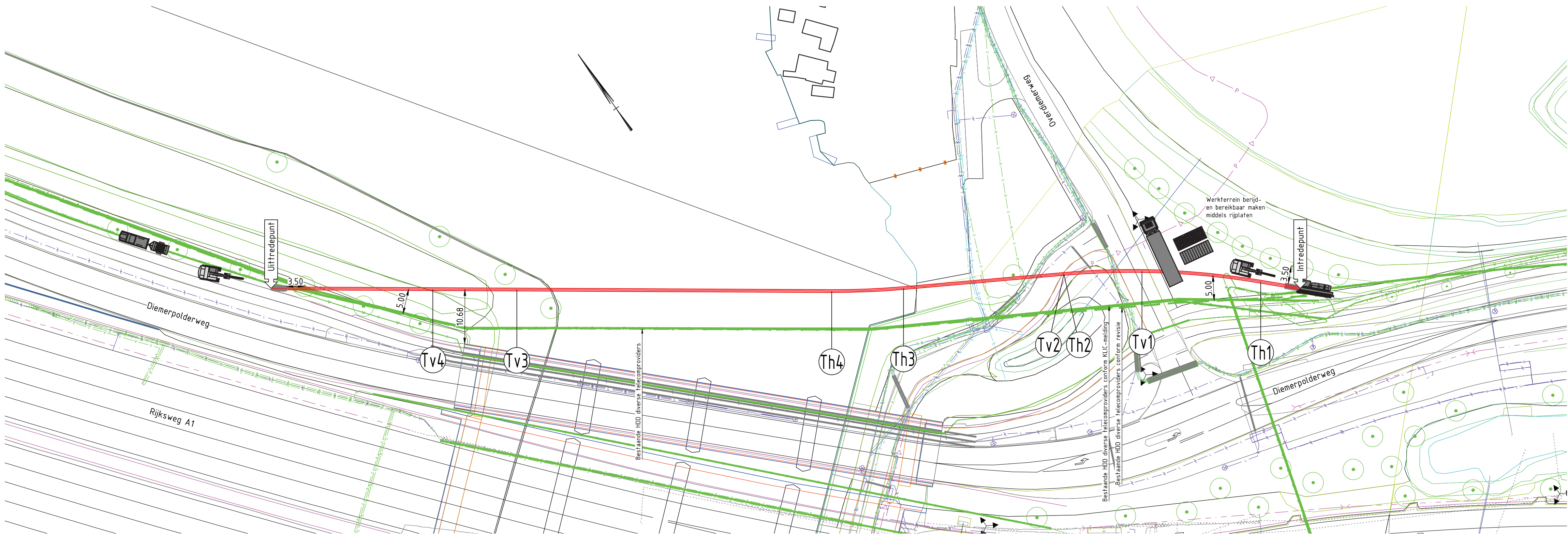
6.3 Maatregelen op dit project

Op dit project wordt een watergang gepasseerd. Aan de zijde van het intredepunt is hierlangs een waterkering gelegen. Op te toetsen of er rekening moet worden gehouden met het risico op langsloopsheid is er een kwelwegberekening opgesteld (zie: Bijlage V). Hieruit is gebleken dat het noodzakelijk is om maatregelen te treffen ter plaatse van het intredepunt. Aan de zijde van het uittredepunt is geen waterkering aanwezig en ligt het maaiveldniveau aanzienlijk hoger dan het waterpeil in de te kruisen watergang. Bij het uittredepunt is het daarom niet noodzakelijk om maatregelen te treffen.

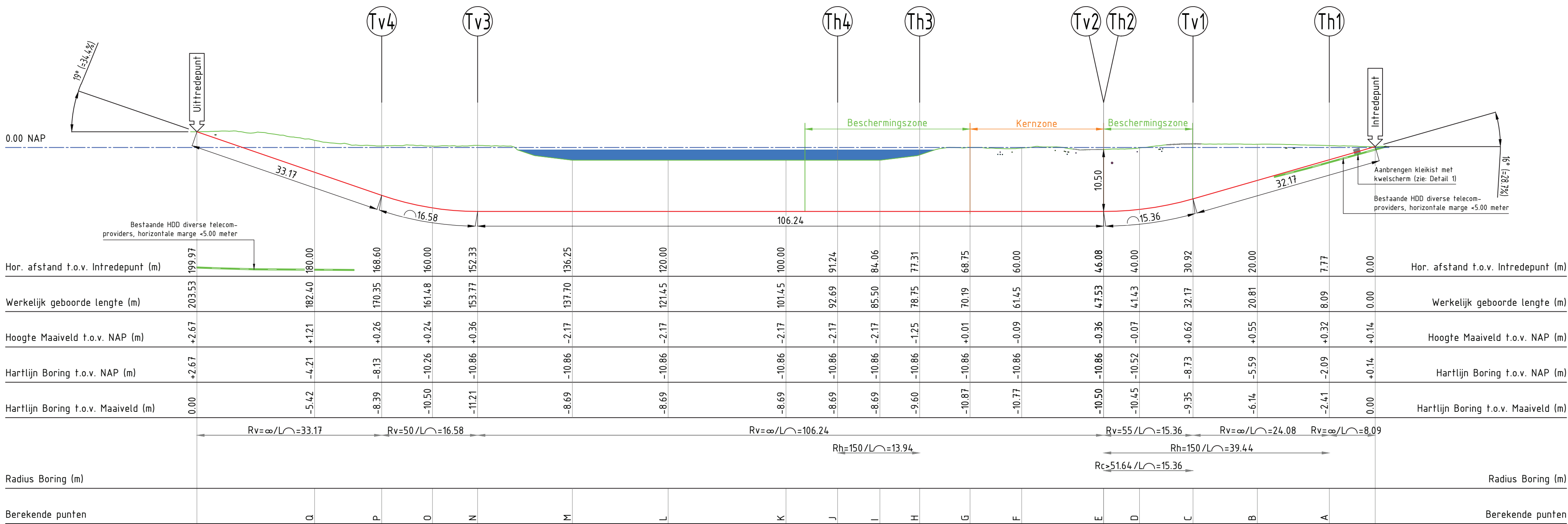
Om in te kunnen schatten of er een risico is op overlast door kwel vanuit het diepe grondwater is de bodemopbouw bestudeerd (zie: Bijlage II) en zijn met behulp van Dinoloket (www.dinoloket.nl) gegevens van diverse bestaande peilbuizen geraadpleegd (zie: Bijlage III). Hieruit is gebleken dat het pleistocene zand niet wordt aangeboord en geeft de informatie van de peilbuizen geen indicatie dat er een risico is op kwel vanuit het diepe grondwater.

Op dit project moet rekening worden gehouden met overlast door kwel nabij het intredepunt. Het is daarom noodzakelijk om gedurende het gehele boorproces continu visueel te controleren of er toch kwel optreedt. Indien hiervan sprake is dan kan het soortelijk gewicht van de boorspoeling met additieven (bijvoorbeeld Dolomiet van CEBO Holland) worden verhoogd totdat de kwel stopt (onder voorbehoud van mudretour en pompdebiet). Teneinde de oversnijding van het boorgat optimaal te vullen kan bij het intrekken van de buis eventueel gebruik worden gemaakt van Drillgrout. Door deze optimale vulling wordt langsloopsheid op de korte en middellange termijn voorkomen. Na het gereedkomen van de werkzaamheden moet nabij het intredepunt op correcte wijze een kleikist met kwelscherm worden geïnstalleerd. Daarnaast moet de mantelbuis na het doorvoeren van de kabels op gedegen wijze waterdicht worden afgesloten.

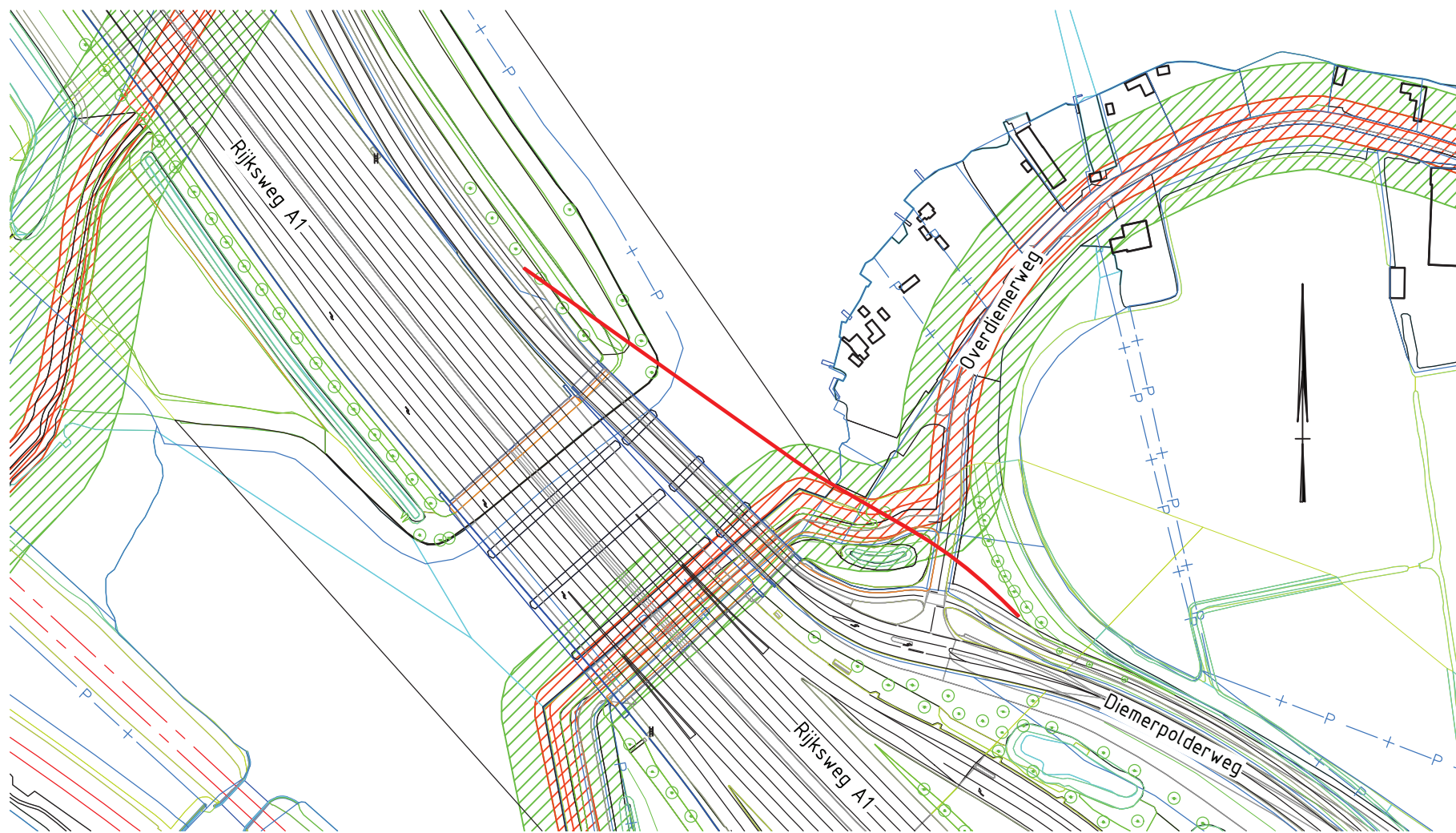
BIJLAGE I Vergunningstekening



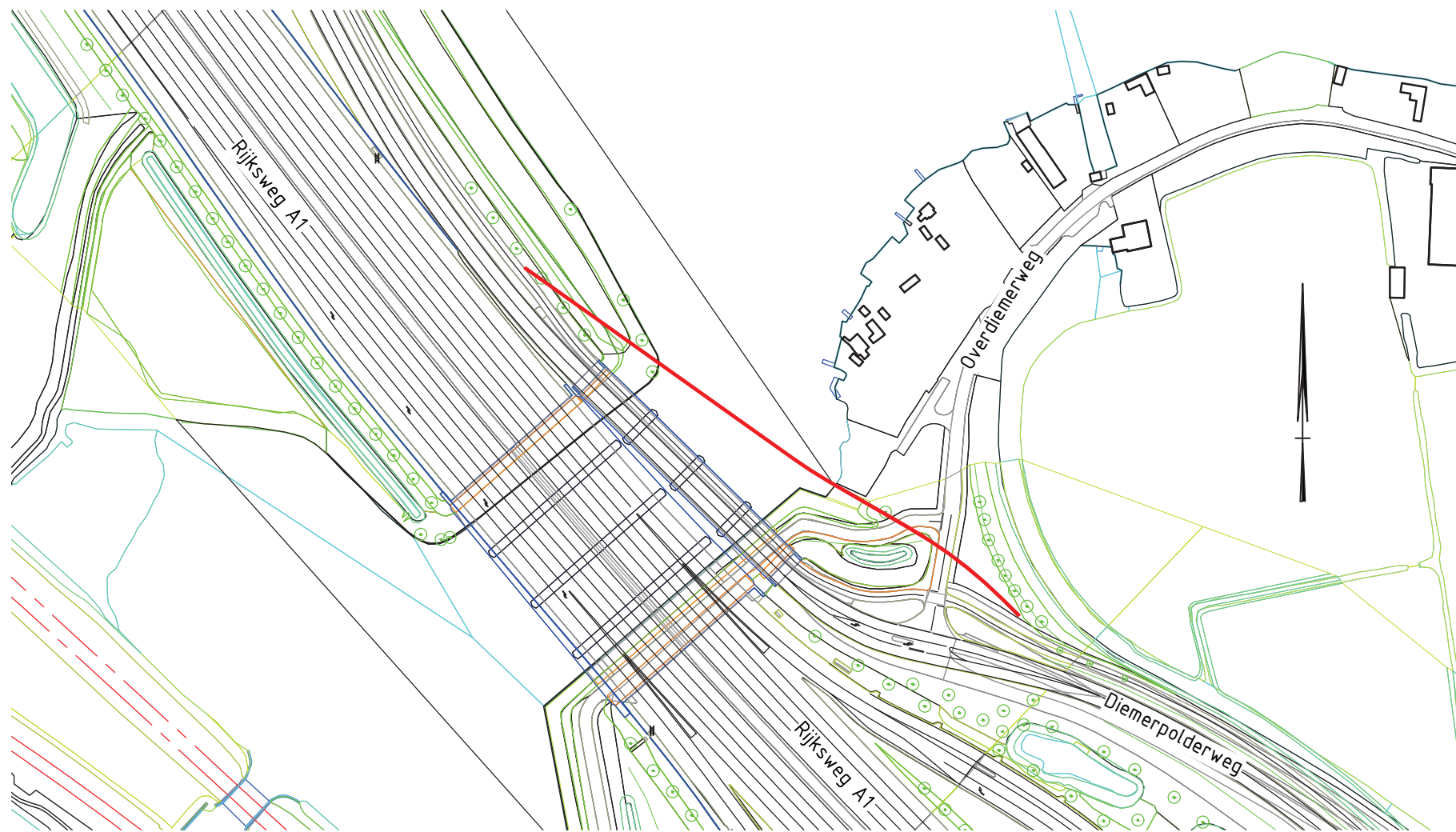
SITUATIE, SCHAAL 1:500



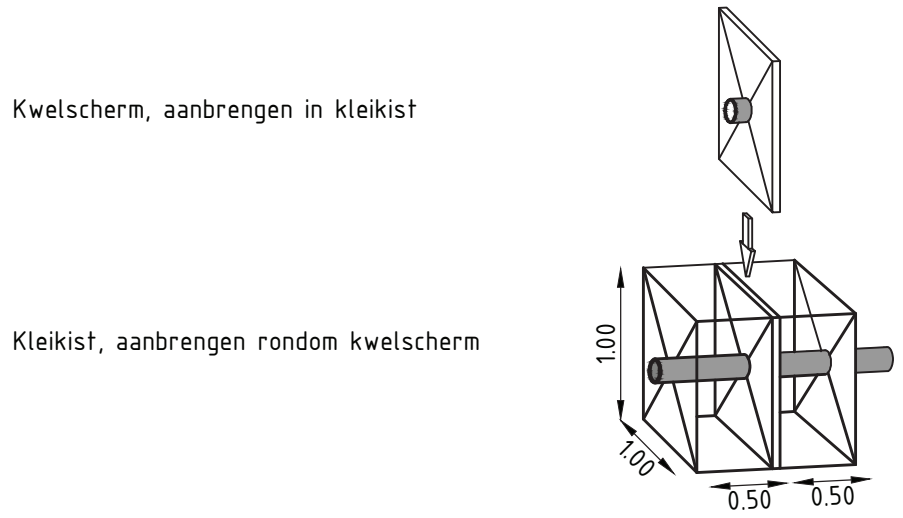
DWARSPROFIEL, SCHAAL 1:500



EIGENDOMSGRENZEN EN SITUATIE WATERKERINGEN, SCHAAL 1:2000



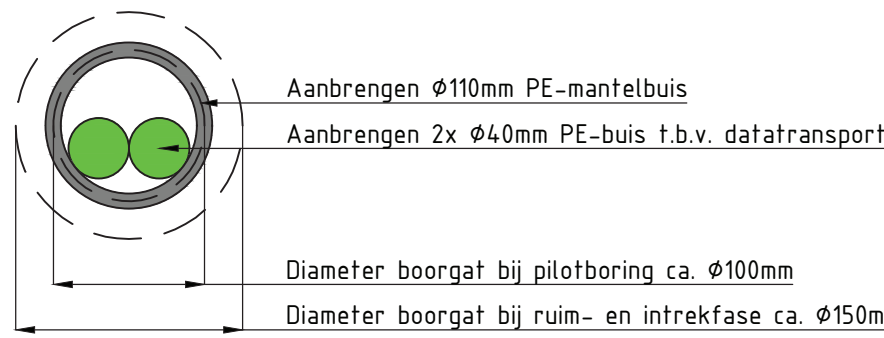
BOVENAANZICHT, SCHAAL 1:2000



DETAIL 1: PRINCIPE KLEIKIST MET KWELSCHERM

Legenda	
Geometrie	Omschrijving
	Data transport
	Mantelbuis data
	Laagspanning
	Mantelbuis elektra
	Middenspanning
	Gas hoge druk
	Gas lage druk
	Overig
	Water
	Drukriolering
	Riolering vrijverval

Tabel Tangentpunten Boring 01			
	X	Y	Z (NAP)
Inrede	126616.57	484672.62	-1.00
Tv1	126614.99	484669.82	-2.71
Tv2	126606.88	484655.53	-6.80
Tv3	126599.59	484642.66	-3.52
Uitrede	126596.85	484637.83	-0.94



DOORSNEDE BOORGAT, SCHAAL 1:5

Opmerkingen

Diepte en ligging kabels en leidingen is indicatief geprojecteerd op basis van KLIC-melding 190046002. Exacte diepte en ligging vooraf controleren middels proefsterven en visuele inspectie van (riool)putten.

Voorafgaande aan werkzaamheden werkterrein bij inredepunt berijden en bereikbaar maken middels rijplaten.

Voortgangssnelheid en pompedebiet reduceren vanaf opgaande bocht.

Bij inredepunt na gereedkomen werkzaamheden op correcte wijze aanbrengen kleikist met kwelscherm. Na doorvoeren kabels mantelbuis op gedegen wijze waterdicht afsluiten.

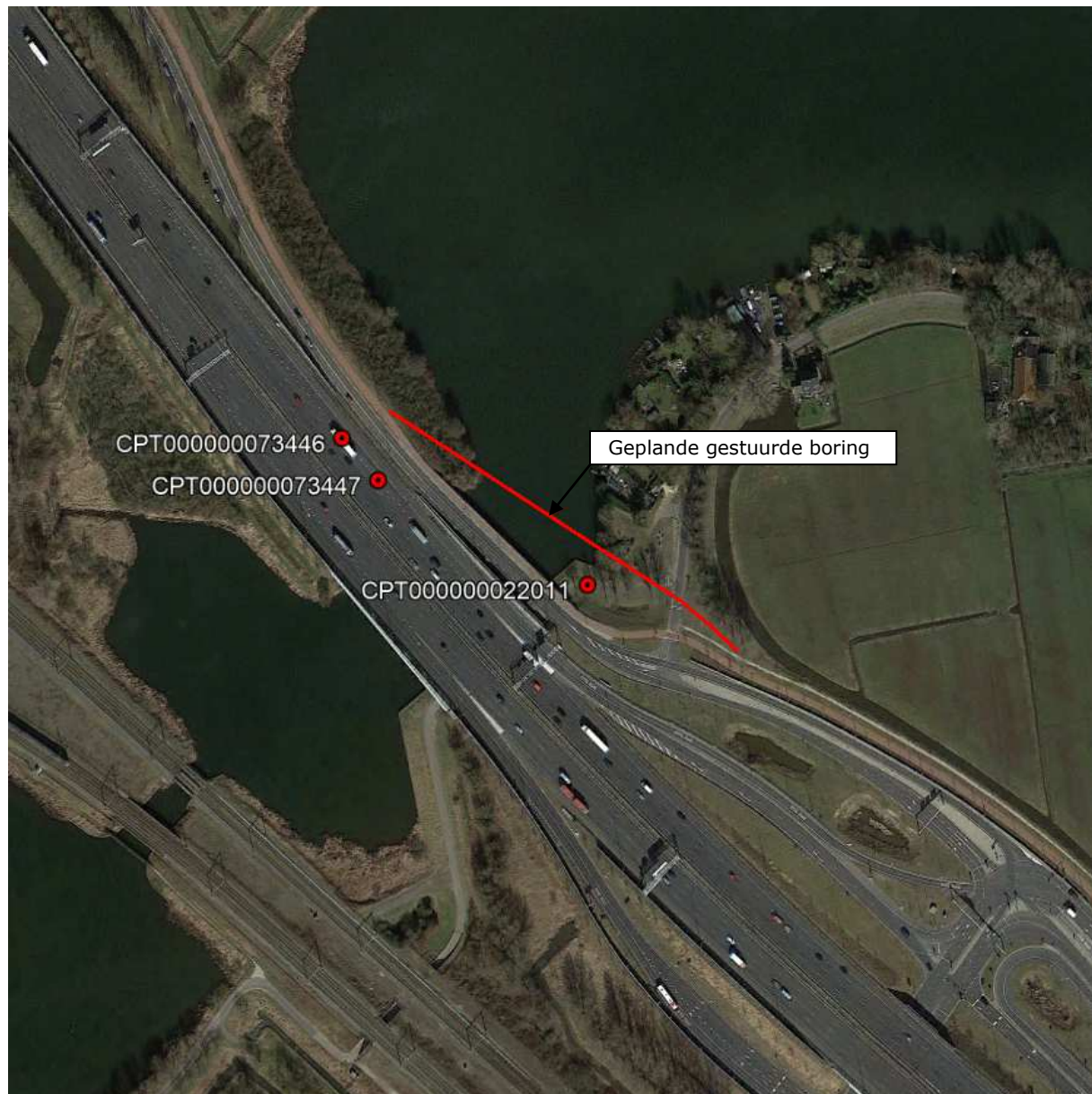
Verkeersmaatregelen treffen conform CROW publicatie 96b.

Topografie verkregen via PDDK. Maaiveldhoogte ingeschat op basis van Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN3).

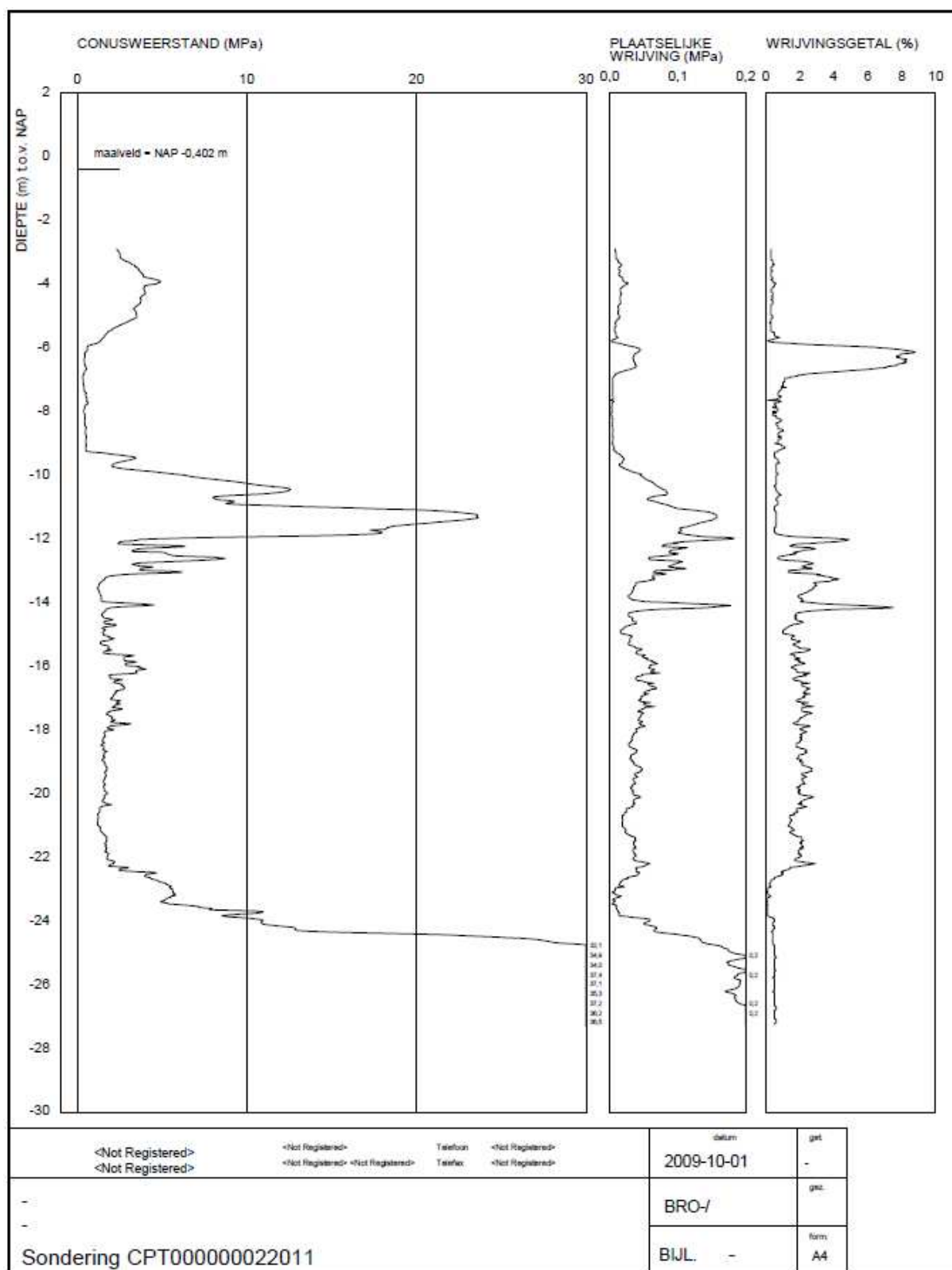
Opmerkingen en vooronderzoek omschreven in boorplan.

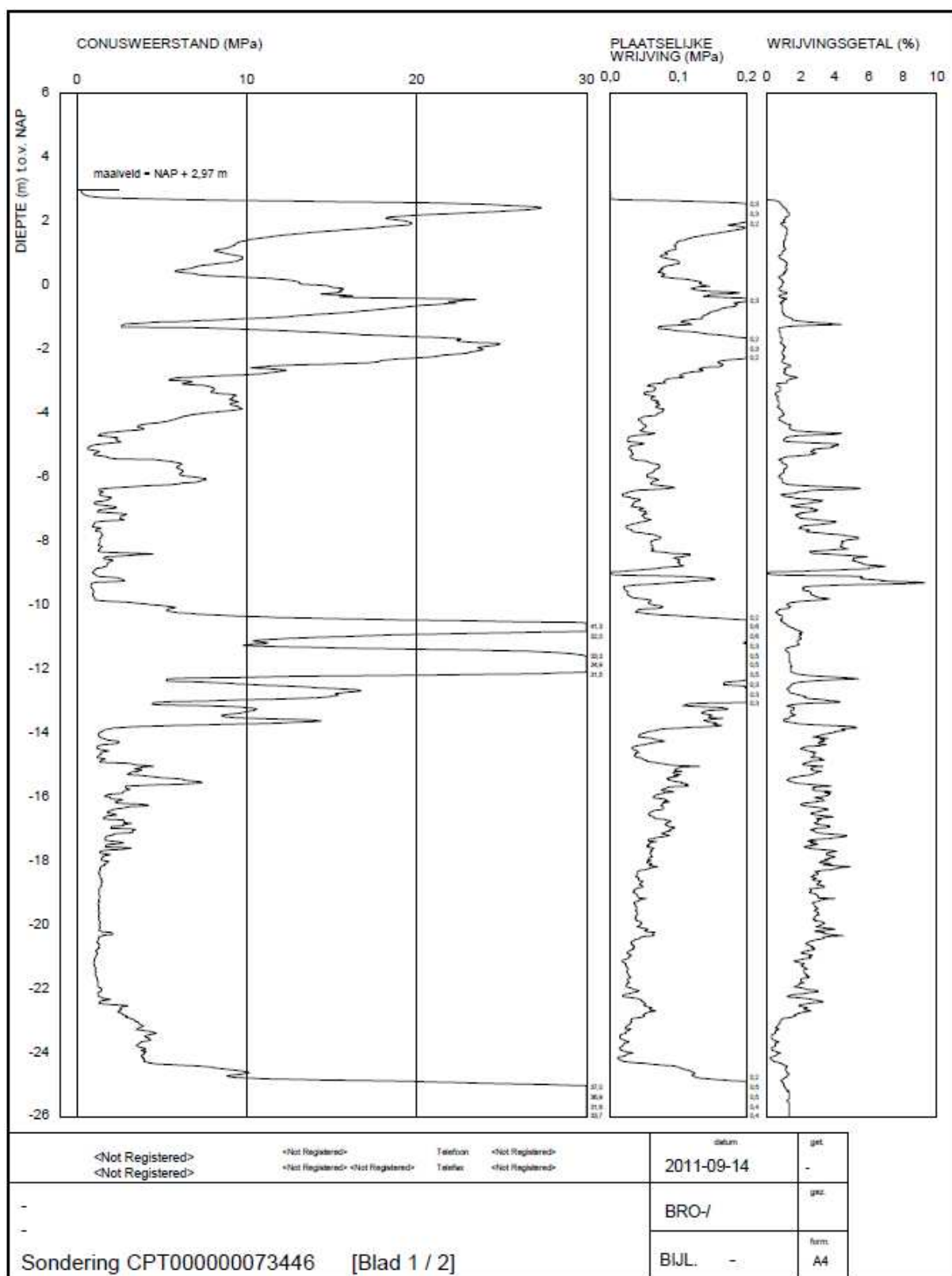
 Esther Vergersstraat 39 3118 JK SCHEDAM Telefoon : 010-7513333 Website : www.infraDesk.info	Oprachtgever:  3D-DRILLING BV GEWELDE HORIZONTALE BOORDRILLING	Projectnr.: InfraDesk: 2019-021-0022	
		Projectnr.: opdrachtgever: -	
Vergunningstekening		Tekening: VT05	
Omschrijving : Gestuurde boring		Getekend: D. Hamstra	
Aanbrengen : Ø110mm PE100 SDR11 mantelbuis, lengte ca 200.0m (maaiveld)		Gecontroleerd: M. Visser	
Plaats : Diemen		Datum: 28-06-2019	
Locatie : Parallel langs Diempolderweg, vanaf de Overdiemerweg onder de Diem door		Schaal: 15/1500/12000	
		Formaat: A1	

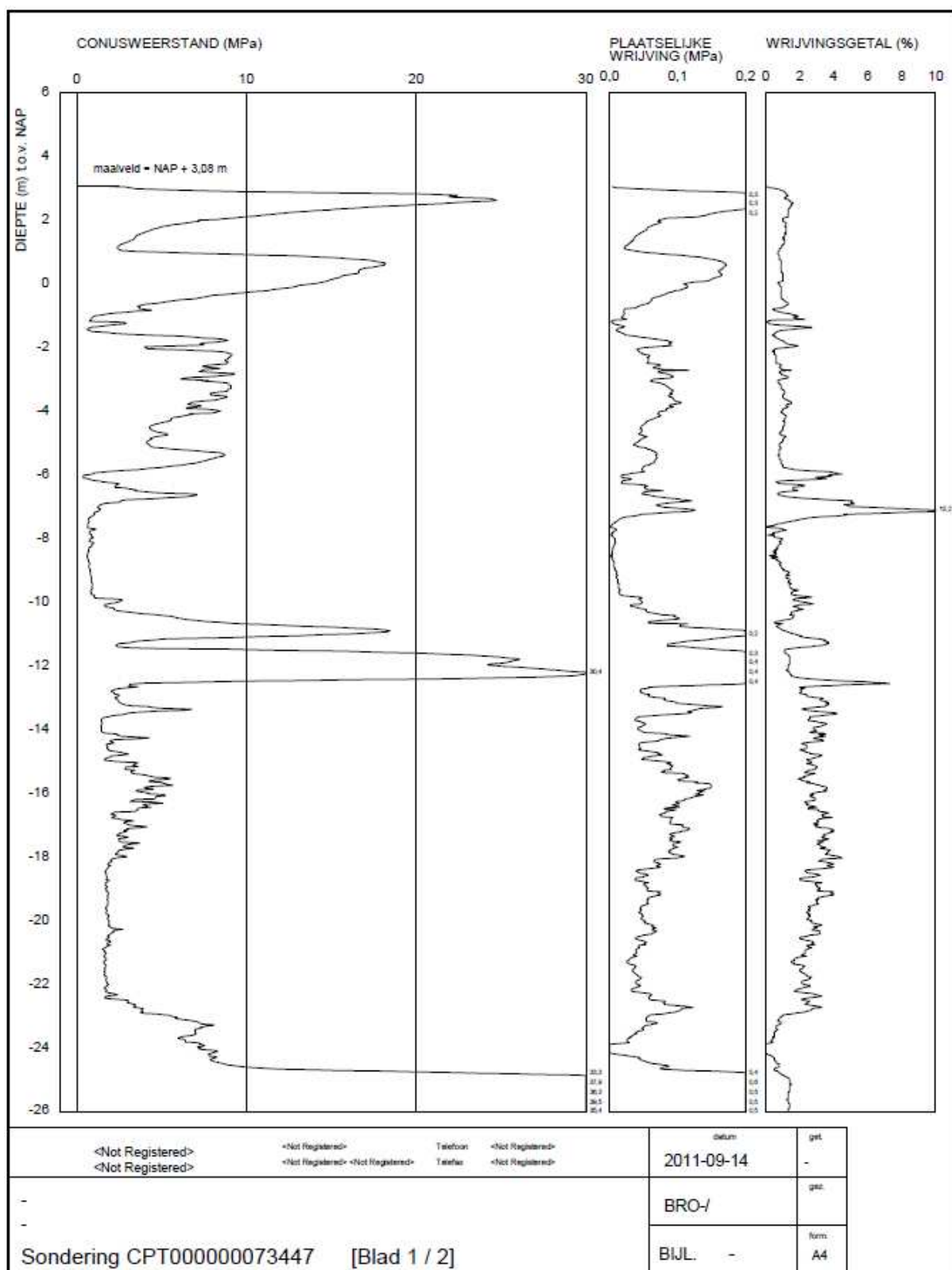
BIJLAGE II Bodemonderzoeken



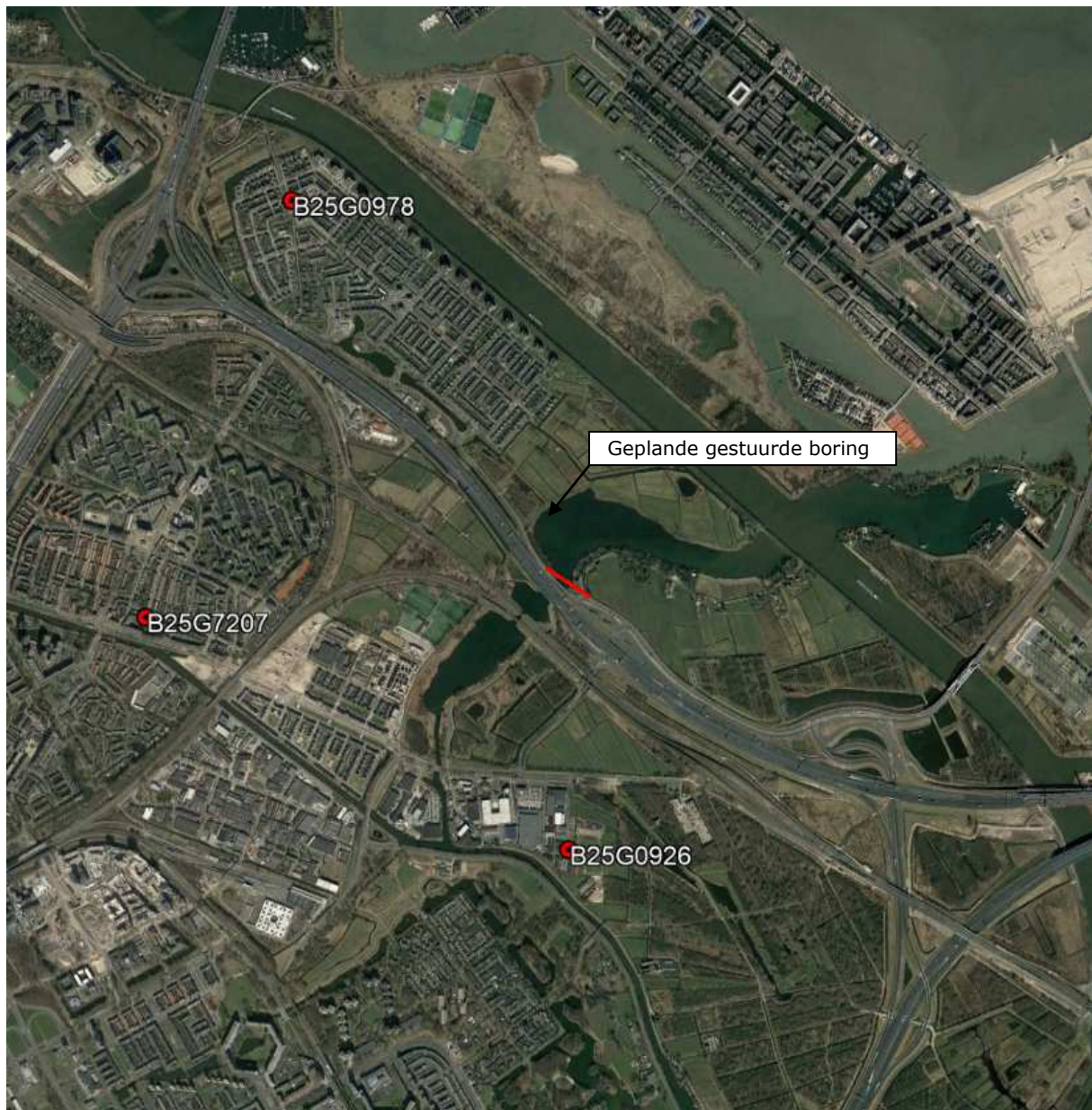
Afbeelding: Locaties geraadpleegde peilbuizen (bron: Dinoloket)







BIJLAGE III Stijghoogte op basis van peilbuisgegevens

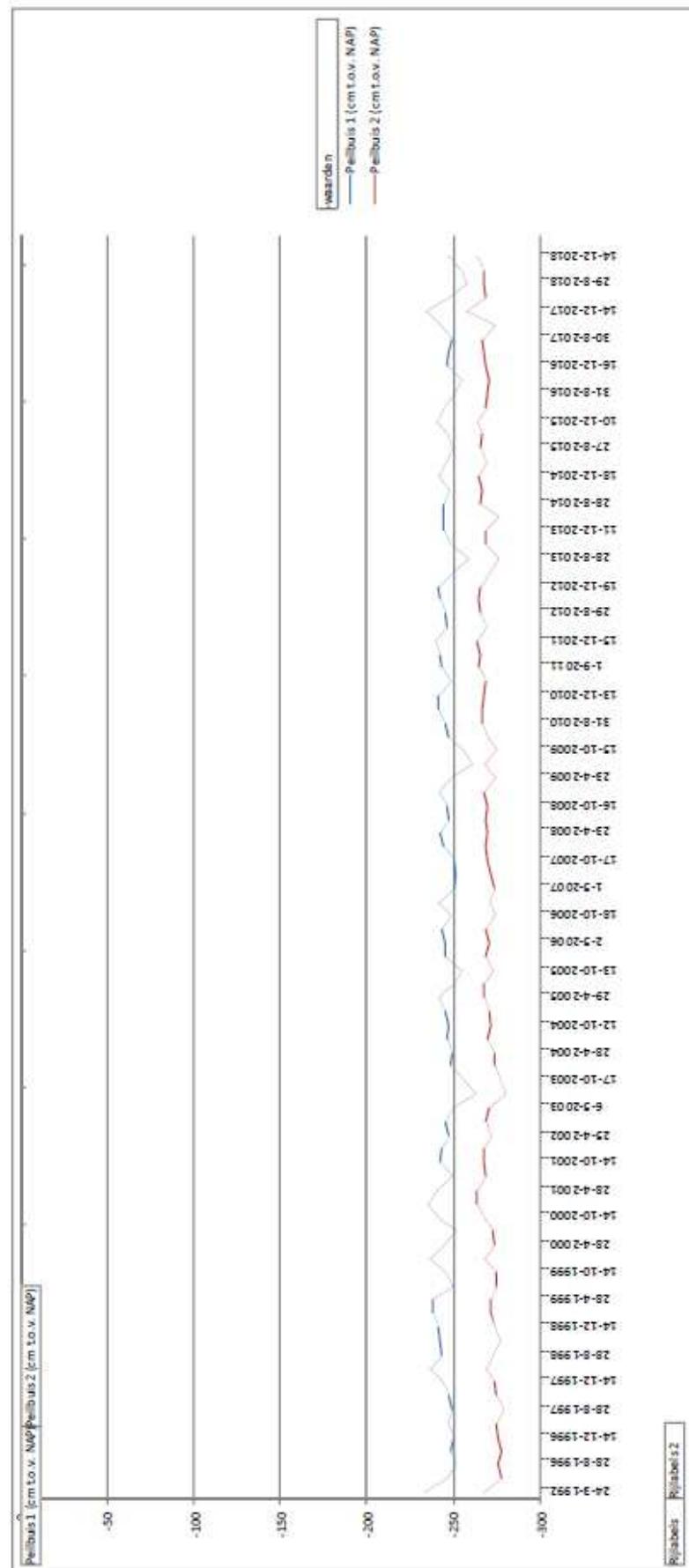


Afbeelding: Locaties geraadpleegde peilbuizen (bron: Dinoloket)

Peilbuis: B25G0926

Locatie (x,y): 127715,482613
 Maasveld: -147 cm t.o.v. NAP
 Referentie: cm t.o.v. NAP

Fillemr:		Maasveld	Filterdiepte	Min stijghoogte	Max stijghoogte	Gem stijghoogte
1		-147	-1057 tot -1257	-262	-233	-246
2		-147	-2447 tot -2647	-280	-257	-270

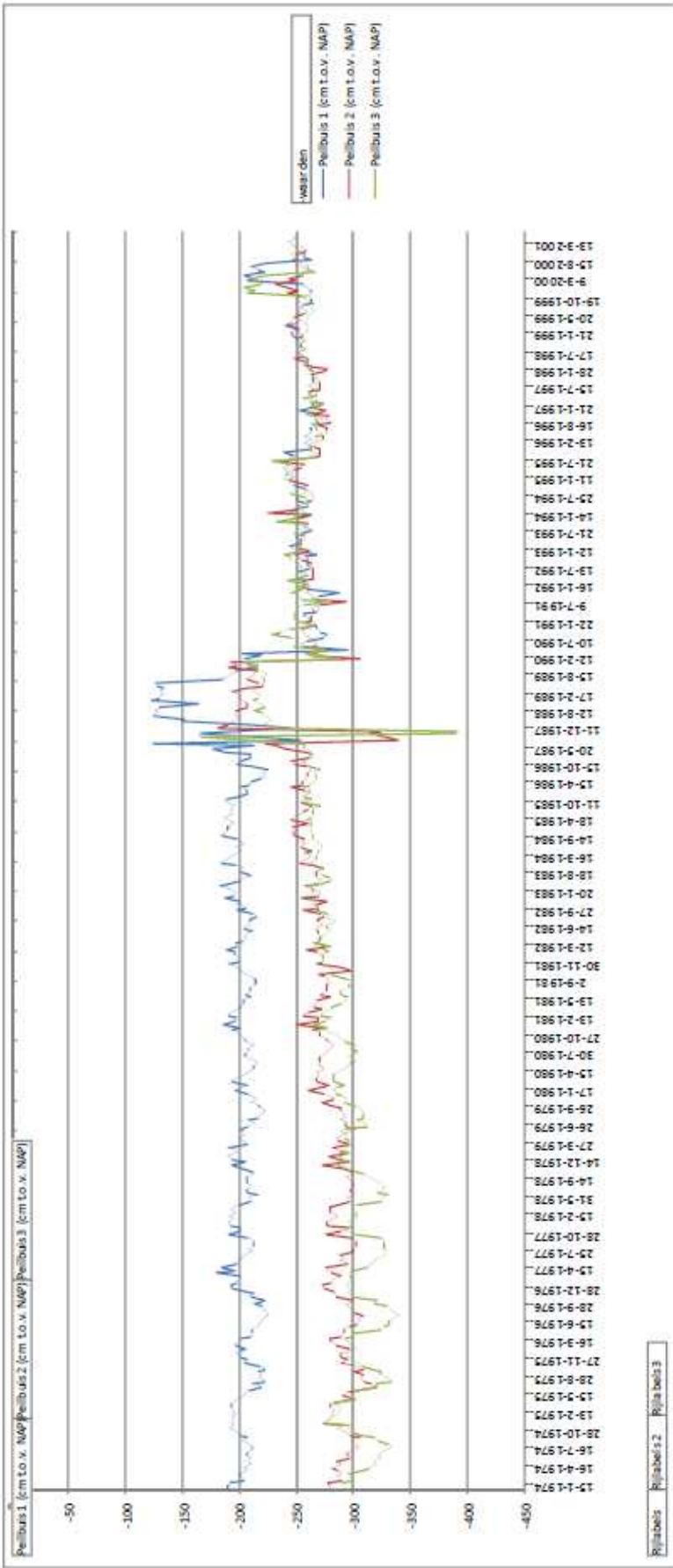


Peilbuis 1 Peilbuis 2

Peilbuis: B25G0878

Locatie (x,y): 126669,485099
 Maalveld: -168 cm t.o.v. NAP
 Referentie: cm t.o.v. NAP

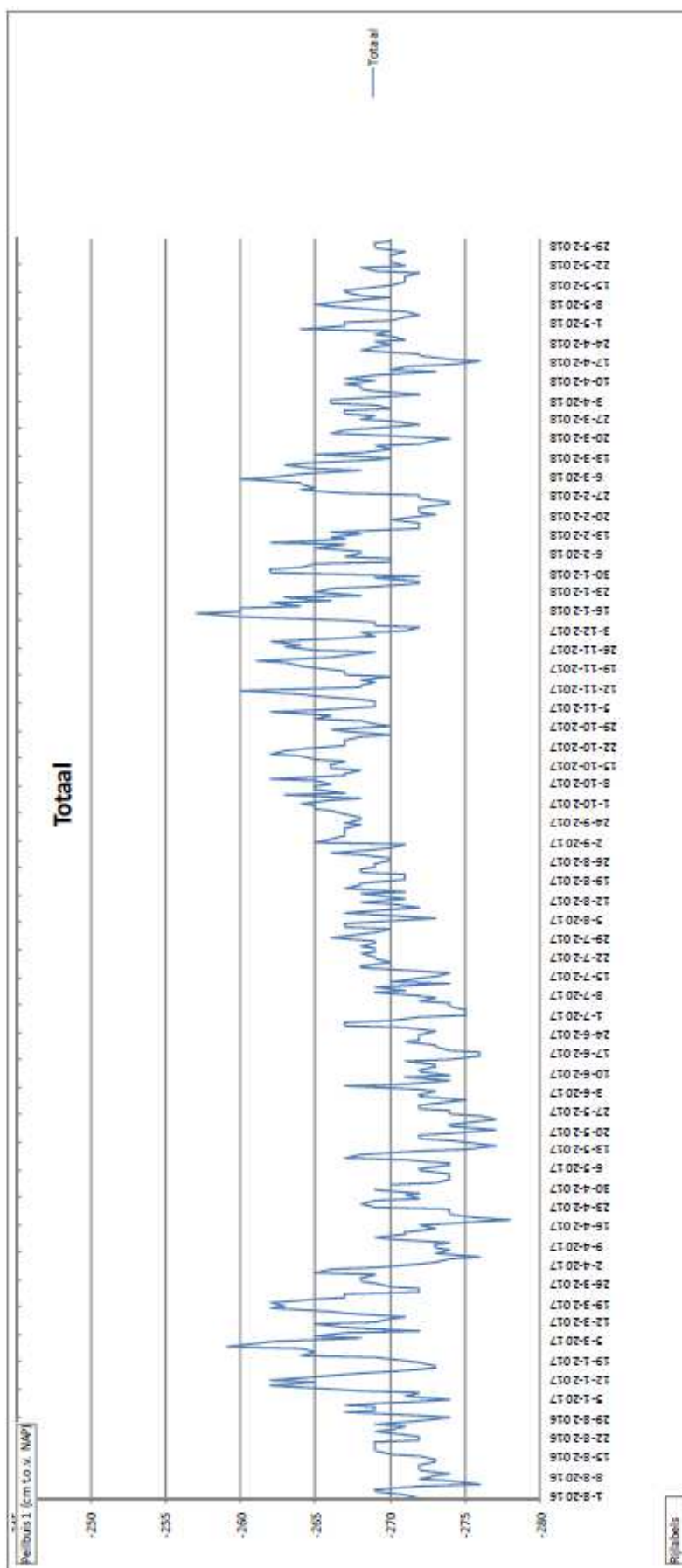
Filternr:	Maalveld	Filterdiepte	Min stijghoogte	Max stijghoogte	Gem stijghoogte
1	-168	-410 tot -510	-294	-122	-217
2	-168	-1217 tot -1317	-339	-181	-268
3	-168	-3014 tot -3114	-390	-166	-275



Peilbuis: B25G7207

Locatie (x,y): 126101,483510
 Maalveld: -77 cm t.o.v. NAP
 Referentie: cm t.o.v. NAP

Filternr:	1				
Maalveld	-77				
Filterdiepte	-1049 tot -1149				
Min stijghoogte	-278				
Max stijghoogte	-257				
Gem stijghoogte	-269				



BIJLAGE IV Sterkte- en muddrukberekeningen

Memo

Omschrijving

3D-Drilling heeft InfraDesk gevraagd om sterkte- en muddrukberekeningen te realiseren ten behoeve van een geplande gestuurde boring parallel langs de Diempolderweg, vanaf de Overdiemerweg onder de Diem door te Diemen. Middels deze gestuurde boring zal er een Ø110mm PE100 SDR11 mantelbuis t.b.v. datatransport worden aangebracht. Het boortracé heeft over maaiveld een lengte van 199,97 meter en een diepte van -10,86 meter t.o.v. N.A.P. De berekeningen zijn opgesteld met het programma Sigma van Adviesbureau Schrijvers BV.

Gebruikte gegevens

De input voor de sterkte- en muddrukberekeningen is gebaseerd op de bijgevoegde bodemonderzoeken (zie: Bijlage II). De grondwaterstand is ingeschat op basis van het waterpeil in de nabij gelegen en te kruisen watergangen, welke is vastgesteld middels GPS-metingen.

Bodemopbouw

Uit de bodemonderzoeken blijkt dat de bodem hoofdzakelijk bestaat uit zand, af en toe doorsneden door een klei- of veenlaag. De waterstand van de Diem is vastgesteld op -0,40 meter N.A.P. De grondwaterstand nabij het in- en uittredepunt is ingeschat op respectievelijk -1,95 en -0,40 meter N.A.P. Bij het realiseren van de berekeningen zijn de parameters van de grondlagen aangehouden conform de NEN3650 en NEN6740.

Uitgangspunten

- De bodemopbouw is ingeschat op basis van de bijgevoegde bodemonderzoeken;
- De grondwaterstand is gebaseerd het waterpeil in de nabij gelegen en te kruisen watergangen;
- Veiligheidshalve is in de berekeningen niet gerekend met horizontale steundruk, waardoor de spanningen op de buis in werkelijkheid lager kunnen uitvallen;
- Veiligheidshalve is in de berekeningen niet gerekend met gereduceerde grondbelasting, waardoor de belasting op de buis in werkelijkheid lager kan uitvallen;
- De aan te brengen buis is gedurende de intrekoperatie gevuld met lucht.

Conclusies

- Uit de sterkteberekening blijkt dat de buis voldoet;
- Uit de sterkteberekening blijkt dat de rig minstens 1,11 ton (11,11 kN) trekkracht moet kunnen genereren voor het intrekken van de buis;
- Uit de muddrukberekeningen blijkt dat t.p.v. de berekende punten over het algemeen voldoende marge aanwezig is tussen de minimaal benodigde en maximaal toelaatbare muddruk;
- Uitzondering hierop vormt het berekende punt 'Q', vlak voor het bereiken van het uittredepunt bij het uitvoeren van de pilotboring. Deze situatie is inherent aan de aanlegtechniek. Het risico op een blow-out is in de praktijk echter aanzienlijk te beperken door het tijdig zoveel mogelijk reduceren van de voortgangs-snelheid en het pompdebiet (zie: Hoofdstuk 3.1).

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012			Sigma 2018 1.5 ©
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2019-021-0022-VT05 Projectonderdeel : Sterkteberekening HDD			
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	= 110,00	mm
Wanddikte	d _n	= 10	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	= 15,0	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 150	mm
Diameter boorstang	D _b	= 67	mm
Totale lengte	L	= 203,52	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 32,17	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 15,36	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 106,24	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 16,58	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 33,17	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 5,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 51,64	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 50,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 16,00 / 28,67	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 19,00 / 34,43	° / %
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	
			28-06-2019 09:35:34

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
A	8,08	2,41	2,27	Zand	17,00	19,00	32,50
B	20,81	6,14	2,50	Zand	17,00	19,00	35,00
C	32,17	9,35	2,57	Zand	17,00	19,30	35,00
D	41,43	10,45	1,88	Zand	17,00	19,60	35,00
E	47,53	10,50	1,59	Zand	17,00	19,60	35,00
F	61,45	10,77	1,63	Zand	17,00	19,60	35,00
G	70,20	10,87	0,95	Zand	17,00	19,40	35,00
H	78,76	9,60	-0,85	Zand	0,00	19,50	35,00
I	85,51	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	35,00
J	92,69	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	35,00
K	101,45	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	35,00
L	121,45	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	32,50
M	137,70	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	32,50
N	153,78	11,21	0,76	Zand	19,10	19,80	32,50
O	161,48	10,50	0,64	Zand	19,40	19,70	32,50
P	170,35	8,39	0,66	Zand	19,30	19,70	35,00
Q	182,41	5,42	1,61	Zand	18,90	20,30	32,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
B	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
C	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
D	Geen	0,1050	0,00	75,00	Grafiek II
E	Geen	0,1050	0,00	75,00	Grafiek II
F	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
G	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
H	Geen	-	0,00	75,00	Geen
I	Geen	-	0,00	75,00	Geen
J	Geen	-	0,00	75,00	Geen
K	Geen	-	0,00	75,00	Geen
L	Geen	-	0,00	45,00	Geen
M	Geen	-	0,00	45,00	Geen
N	Geen	0,1050	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
O	Geen	0,1050	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
P	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Q	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek II

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 90,00	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 100,00	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 110,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 55,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 45,00	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 50,00	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 3.966.260,73	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 72.113,83	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 83,33	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 16,67	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 3.141,59	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,0300	N/mm ¹

2. 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	$g = 0,0300 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,0300 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,0300 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,0300 \text{ N/mm}^1$

3. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds**3.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld**

Trekkkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	203,52	2.565
Na 1 ^e deel intrekken	170,35	2.147
Na 2 ^e deel intrekken	153,77	1.938
Na 3 ^e deel intrekken	47,53	599
Na 4 ^e deel intrekken	32,17	405

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,0300 \cdot 0,3$$

3.2 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	2.565	0,82
Na 1 ^e deel intrekken	2.147	0,68
Na 2 ^e deel intrekken	1.938	0,62
Na 3 ^e deel intrekken	599	0,19
Na 4 ^e deel intrekken	405	0,13

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{3.141,59}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{3.966.261}{5.000} = 850.762,93 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{850.762,93}{72.114} = \mathbf{11,80 \text{ N/mm}^2}$$

3.4 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	0,82	8,48
Na 1 ^e deel intrekken	0,68	8,35
Na 2 ^e deel intrekken	0,62	8,29
Na 3 ^e deel intrekken	0,19	7,86
Na 4 ^e deel intrekken	0,13	7,80

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 11,80 + \sigma_t$$

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

4. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat**4.1 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: $D_{e,omtrek} = 345,58 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,0300 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 110,00^2 \cdot \pi/4 = 0,109 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,0793 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	33,17	1.539	-
2 ^e deel intrekken	49,75	-	2.308
3 ^e deel intrekken	155,99	7.236	-
4 ^e deel intrekken	171,35	-	7.949
Geheel ingetrokken	203,52	9.441	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (345,58 \cdot 0,00005 + 0,0793 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (345,58 \cdot 0,00005 + 0,0793 \cdot 0,2)$

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

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
D	0,0052	51,64	0,0067	246
E	0,0052	51,64	0,0067	246
N	0,0052	50,0	0,0069	254
O	0,0052	50,0	0,0069	254

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,4 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 110 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

4.4 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	1.938	2.308	246	-	4.492
Opgaande bocht	405	7.949	246	254	8.855

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	8,00	4.492	350
Opgaande bocht	9,50	8.855	690

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

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

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

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

4.5 Totalisatie van de trekkkrachten 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	2.147	1.539	-	-	-	-	3.685
2 ^e deel intrekken	1.938	2.308	246	350	-	-	4.842
3 ^e deel intrekken	599	7.236	246	350	-	-	8.432
4 ^e deel intrekken	405	7.949	246	350	254	690	10.024
Geheel intrekken	0	9.441	246	350	254	690	11.111

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

4.6 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkkrachten in fase II

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm²]
1 ^e deel intrekken	3.685	1,17
2 ^e deel intrekken	4.842	1,54
3 ^e deel intrekken	8.432	2,68
4 ^e deel intrekken	10.024	3,19
Geheel intrekken	11.111	3,54

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{3.141,59}$$

4.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat**4.7.1 Neergaande bocht**

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{3.966.260,73}{0,9 \cdot 51.640} = 116.489,07 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{116.489,07}{72.113,83} = \mathbf{1,62 \text{ N/mm}^2}$$

4.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{3.966.260,73}{0,9 \cdot 50.000} = 120.309,91 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{120.309,91}{72.113,83} = \mathbf{1,67 \text{ N/mm}^2}$$

4.8 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	3.685	1,17	-	1,17
Na 1 ^e deel intrekken	4.842	1,54	1,62	2,59
Na 2 ^e deel intrekken	8.432	2,68	-	2,68
Na 3 ^e deel intrekken	10.024	3,19	1,67	4,28
Na 4 ^e deel intrekken	11.111	3,54	-	3,54

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{3.141,59} = \sigma_t$$

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

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

5. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase**5.1 Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk**

Leiding is drukloos:

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

5.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

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

5.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
A	2,41	2,27	Zand	42,45	2,93	45,38	4,84
B	6,14	2,50	Zand	46,75	76,08	122,83	9,51
C	9,35	2,57	Zand	48,06	143,94	192,00	13,66
D	10,45	1,88	Zand	35,16	184,77	219,93	14,76
E	10,50	1,59	Zand	29,73	192,10	221,83	14,60
F	10,77	1,63	Zand	30,48	197,06	227,54	14,98
G	10,87	0,95	Zand	17,77	211,69	229,46	14,33
H	9,60	-0,85	Zand	0,00	205,92	205,92	12,09
I	8,69	-1,77	Zand	0,00	188,31	188,31	11,16
J	8,69	-1,77	Zand	0,00	188,31	188,31	11,16
K	8,69	-1,77	Zand	0,00	188,31	188,31	11,16
L	8,69	-1,77	Zand	0,00	188,31	188,31	11,16
M	8,69	-1,77	Zand	0,00	188,31	188,31	11,16
N	11,21	0,76	Zand	15,97	227,60	243,57	15,30
O	10,50	0,64	Zand	13,66	213,67	227,32	14,16
P	8,39	0,66	Zand	14,01	167,51	181,52	11,46
Q	5,42	1,61	Zand	33,47	85,08	118,55	8,85

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

5.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
A	2,41	Grafiek II	10,13	1,11
B	6,14	Grafiek II	3,13	0,34
C	9,35	Grafiek II	1,83	0,20
D	10,45	Grafiek II	1,58	0,17
E	10,50	Grafiek II	1,56	0,17
F	10,77	Grafiek II	1,51	0,17
G	10,87	Grafiek II	1,49	0,16
H	9,60	Geen	0,00	0,00
I	8,69	Geen	0,00	0,00
J	8,69	Geen	0,00	0,00
K	8,69	Geen	0,00	0,00
L	8,69	Geen	0,00	0,00
M	8,69	Geen	0,00	0,00
N	11,21	Grafiek ½ x II	0,71	0,08
O	10,50	Grafiek ½ x II	0,78	0,09
P	8,39	Grafiek ½ x II	1,06	0,12
Q	5,42	Grafiek II	3,64	0,40

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 110$$

5.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
A	4,84	1,11	5,95	41,06	2,46
B	9,51	0,34	9,85	67,97	4,08
C	13,66	0,20	13,86	95,66	5,74
D	14,76	0,17	14,94	103,07	6,18
E	14,60	0,17	14,77	101,93	6,12
F	14,98	0,17	15,14	104,48	6,27
G	14,33	0,16	14,49	100,00	6,00
H	12,09	0,00	12,09	83,43	5,01
I	11,16	0,00	11,16	76,97	4,62
J	11,16	0,00	11,16	76,97	4,62
K	11,16	0,00	11,16	76,97	4,62
L	11,16	0,00	11,16	76,97	4,62
M	11,16	0,00	11,16	76,97	4,62
N	15,30	0,08	15,38	106,09	6,37
O	14,16	0,09	14,25	98,30	5,90
P	11,46	0,12	11,58	79,91	4,79
Q	8,85	0,40	9,25	63,83	3,83

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 50,00$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{16,67}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
D	51,64	0,0067	0,20
E	51,64	0,0067	0,20
N	50,0	0,0069	0,21
O	50,0	0,0069	0,21

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 110 \cdot \frac{55,00}{16,67}$$

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

Leiding is drukloos

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

6. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{83,33}{100^3} = 0,0812 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{81,25 \text{ kN/m}^2}$$

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

7. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 83,33}{100,00^3} = 1,55 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 83,33}{100,00^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **27,78** m grondwater boven de leiding

8. Berekening van het totaal aan optredende spanningen*8.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding*

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
A	2,46	-	0,65	1,60
B	4,08	-	0,65	2,65
C	5,74	-	0,65	3,73
D	6,18	0,20	0,65	4,15
E	6,12	0,20	0,65	4,11
F	6,27	-	0,65	4,07
G	6,00	-	0,65	3,90
H	5,01	-	0,65	3,25
I	4,62	-	0,65	3,00
J	4,62	-	0,65	3,00
K	4,62	-	0,65	3,00
L	4,62	-	0,65	3,00
M	4,62	-	0,65	3,00
N	6,37	0,21	0,65	4,27
O	5,90	0,21	0,65	3,97
P	4,79	-	0,65	3,12
Q	3,83	-	0,65	2,49

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

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

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

8.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
A	0,00	0,00	-	-	0,00
B	0,00	0,00	-	-	0,00
C	0,00	0,00	-	-	0,00
D	0,00	0,00	1,62	0,65	1,05
E	0,00	0,00	1,62	0,65	1,05
F	0,00	0,00	-	-	0,00
G	0,00	0,00	-	-	0,00
H	0,00	0,00	-	-	0,00
I	0,00	0,00	-	-	0,00
J	0,00	0,00	-	-	0,00
K	0,00	0,00	-	-	0,00
L	0,00	0,00	-	-	0,00
M	0,00	0,00	-	-	0,00
N	0,00	0,00	1,67	0,65	1,08
O	0,00	0,00	1,67	0,65	1,08
P	0,00	0,00	-	-	0,00
Q	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

9. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
A	4,84	1,11	-	1,29	1,29
B	9,51	0,34	-	2,26	2,26
C	13,66	0,20	-	3,19	3,19
D	14,76	0,17	0,0067	3,43	3,43
E	14,60	0,17	0,0067	3,40	3,40
F	14,98	0,17	-	3,48	3,48
G	14,33	0,16	-	3,33	3,33
H	12,09	0,00	-	2,78	2,78
I	11,16	0,00	-	2,56	2,56
J	11,16	0,00	-	2,56	2,56
K	11,16	0,00	-	2,56	2,56
L	11,16	0,00	-	2,42	2,42
M	11,16	0,00	-	2,42	2,42
N	15,30	0,08	0,0069	3,34	3,34
O	14,16	0,09	0,0069	3,09	3,09
P	11,46	0,12	-	2,66	2,66
Q	8,85	0,40	-	2,01	2,01

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

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 50,00^3}{350 \cdot 83,33}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 100,00 = \mathbf{8,00 \text{ mm}}$$

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012			Sigma 2018 1.5 ©
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2019-021-0022-VT05			
Projectonderdeel : Muddrubberekening HDD pilotboring			
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	= 110,00	mm
Wanddikte	d _n	= 10	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	= 15,0	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 100	mm
Diameter boorstang	D _b	= 67	mm
Totale lengte	L	= 203,52	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 32,17	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 15,36	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 106,24	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 16,58	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 33,17	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 5,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 51,64	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 50,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 16,00 / 28,67	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 19,00 / 34,43	° / %
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	
			28-06-2019 09:38:34

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
A	8,08	2,41	2,27	Zand	17,00	19,00	32,50
B	20,81	6,14	2,50	Zand	17,00	19,00	35,00
C	32,17	9,35	2,57	Zand	17,00	19,30	35,00
D	41,43	10,45	1,88	Zand	17,00	19,60	35,00
E	47,53	10,50	1,59	Zand	17,00	19,60	35,00
F	61,45	10,77	1,63	Zand	17,00	19,60	35,00
G	70,20	10,87	0,95	Zand	17,00	19,40	35,00
H	78,76	9,60	-0,85	Zand	0,00	19,50	35,00
I	85,51	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	35,00
J	92,69	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	35,00
K	101,45	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	35,00
L	121,45	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	32,50
M	137,70	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	32,50
N	153,78	11,21	0,76	Zand	19,10	19,80	32,50
O	161,48	10,50	0,64	Zand	19,40	19,70	32,50
P	170,35	8,39	0,66	Zand	19,30	19,70	35,00
Q	182,41	5,42	1,61	Zand	18,90	20,30	32,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
B	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
C	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
D	Geen	0,1050	0,00	75,00	Grafiek II
E	Geen	0,1050	0,00	75,00	Grafiek II
F	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
G	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
H	Geen	-	0,00	75,00	Geen
I	Geen	-	0,00	75,00	Geen
J	Geen	-	0,00	75,00	Geen
K	Geen	-	0,00	75,00	Geen
L	Geen	-	0,00	45,00	Geen
M	Geen	-	0,00	45,00	Geen
N	Geen	0,1050	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
O	Geen	0,1050	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
P	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Q	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek II

1. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p_f' [kN/m ²]	G [MN/m ²]
A	2,41	36,10	16,70	26,40	40,59	28,85
B	6,14	65,11	27,76	46,44	73,07	28,85
C	9,35	90,88	38,75	64,81	101,99	28,85
D	10,45	96,06	40,96	68,51	107,80	28,85
E	10,50	94,23	40,18	67,21	105,76	28,85
F	10,77	96,65	41,21	68,93	108,47	28,85
G	10,87	90,43	38,56	64,50	101,49	28,85
H	9,60	74,18	31,63	52,91	83,25	28,85
I	8,69	68,73	29,31	49,02	77,14	28,85
J	8,69	68,73	29,31	49,02	77,14	28,85
K	8,69	68,73	29,31	49,02	77,14	28,85
L	8,69	68,73	31,80	50,27	77,27	17,31
M	8,69	68,73	31,80	50,27	77,27	17,31
N	11,21	96,80	44,79	70,79	108,83	17,31
O	10,50	89,27	41,31	65,29	100,37	17,31
P	8,39	72,72	31,01	51,86	81,61	28,85
Q	5,42	59,87	27,70	43,79	67,32	17,31

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

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

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

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

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

Locatie	Q [-]	R _{p,max} [m]	u [N/mm ²]	p _{st} [N/mm ²]	Δ _p [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]
A	0,00049	0,71	0,0014	0,001579	0,01	0,58
B	0,00092	0,52	0,0364	0,04106	0,04	0,97
C	0,0013	0,44	0,0678	0,07649	0,06	1,22
D	0,0014	0,43	0,0857	0,09668	0,08	1,28
E	0,0013	0,43	0,0891	0,1005	0,09	1,27
F	0,0014	0,43	0,0914	0,1031	0,11	1,29
G	0,0013	0,44	0,0992	0,1119	0,13	1,25
H	0,0011	0,49	0,1045	0,1179	0,14	1,12
I	0,00097	0,51	0,1046	0,1180	0,16	1,07
J	0,00097	0,51	0,1046	0,1180	0,17	1,07
K	0,00097	0,51	0,1046	0,1180	0,18	1,07
L	0,0016	0,40	0,1046	0,1180	0,22	0,84
M	0,0016	0,40	0,1046	0,1180	0,25	0,84
N	0,0022	0,34	0,1045	0,1179	0,28	1,03
O	0,0020	0,35	0,0986	0,1112	0,29	0,98
P	0,0010	0,49	0,0773	0,08721	0,31	1,08
Q	0,0014	0,43	0,0381	0,04298	0,33	0,71

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

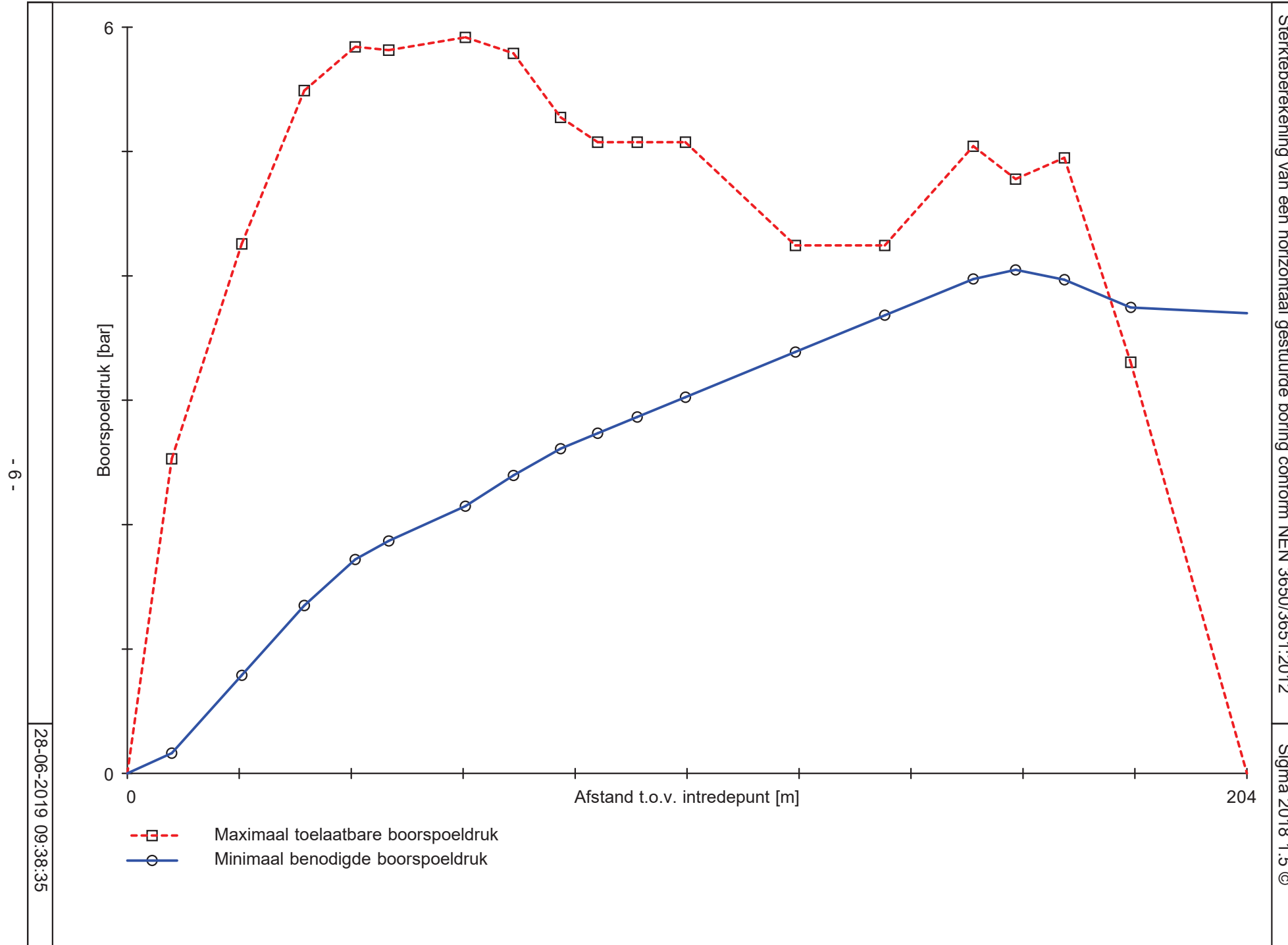
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
A	252,98	524,73	16,27	2,53	5,25	0,16
B	425,71	872,47	78,90	4,26	8,72	0,79
C	548,99	1.098,92	134,98	5,49	10,99	1,35
D	584,15	1.152,25	172,01	5,84	11,52	1,72
E	581,51	1.142,29	186,94	5,82	11,42	1,87
F	591,80	1.161,59	214,84	5,92	11,62	2,15
G	578,91	1.123,97	239,55	5,79	11,24	2,40
H	527,46	1.006,34	261,09	5,27	10,06	2,61
I	507,53	963,24	273,48	5,08	9,63	2,73
J	507,53	963,24	286,53	5,08	9,63	2,87
K	507,53	963,24	302,46	5,08	9,63	3,02
L	424,52	759,81	338,82	4,25	7,60	3,39
M	424,52	759,81	368,37	4,25	7,60	3,68
N	504,24	925,80	397,49	5,04	9,26	3,97
O	477,84	877,83	404,84	4,78	8,78	4,05
P	494,93	970,38	396,93	4,95	9,70	3,97
Q	330,56	642,83	374,64	3,31	6,43	3,75

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

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



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012			Sigma 2018 1.5 ©
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2019-021-0022-VT05			
Projectonderdeel : Muddrubberekening HDD ruim- en intrekfase			
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	= 110,00	mm
Wanddikte	d _n	= 10	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	= 15,0	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 150	mm
Diameter boorstang	D _b	= 67	mm
Totale lengte	L	= 203,52	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 32,17	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 15,36	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 106,24	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 16,58	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 33,17	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 5,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 51,64	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 50,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 16,00 / 28,67	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 19,00 / 34,43	° / %
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	
			28-06-2019 09:37:26

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
A	8,08	2,41	2,27	Zand	17,00	19,00	32,50
B	20,81	6,14	2,50	Zand	17,00	19,00	35,00
C	32,17	9,35	2,57	Zand	17,00	19,30	35,00
D	41,43	10,45	1,88	Zand	17,00	19,60	35,00
E	47,53	10,50	1,59	Zand	17,00	19,60	35,00
F	61,45	10,77	1,63	Zand	17,00	19,60	35,00
G	70,20	10,87	0,95	Zand	17,00	19,40	35,00
H	78,76	9,60	-0,85	Zand	0,00	19,50	35,00
I	85,51	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	35,00
J	92,69	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	35,00
K	101,45	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	35,00
L	121,45	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	32,50
M	137,70	8,69	-1,77	Zand	0,00	19,70	32,50
N	153,78	11,21	0,76	Zand	19,10	19,80	32,50
O	161,48	10,50	0,64	Zand	19,40	19,70	32,50
P	170,35	8,39	0,66	Zand	19,30	19,70	35,00
Q	182,41	5,42	1,61	Zand	18,90	20,30	32,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
A	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
B	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
C	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
D	Geen	0,1050	0,00	75,00	Grafiek II
E	Geen	0,1050	0,00	75,00	Grafiek II
F	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
G	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek II
H	Geen	-	0,00	75,00	Geen
I	Geen	-	0,00	75,00	Geen
J	Geen	-	0,00	75,00	Geen
K	Geen	-	0,00	75,00	Geen
L	Geen	-	0,00	45,00	Geen
M	Geen	-	0,00	45,00	Geen
N	Geen	0,1050	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
O	Geen	0,1050	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
P	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Q	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek II

1. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p_f' [kN/m ²]	G [MN/m ²]
A	2,41	36,10	16,70	26,40	40,59	28,85
B	6,14	65,11	27,76	46,44	73,07	28,85
C	9,35	90,88	38,75	64,81	101,99	28,85
D	10,45	96,06	40,96	68,51	107,80	28,85
E	10,50	94,23	40,18	67,21	105,76	28,85
F	10,77	96,65	41,21	68,93	108,47	28,85
G	10,87	90,43	38,56	64,50	101,49	28,85
H	9,60	74,18	31,63	52,91	83,25	28,85
I	8,69	68,73	29,31	49,02	77,14	28,85
J	8,69	68,73	29,31	49,02	77,14	28,85
K	8,69	68,73	29,31	49,02	77,14	28,85
L	8,69	68,73	31,80	50,27	77,27	17,31
M	8,69	68,73	31,80	50,27	77,27	17,31
N	11,21	96,80	44,79	70,79	108,83	17,31
O	10,50	89,27	41,31	65,29	100,37	17,31
P	8,39	72,72	31,01	51,86	81,61	28,85
Q	5,42	59,87	27,70	43,79	67,32	17,31

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

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

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

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

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

Locatie	Q [-]	R _{p,max} [m]	u [N/mm ²]	p _{st} [N/mm ²]	Δ _p [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]
A	0,00049	1,07	0,0014	0,001579	0,01	0,58
B	0,00092	0,78	0,0364	0,04106	0,02	0,97
C	0,0013	0,66	0,0678	0,07649	0,02	1,22
D	0,0014	0,64	0,0857	0,09668	0,03	1,28
E	0,0013	0,65	0,0891	0,1005	0,03	1,27
F	0,0014	0,64	0,0914	0,1031	0,04	1,29
G	0,0013	0,66	0,0992	0,1119	0,05	1,25
H	0,0011	0,73	0,1045	0,1179	0,06	1,12
I	0,00097	0,76	0,1046	0,1180	0,06	1,07
J	0,00097	0,76	0,1046	0,1180	0,07	1,07
K	0,00097	0,76	0,1046	0,1180	0,07	1,07
L	0,0016	0,60	0,1046	0,1180	0,09	0,84
M	0,0016	0,60	0,1046	0,1180	0,10	0,84
N	0,0022	0,51	0,1045	0,1179	0,11	1,03
O	0,0020	0,53	0,0986	0,1112	0,12	0,98
P	0,0010	0,74	0,0773	0,08721	0,12	1,08
Q	0,0014	0,64	0,0381	0,04298	0,13	0,71

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

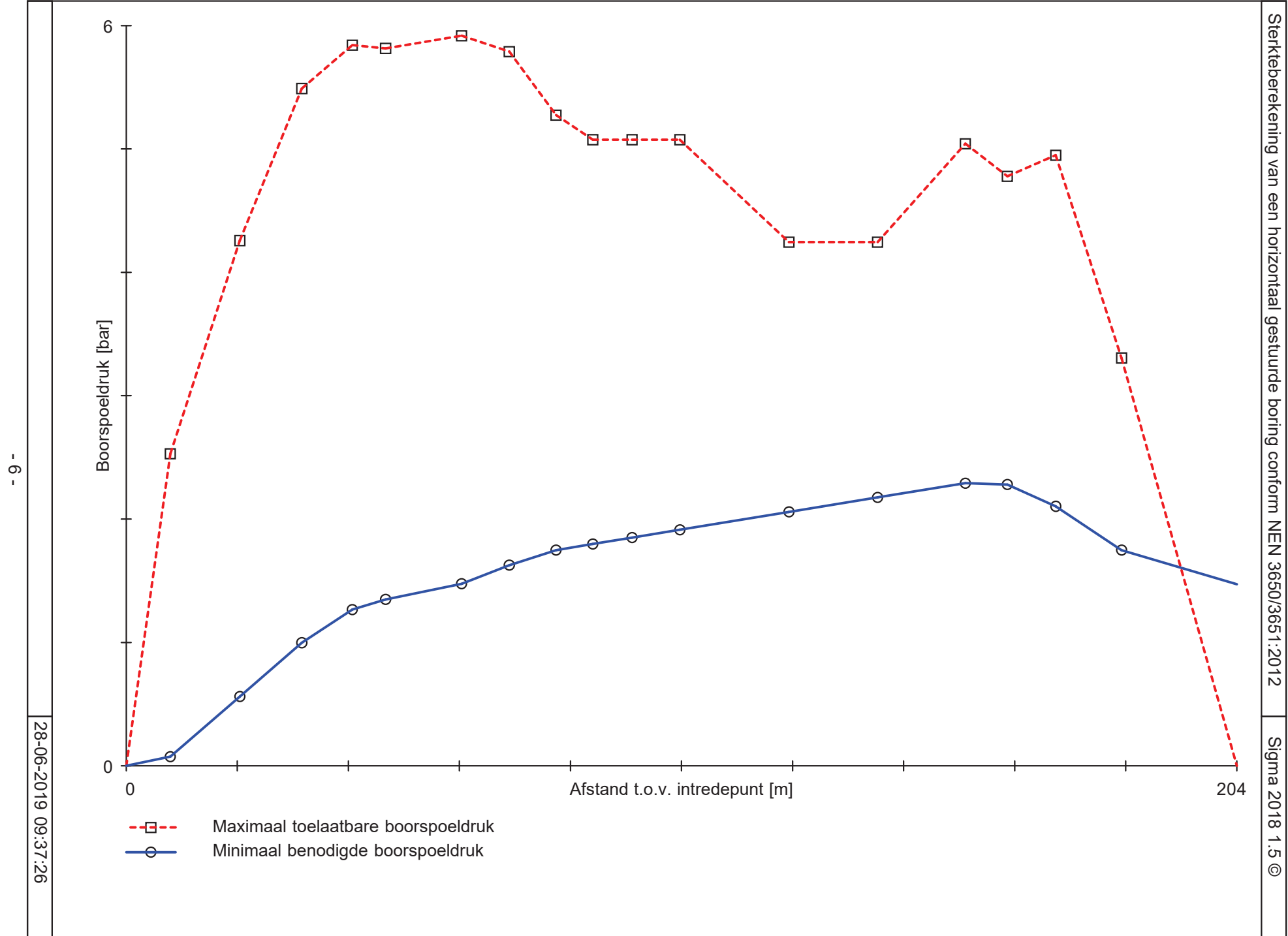
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p _{max} [kPa]	90% p _{lim} [kPa]	p _{min} [kPa]	p _{max} [bar]	90% p _{lim} [bar]	p _{min} [bar]
A	252,98	524,73	7,42	2,53	5,25	0,07
B	425,71	872,47	56,11	4,26	8,72	0,56
C	548,99	1.098,92	99,74	5,49	10,99	1,00
D	584,15	1.152,25	126,63	5,84	11,52	1,27
E	581,51	1.142,29	134,88	5,82	11,42	1,35
F	591,80	1.161,59	147,53	5,92	11,62	1,48
G	578,91	1.123,97	162,66	5,79	11,24	1,63
H	527,46	1.006,34	174,83	5,27	10,06	1,75
I	507,53	963,24	179,82	5,08	9,63	1,80
J	507,53	963,24	185,01	5,08	9,63	1,85
K	507,53	963,24	191,34	5,08	9,63	1,91
L	424,52	759,81	205,80	4,25	7,60	2,06
M	424,52	759,81	217,55	4,25	7,60	2,18
N	504,24	925,80	229,06	5,04	9,26	2,29
O	477,84	877,83	227,97	4,78	8,78	2,28
P	494,93	970,38	210,35	4,95	9,70	2,10
Q	330,56	642,83	174,85	3,31	6,43	1,75

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

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



BIJLAGE V Kwelwegberekening

Memo

Omschrijving

3D-Drilling heeft InfraDesk gevraagd om sterkte- en muddrukberekeningen te realiseren ten behoeve van een geplande gestuurde boring parallel langs de Diempolderweg, vanaf de Overdiemerweg onder de Diem door te Diemen. Middels deze gestuurde boring zal er een Ø110mm PE100 SDR11 mantelbuis t.b.v. datatransport worden aangebracht. Het boortracé heeft over maaiveld een lengte van 199,97 meter en een diepte van -10,86 meter t.o.v. N.A.P. De berekeningen zijn opgesteld met het programma Sigma van Adviesbureau Schrijvers BV.

Gebruikte gegevens

De input voor de sterkte- en muddrukberekeningen is gebaseerd op de bijgevoegde bodemonderzoeken (zie: Bijlage II). De grondwaterstand is ingeschat op basis van het waterpeil in de nabij gelegen en te kruisen watergangen, welke is vastgesteld middels GPS-metingen. Bij het realiseren van de berekeningen zijn de parameters aangehouden conform de NEN3650 en NEN6740.

Bodemopbouw

Uit de bodemonderzoeken blijkt dat de bodem hoofdzakelijk bestaat uit zand, af en toe doorsneden door een klei- of veenlaag. De waterstand van de Diem is vastgesteld op -0,40 meter N.A.P. De grondwaterstand nabij het in- en uittredepunt is ingeschat op respectievelijk -1,95 en -0,40 meter N.A.P. Op het punt van uittrede van de kwelstroom bestaat de bodem bij het intredepunt uit zand. De grondsoortafhankelijke factor (C_L) is daarom voor het in- en uittredepunt ingeschat als waarde van '7'.

Absolute en relatieve toetsing

- Absolute toetsing heeft betrekking op het vergelijken van de aanwezige kwelweglengte langs de boorgang met de benodigde kwelweglengte om interne erosie (piping) te voorkomen;
- Relatieve toetsing toont aan of de kortste alternatieve kwelweg niet langer is dan de van nature aanwezige kwelweg.

Conclusies

- Uit de kwelwegberekeningen blijkt dat m.b.t. de kwelstroom voor het intredepunt m.b.t. de absolute toetsing voldoet;
- Uit de kwelwegberekeningen blijkt dat m.b.t. de kwelstroom voor het intredepunt m.b.t. de relatieve toetsing volgens de NEN3651 voldoet ($\alpha = 0 \text{ t/m } 1/3$);
- Uit de kwelwegberekening blijkt dat bij een kwelstroom naar het intredepunt m.b.t. de relatieve toetsing $\alpha = 1/5$ niet voldoet.

Aanbevelingen

Uit de kwelwegberekening blijkt dat er volgens de NEN3651 bij het intredepunt geen kwel wordt verwacht volgens de absolute en relatieve toetsing ($\alpha = 0 \text{ t/m } 1/3$). Wanneer men uitgaat van een theoretische 'worst case' ($\alpha > 1/3$) blijkt echter wel een risico op kwel. Het risico op langloopsheid moet zoveel mogelijk worden beperkt. Het is daarom noodzakelijk om maatregelen te treffen conform Hoofdstuk 6.

Algemene gegevens

Naam van het project : 2019-021-0022-VT05

Projectonderdeel : Kwelwegberekening HDD

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
Intredepunt	7	1,55	0	76,77	8,69	77,92	0

Toetsing kwelwegen

Intredepunt (Absolute toetsing):

$$C_L = 7$$

$$h = 1,55 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h1} = 77,92 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v1} = 8,69 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$$

$$7 \cdot 1,55 \leq 8,69 + 1/3 \cdot 77,92$$

$$10,85 \leq 34,66 \rightarrow \textbf{Voldoet}$$

Intredepunt (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{ho} = 76,77 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{vo} = 0 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha > 0$$

$$\Sigma L_{vo} + \Sigma 1/3 \cdot L_{ho} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 76,77 \leq 8,69 + 1/2 \cdot 77,92$$

$$25,59 \leq 47,65 \rightarrow \textbf{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 76,77 \leq 8,69 + 1/3 \cdot 77,92$$

$$25,59 \leq 34,66 \rightarrow \textbf{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/5 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 76,77 \leq 8,69 + 1/5 \cdot 77,92$$

$$25,59 \leq 24,27 \rightarrow \textbf{Voldoet niet}$$

$$\alpha = 1/6 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 76,77 \leq 8,69 + 1/6 \cdot 77,92$$

$$25,59 \leq 21,68 \rightarrow \textbf{Voldoet niet}$$

$$\alpha = 1/10 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 76,77 \leq 8,69 + 1/10 \cdot 77,92$$

$$25,59 \leq 16,48 \rightarrow \textbf{Voldoet niet}$$

$$\alpha = 1/12 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 76,77 \leq 8,69 + 1/12 \cdot 77,92$$

$$25,59 \leq 15,18 \rightarrow \textbf{Voldoet niet}$$

$$\alpha = 0 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 76,77 \leq 8,69$$

$$25,59 \leq 8,69 \rightarrow \textbf{Voldoet niet}$$

BIJLAGE VI Specificatie in te zetten rig

D36x50DR SERIES II NAVIGATOR®

HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILL



DUAL ROD TECHNOLOGY. Contractors can meet the challenges of their jobsite with Vermeer dual rod technology. Using a dual threaded joint, the inner rod provides torque to the drill head, while the outer rod offers steering capability to the drill head and additional rotational torque.



STAY PRODUCTIVE. Featuring an exclusive, patent-pending vise assembly consisting of three sets of vises coupled with a control system to optimize productivity and longevity of the drill rod.



MAKEUP OR BREAKOUT. Controls provide options including automated sequence, partially automated sequence or manual sequence of the rod makeup/breakout process, depending upon operator preference and level of expertise.



ROD CARRYING CAPACITY. The D36x50DR Series II carries up to 500' (152.4 m) of drill rod, reducing the need to load additional rod when performing extended bores.



CHOOSE YOUR CAB. Available with a climate-controlled cab or economical soft cab; both are designed to enhance operator comfort.



DRILL BIT OF CHOICE. Optimize operation in a variety of conditions by choosing from a wide range of drill bits and a specially designed dual rod drill head offered in three different bent sub arrangements.



VERMEER.COM



**EQUIPPED TO
DO MORE.®**

D36x50DR SERIES II NAVIGATOR® HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILL

GENERAL DIMENSIONS AND WEIGHTS

Min transport length: 23.75' (7.2 m)

Min transport width: 90" (228.6 cm)

Min transport height: 90" (228.6 cm)

Weight (500' [152.4 m] drill rod): 28,900 lb (13,108.8 kg)

Weight with cab (500' [152.4 m] drill rod): 29,300 lb (13,290.3 kg)

ENGINE

Make/Model: John Deere PowerTech 4045HF275

Fuel type: Diesel

Rated rpm: 2400 rpm

Gross horsepower: 140 hp (104 kW)

Cooling method: CAC, air-to-air

EPA certification family: Tier 3 (EU Stage IIIA)

OPERATIONAL

Thrust/Pullback: 38,000 lb (169 kN)

Max carriage speed: 116 fpm (35.4 m/min)

Max spindle torque (low at max engine rpm): 5500 ft-lb (7457 Nm)

Max spindle speed at max engine rpm: 210 rpm

Inner rod max spindle speed: 260 rpm

Min bore diameter (dirt): 4.5" (11.4 cm)

Min bore diameter (rock): 6" (15.2 cm)

Max ground drive speed at max engine rpm (fwd): 2.1 mph (3.4 km/h)

Drill rack angle: 14.9°-17.5° (26.6%-33.3%)

FLUID CAPACITIES

Fuel tank: 45 gal (170.3 L)

Hydraulic tank: 45 gal (170.3 L)

Hydraulic system: 55 gal (208.2 L)

Engine cooling system: 8 qt (7.6 L)

Antifreeze tank for drilling fluid pump: 5 gal (18.9 L)

DRILLING FLUID SYSTEM

Max flow: 70 gpm (265 L/min)

Max pressure: 900 psi (6.2 MPa)

FEATURES

Drilling lights: Standard

Flow indicator: Standard

Stakedown system: Aggressive (optional)

Cab: Optional

Rubber tracks: Optional

Remote (and fixed) tracking: Standard

Strike alert: Standard

Remote lockout: Standard

DRILL PIPE – INNER

Type: Firestick drill rod

Length: 10' (3 m)

Rod diameter: 1.66" (4.2 cm)

Joint inside diameter: .75" (1.9 cm)

Joint diameter: 1.88" (4.8 cm)

Weight: 38 lb (17.2 kg)

DRILL PIPE – OUTER

Type: Firestick drill rod

Length: 10' (3 m)

Rod diameter: 2.625" (6.7 cm)

Joint inside diameter: 2.06" (5.2 cm)

Joint diameter: 3.313" (8.4 cm)

Weight: 83 lb (37.6 kg)

Min bend radius: 169' (51.5 m)

Max rod carrying capacity: 500' (152.4 m)

Clip weight (500' [152.4 m]): 7080 lb (3211.4 kg)

BIJLAGE VII Specificatie meetsysteem

DigiTrak FALCON FS®

Directional Drilling Locating System



Introducing DigiTrak Falcon FS®

The Falcon F5 is an extension of the classic F5 locating system. DCI's revolutionary Falcon technology minimizes the effects of active interference (noise) on the jobsite with a single wideband transmitter. The Falcon F5 combines this new technology with everything a professional contractor values in DCI's flagship F5 locating platform, including superior ease of use, updated DataLog® software, and fluid pressure monitoring.

Active Interference

Interference is one of the primary obstacles to completing HDD projects and can impair the accuracy of underground depth measurements. The ability of a locating system to perform well in interference has become a crucial factor in maintaining crew productivity and completing jobs on time.

Not All Job Sites are Created Equal

Interference varies between jobsites. The frequency at which the transmitter operates is the single most important factor affecting the performance of a walkover locator, and therefore your ability to get the job done.

Falcon Innovation

As a leader in the HDD industry, DCI has taken an innovative approach to tackling active interference. The Falcon F5 receiver measures jobsite noise and clearly displays several bands of the quietest transmitter frequencies to select from. Choose two of the quietest bands and complete more HDD projects at greater depths in the noisiest environments.

- Falcon frequency optimizer analyzes and overcomes active interference at different jobsites
- One Falcon F5 wideband transmitter supports multiple frequencies from 4.5 kHz to 45 kHz
- Infrared pairing of receiver and transmitter
- 0.1% precision pitch for completing critical grade bores
- Max mode noise filtering boosts fringe data and stabilizes depth readings
- Increased power in a 15 in. transmitter for industry-best 100 ft. depth and 125 ft. data range
- Supports DataLog, Log-While-Drilling, and Target Steering® features
- Shown with DigiTrak Aurora™ touchscreen display

Band	7	11	16	20	25	29	34	38	43
Range in kHz	4.5 – 9.0	9.0 – 13.5	13.5 – 18	18 – 22.5	22.5 – 27	27 – 31.5	31.5 – 36	36 – 40.5	40.5 – 45

How Does DigiTrak Falcon F5 Work?

Using the F5 receiver's familiar menus and navigation, the Falcon frequency optimizer scans for noise between 4.5 kHz and 45 kHz. Upon completing the scan, the receiver displays a simple chart that depicts the noise levels across several bands. Select the two quietest bands and pair with the Falcon wideband transmitter. In areas with varied interference, switch between bands to stabilize data readings and complete the bore. For extreme interference, engage Max Mode for maximum performance.



**Falcon
Frequency
Optimizer**

DigiTrak FALCON FS[®] Locating System

Ease of Use

Falcon F5 combines Falcon technology with the features you have come to rely on from DCI's flagship F5 locating system, including a bright color screen, simple toggle-click menu navigation, fluid pressure data, and Roll Offset. Advanced features include *Target Steering*[®], DataLog, and Bluetooth[®] communication. DCI's patented *Ball-in-the-Box*[™] visualization of the transmitter still provides real-time status of the bore and keeps your job on track. All backed by world-class customer support.

Receiver Specifications

Product ID	FF5
Model number	FAR5
Receiving frequencies	4.5–45.0 kHz
Telemetry channels ¹	4
Telemetry range ²	defined by remote display
Power source	Lithium-ion battery pack
Battery life	8–12 hrs
Functions	Menu-driven
Controls	Trigger and toggle switches
Graphic display	Full-color LCD
Audio output	Beeper
Operating temperature	-4 to 140° F
Accuracy	±5%
Voltage	14.4 VDC nominal
Current	390 mA max
Dimensions	11 x 5.5 x 15 in.
Weight (with battery)	8.5 lb

Aurora Touchscreen Display Specifications

Product ID/Model number	AF10
Power source - cabled	10–28 VDC
Current	2.1 A maximum
Controls	10.4 in. touchscreen
Graphic display	LCD
Audio output	Speaker
Telemetry range ²	1800 ft.
Telemetry channels	4
Operating temperature	-4 to 140° F
Dimensions ⁴	11.5 x 9.3 x 2.3 in.
Weight	6.4 lb

Transmitter Specifications

Product ID	FT5p
Model number	BTP
Transmitting frequencies	4.5–45.0 kHz
Pitch resolution	±0.1% at level
Data range ³	125 ft.
Depth range ³	100 ft.
Battery life	up to 20/70 hrs alkaline/SuperCell
Voltage	1.2–4.2 VDC nominal
Current	1.75 A max
Weight (without batteries)	1.7 lb
Length x diameter	15 x 1.25 in.

¹ Local telemetry frequencies and power levels available at www.DigiTrak.com.

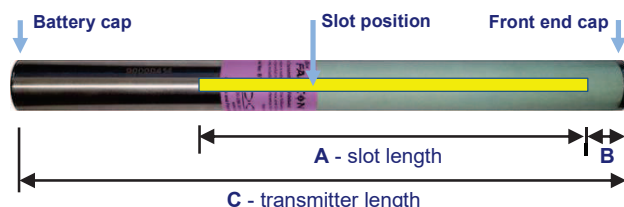
² Telemetry range can be increased with an optional external receiving antenna.

³ Range figures are based on SAE Standard J2520. Actual ranges and battery life will vary based on environment, transmitter housing, and frequency.

⁴ Dimensions do not include external mounting hardware.

Transmitter Drill Head Requirements

The slots in the drill head must meet minimum length and width requirements and be correctly positioned. DCI's transmitters require three slots equally spaced around the circumference of the drill head for optimal signal emission and maximum battery life. Measure slot lengths on the *inside* of the drill head; slots must be at least $\frac{1}{16}$ in. wide. DCI transmitters fit standard housings but may require a battery cap adapter in some cases.



	A Minimum	B Maximum	C
Falcon Dual Wideband	9.0 in.*	1.0 in.*	15 in.

* Ideal measurement. The standard DCI slot length of 8.5 in (A) and distance of 2 in. (B) remain acceptable.

DCI: THE BUSINESS OF HDD LOCATING



DIGITAL CONTROL INCORPORATED

dcj@digital-control.com ■ www.DigiTrak.com ■ 425.251.0559, 800.288.3610

BIJLAGE VIII Specificatie boorspoeling



TUNNEL-GEL® SW

Viscosifier

Description TUNNEL-GEL® SW viscosifier is a specially formulated bentonite-based drilling fluid additive designed to viscosify brackish or saline make-up water. Fluid systems designed with TUNNEL-GEL SW viscosifier assist in providing borehole stability, filtration control and improved carrying capacity in Drilled Shafts, Tunneling, Horizontal Directional Drilling and other construction applications.

Applications/Functions *The use of TUNNEL-GEL SW viscosifier assists or promotes the following:*

- Effective viscosifier in brackish to highly saline make-up water
- Improved carrying capacity
- Enhanced filtration control and borehole stability
- Enhanced borehole stability

Advantages

- Allows for the use of saline water for fluid development
- Provides lubricity in resulting drilling fluid
- Promotes enhanced fluid stability in saline environments

Typical Properties

• Appearance	Light Gray to Tan
• Specific Gravity	2.4
• Bulk Density ,lb/ft ³	50

Recommended Treatment

Approximate Amounts of TUNNEL-GEL® SW Viscosifier Added to Saline or Freshwater-Based Fluids		
Lbs/bbl	Lbs/100 Gallons	Kg/m ³
8.4 – 14.7	20 – 35	24 - 42

Note: It is recommended that Soda Ash (sodium carbonate) be added to the make-up water (saline or freshwater) prior to addition of TUNNEL-GEL SW viscosifier for reduction of excess calcium and pH adjustment.

Packaging TUNNEL-GEL SW viscosifier is packaged in 50-lb (22.7-kg) multiwall paper bags.

Availability TUNNEL-GEL SW viscosifier can be purchased through any Baroid Industrial Drilling Products Retailer. To locate the Baroid IPD retailer nearest you contact the Customer Service Department in Houston or your area IDP Sales Representative.

**Baroid Industrial Drilling Products
Product Service Line, Halliburton**

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

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



Soda Ash

Alkalinity Agent

Description Soda Ash alkalinity agent is a granular powder form of sodium carbonate primarily used to condition and soften make-up water and to raise pH.

Applications/Functions

- Treat out calcium hardness in make-up water
- Raise pH

Advantages

- Can eliminate calcium ions by converting to insoluble carbonate
- Can maximize the performance of bentonite and polymer products

Typical Properties

• Appearance	Variable-colored powder (white to gray)
• pH of 5% solution	11.5
• Bulk density, lb/ft ³	57-65

Recommended Treatment

- Hardness and pH levels of make-up water should be checked prior to addition of Soda Ash.
- When treating make-up water, pH ranges should be maintained between 8.5 – 9.5
- Addition of Soda Ash should always be done prior to addition of bentonite or polymer to the fluid system.
- Soda Ash alkalinity agent should not be added at the same time as other drilling fluid components.

General Treatment:

- 1-2 pounds of Soda Ash alkalinity agent per 100 gallons of make-up water or 1.2-2.4 kilograms per cubic meter of make-up water.
- Use as required to remove calcium ions but do not add in excess as overtreatment can lead to detrimental effects and reduced performance of the drilling fluid components and/or system.
- Mix slowly through a jet mixer or sift slowly into the vortex of a high-speed stirrer.

Packaging	Soda Ash is packaged in 50-lb (22.7 kg) or 100-lb (45.4 kg) multiwall paper bags.
------------------	---

Availability	Soda Ash can be purchased through any Baroid Industrial Drilling Products Retailer. To locate the Baroid IDP retailer nearest you contact the Customer Service Department in Houston or your area IDP Sales Representative.
---------------------	---

Baroid Industrial Drilling Products
Product Service Line, Halliburton
3000 N. Sam Houston Pkwy. E.
Houston, TX 77032

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

BIJLAGE IX Bodemloket

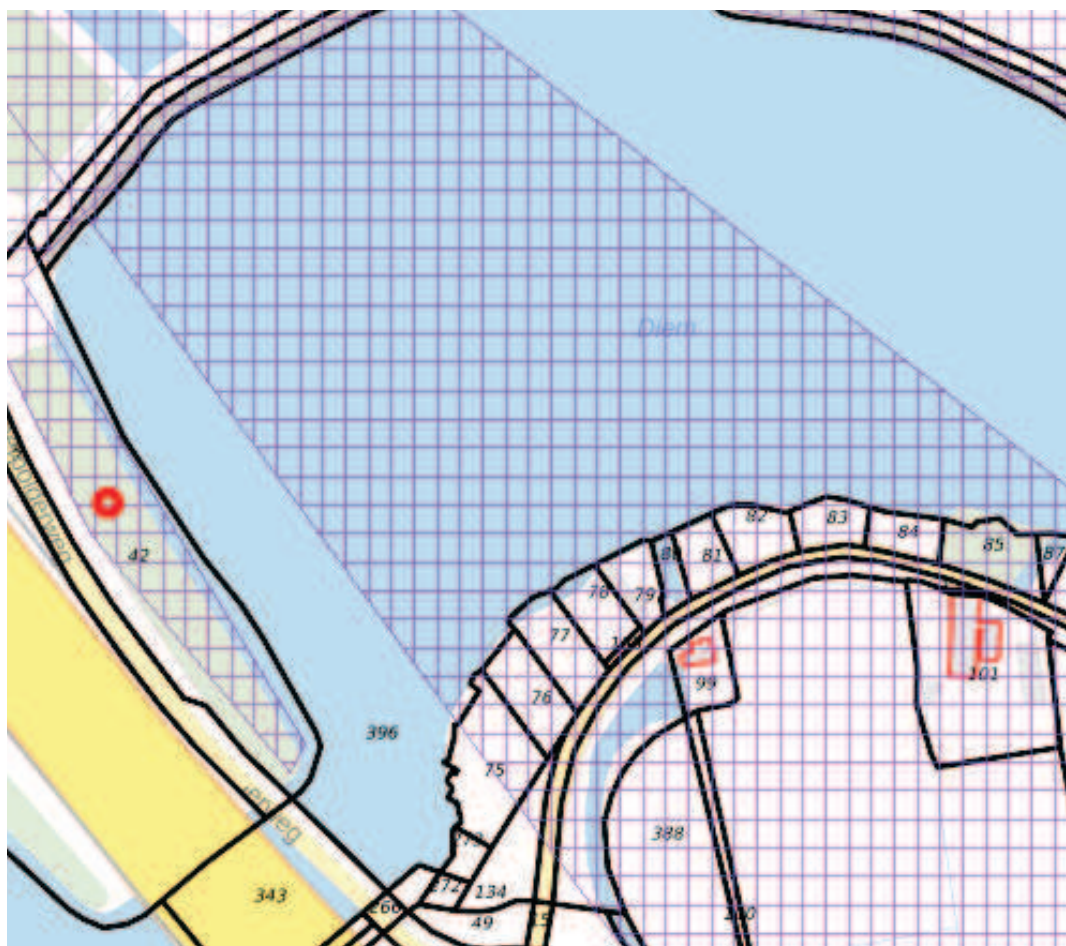


Rapport Bodemloket

NH038400016

Weilanden Diemen-Noord

Datum: 28-06-2019



Legenda

Locatie



Voortgang onderzoek

- Gegevens aanwezig, status onbekend
- Saneringsactiviteit
- Voldoende onderzocht/gesaneerd
- Onderzoek uitvoeren
- Historie bekend

Mijnsteengebieden

- Mijnsteengebieden Limburg
Besluit Bodemkwaliteit

Inhoud

1 Algemeen

- 1.1 Administratieve gegevens
- 1.2 Statusinformatie
- 1.3 Verontreinigende (onderzochte) activiteiten
- 1.4 Onderzoeksrapporten
- 1.5 Besluiten
- 1.6 Saneringsinformatie
- 1.7 Contactgegevens

2 Disclaimer

1 Algemeen

Dit rapport is opgesteld met de gegevens uit <http://www.bodemloket.nl/>

1.1 Administratieve gegevens

Locatienaam:	Weilanden Diemen-Noord
Identificatiecode volgens bevoegd gezag:	NH038400016
Locatiecode gemeentelijk BIS:	
Adres:	Overdiemerweg 1111PN DIEMEN
Gegevensbeheerder:	Provincie Noord-Holland

1.2 Statusinformatie

Vervolg:	voldoende gesaneerd.
Omschrijving:	De resultaten van de evaluatie van de sanering geven aan dat de vastgestelde verontreiniging voldoende is gesaneerd in het kader van de Wet bodembescherming.

1.3 Verontreinigende (onderzochte) activiteiten

Omschrijving	Start	Eind
stortplaats op land (niet gespecificeerd) (900030)		

1.4 Onderzoeksrapporten

Type	Auteur	Nummer	Datum
Sanerings evaluatie	Grontmij Advies +amp; Techniek	172231	2004-11-10
avr (aanvullend rapport)	Grontmij Milieu	PN.:108445	2003-06-20
Saneringsplan	Grontmij	22000	2001-03-27

1.5 Besluiten

Type	Kenmerk	Datum
Instemmen uitgevoerde sanering	2004-51824	2005-11-03

Instemmen afwijken SP	2003-29044	2003-07-22
besch. urg san binnen 5-10 jr	2001-11630	2001-05-31
Instemmen met SP	2001-11630	2001-05-22
SP opstellen	97-515294	1997-10-10

1.6 Saneringsinformatie

Bovengronds	Ondergronds	Start	Eind
aanbrengen schone leeflaag	Niet van toepassing	2001-08-13	2005-11-03

1.7 Contact

Gedetailleerde informatie over deze locatie kunt u opvragen bij

Voor meer informatie neemt u contact op met uw omgevingsdienst:

Omgevings- of Uitvoeringsdienst	Gemeenten	e-mailadres
Omgevingsdienst Flevoland, Gooi en Vechtstreek	Blaricum, Bussum, Hilversum, Huizen, Laren, Muiden, Naarden, Weesp, Wijdemeren	info@ofgv.nl
Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied	Aalsmeer, Amstelveen, Diemen, Haarlemmermeer, Ouder-Amstel, Uithoorn	Online bodeminformatietool
Omgevingsdienst IJmond	Beemster, Beverwijk, Bloemendaal, Edam-Volendam, Haarlemmerliede, Heemskerk, Heemstede, Landsmeer, Oostzaan, Purmerend, Uitgeest, Velsen, Zandvoort, Zeevang, Waterland, Wormerland	info@odijmond.nl
Regionale Uitvoeringsdienst Noord-Holland Noord	Bergen, Castricum, Drechterland, Den Helder, Enkhuizen, Heerhugowaard, Heiloo, Hoorn, Hollands-Kroon, Koggenland, Langedijk, Medemblik, Opmeer, Schagen, Stede Broec, Texel	info@rudnhn.nl

2 Disclaimer

De bodeminformatie omvat alleen informatie die bij de provincie en gemeenten bekend is. Wanneer er geen gegevens op de kaart staan kunnen we niet met zekerheid zeggen dat de ondergrond schoon is. Andersom wijzen historische bedrijfsactiviteiten op de kaart niet zonder meer op bodemverontreiniging. Om daar duidelijkheid in te krijgen moet de bodem verder onderzocht worden.

De inhoud van deze bodeminformatiekaart is met de grootste zorg samengesteld. Toch kan het voorkomen dat de informatie verouderd is of onjuistheden bevat. Wij vragen daarvoor uw begrip. Neem voor de meest actuele situatie van een locatie contact op met de gegevensbeheerder van de locatie. De contactgegevens van de gegevensbeheerder staat hierboven.

Uw reactie stellen we op prijs. Het geeft ons gelegenheid de fouten en gebreken te herstellen. Rijkswaterstaat beheert de website Bodemloket. Vragen over de werking van de website kunt u stellen via onze helpdesk: <http://www.bodemplus.nl/helpdesk>.

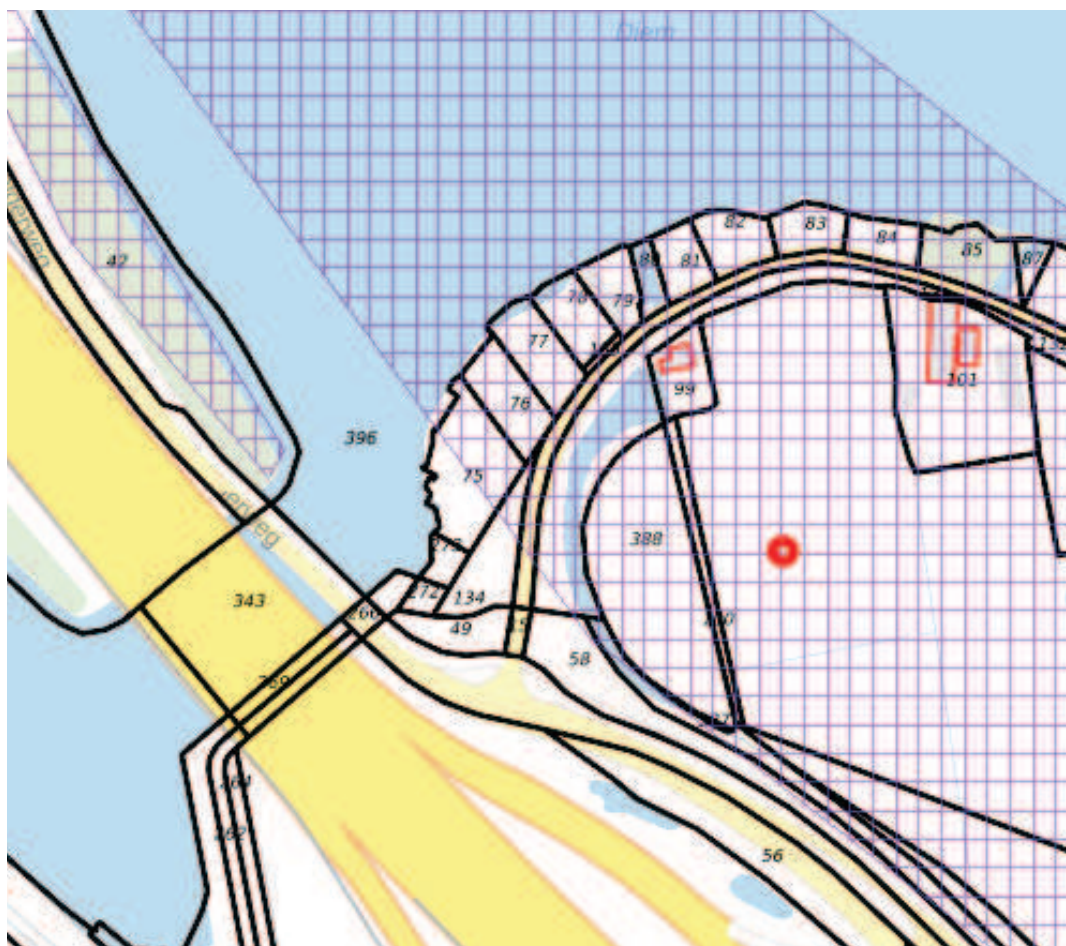


Rapport Bodemloket

NH038400297

UNA-terrein Oostelijke Ontsluiting IJburg

Datum: 28-06-2019



Legenda

Locatie



Voortgang onderzoek

- Gegevens aanwezig, status onbekend
- Saneringsactiviteit
- Voldoende onderzocht/gesaneerd
- Onderzoek uitvoeren
- Historie bekend

Mijnsteengebieden

- Mijnsteengebieden Limburg
Besluit Bodemkwaliteit

Inhoud

1 Algemeen

- 1.1 Administratieve gegevens
- 1.2 Statusinformatie
- 1.3 Verontreinigende (onderzochte) activiteiten
- 1.4 Onderzoeksrapporten
- 1.5 Besluiten
- 1.6 Saneringsinformatie
- 1.7 Contactgegevens

2 Disclaimer

1 Algemeen

Dit rapport is opgesteld met de gegevens uit <http://www.bodemloket.nl/>

1.1 Administratieve gegevens

Locatienaam: UNA-terrein Oostelijke Ontsluiting IJburg
 Identificatiecode volgens bevoegd gezag: NH038400297
 Locatiecode gemeentelijk BIS:
 Adres: DIEMEN
 Gegevensbeheerder: Provincie Noord-Holland

1.2 Statusinformatie

Vervolg: voldoende onderzocht.
 Omschrijving: De resultaten van het uitgevoerde (historische) bodemonderzoek geven aan dat de (voormalige) activiteiten en/of de onderzoekslocatie voldoende zijn onderzocht in het kader van de Wet bodembescherming.

1.3 Verontreinigende (onderzochte) activiteiten

Omschrijving	Start	Eind
onverdachte activiteit (000000)	onbekend	onbekend

1.4 Onderzoeksrapporten

Type	Auteur	Nummer	Datum
Verkennd onderzoek NEN 5740	De Ruiter Boringen en Bemaling	AZE/ BB101420.3740587	2010-08-10
Verkennd onderzoek NEN 5740	De Ruiter Boringen en Bemaling	AZE/DDH/ BB101375.3840994	2010-07-09
Verkennd onderzoek NEN 5740	De Ruiter Boringen en Bemaling	AZE/CH/ BB101212.3840989	2010-06-17
ASB - asbest onderzoek NEN 5707	De Ruiter Boringen en Bemaling	AZE/KVW/ BB100741.3740567	2010-04-12
Nader onderzoek	De Ruiter Boringen en Bemaling	AZE/CH/ BB092346.3740390	2009-12-17
Verkennd onderzoek NEN 5740	De Ruiter Boringen en Bemaling	AZE/CH/ BB091295.3740471	2009-07-06
Nader onderzoek	De Ruiter Boringen en	AZE/DDH/	2009-06-17

	Bemaling	BB091089.3740390	
Verkennd onderzoek NEN 5740	De Ruiter Boringen en Bemaling	CVE/CH/ BB090540.3740390	2009-04-17
Verkennd onderzoek NEN 5740	Kuiper +amp; Burger Adviesbureau	PB05337/D01	2006-03-01
Nader onderzoek	De Ruiter Boringen en Bemaling	SWO/ BB050429.5574018	2005-03-07
Verkennd onderzoek NEN 5740	De Ruiter Boringen en Bemaling	SWO/ BB042476.3574136	2004-11-08
Verkennd onderzoek NEN 5740	De Ruiter Boringen en Bemaling	SWO/ BB042475.3574136	2004-11-08

1.5 Besluiten

Type	Kenmerk	Datum
Geen vervolg (geen adm Nazorg)	2011-14537	2011-03-14
Geen vervolg (geen adm Nazorg)	2009-53360	2009-10-12

1.6 Saneringsinformatie

Bovengronds	Ondergronds	Start	Eind
-------------	-------------	-------	------

1.7 Contact

Gedetailleerde informatie over deze locatie kunt u opvragen bij

Voor meer informatie neemt u contact op met uw omgevingsdienst:

Omgevings- of Uitvoeringsdienst	Gemeenten	e-mailadres
Omgevingsdienst Flevoland, Gooi en Vechtstreek	Blaricum, Bussum, Hilversum, Huizen, Laren, Muiden, Naarden, Weesp, Wijdemeren	info@ofgv.nl
Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied	Aalsmeer, Amstelveen, Diemen, Haarlemmermeer, Ouder-Amstel, Uithoorn	Online bodeminformatietool
Omgevingsdienst IJmond	Beemster, Beverwijk, Bloemendaal, Edam-Volendam, Haarlemmerliede, Heemskerk, Heemstede, Landsmeer, Oostzaan, Purmerend, Uitgeest, Velsen, Zandvoort, Zeevang, Waterland, Wormerland	info@odijmond.nl
Regionale Uitvoeringsdienst Noord-Holland Noord	Bergen, Castricum, Drechterland, Den Helder, Enkhuizen, Heerhugowaard, Heiloo, Hoorn, Hollands-Kroon, Koggenland, Langedijk, Medemblik, Opmeer, Schagen, Stede Broec, Texel	info@rudnhn.nl

2 Disclaimer

De bodeminformatie omvat alleen informatie die bij de provincie en gemeenten bekend is. Wanneer er geen gegevens op de kaart staan kunnen we niet met zekerheid zeggen dat de ondergrond schoon is. Andersom wijzen historische bedrijfsactiviteiten op de kaart niet zonder meer op bodemverontreiniging. Om daar duidelijkheid in te krijgen moet de bodem verder onderzocht worden.

De inhoud van deze bodeminformatiekaart is met de grootste zorg samengesteld. Toch kan het

voorkomen dat de informatie verouderd is of onjuistheden bevat. Wij vragen daarvoor uw begrip. Neem voor de meest actuele situatie van een locatie contact op met de gegevensbeheerder van de locatie. De contactgegevens van de gegevensbeheerder staat hierboven.

Uw reactie stellen we op prijs. Het geeft ons gelegenheid de fouten en gebreken te herstellen. Rijkswaterstaat beheert de website Bodemloket. Vragen over de werking van de website kunt u stellen via onze helpdesk: <http://www.bodemplus.nl/helpdesk>.