

WERKPLAN HORIZONTAAL GESTUURDE BORING

t.b.v.

aanleg glasvezel E-Fiber

Locatieoverzicht:



KRUISING RIVIER DE MAAS NABIJ KM. 165 TE MOOK / KATWIJK NB

Proj. nr.	:2000350.001
Datum	:14-4-2020
Revisie	: 01

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING.....	3
2	PROJECTGEGEVENS	3
2.1	BETROKKEN PARTIJEN.....	3
2.1.1	Opdrachtgever.....	3
2.1.2	Opdrachtnemer.....	3
2.2	PROJECTINFORMATIE	3
3	TECHNISCHE SPECIFICATIES	4
3.1	ONTWERPGEGEVENS VAN DE HPE-BUIS:.....	4
3.1.1	Mantelbuis 160	4
4	KORTE BESCHRIJVING BOORMETHODE	5
5	BESCHRIJVING WERKZAAMHEDEN M.B.T. DE UITVOERING	6
5.1	VERKEERSMAATREGELEN.....	6
5.2	INTREDEWERKPLEK	6
5.3	UITTREDEWERKPLEK.....	6
5.4	PILOTBORING / LOKALISEREN VAN DE BOORKOP.....	6
5.5	INTREKFASE.....	6
6	PLANNING VAN DE WERKZAAMHEDEN	7
6.1	GLOBALE TIJDSPLANNING VOOR DE REALISATIE VAN BORING:.....	7
7	GRONDONDERZOEK	8
8	BIJLAGEN.....	9
8.1	WERKTEKENING	9
8.2	GRONDONDERZOEK	10
8.3	STERKTE/MUDDRUKBEREKENINGEN	11
8.4	SPECIFICATIE BOORMACHINE.....	12
8.5	SPECIFICATIE MEETSYSTEEM	13
8.6	SPECIFICATIE BOORSPOELING	14

1 INLEIDING

I.v.m. de aanleg van een glasvezelroute dient er een gestuurde boring gemaakt te worden onder Rivier de Maas te Mook / Katwijk NB. De boring bestaat uit een HPE mantelbuis waarin glasvezelkabel wordt aangebracht.

In dit rapport is zijn diverse gegevens opgenomen die nodig zijn voor de aanvraag van de vergunning(en). Uitgangspunten voor de berekeningen zijn de normen: NEN 3650 en NEN 3651.

2 Projectgegevens

2.1 Betrokken partijen

2.1.1 Opdrachtgever

Naam	: E-Fiber Exploitatie B.V.
Adres	: Huis ter Heideweg 16
Postcode / Plaats	: 3705 LZ Zeist
Contactpersoon	: Dhr. S. van Tuijn
Mobiel	: 06 - 82 60 03 57
Emailadres	: sandervantuijn@e-fiber.nl

2.1.2 Opdrachtnemer

Naam	: Van de Beek Kabels en Leidingen B.V.
Adres	: Neerijnsse Mark
Postcode/Plaats	: 4182 SB Neerijnen
Telefoon	: 0345 - 56 97 98
Projectleider	: Dhr. Herman van de Beek
Mobiel	: 06 - 53 68 05 33
Emailadres	: hvandebeek@beekbedrijven.nl
Ontwerp / engineering	: Dhr. Ronald Zwaan
Mobiel	: 06 - 51 30 43 30
Emailadres	: rzwaan@beekbedrijven.nl

2.2 Projectinformatie

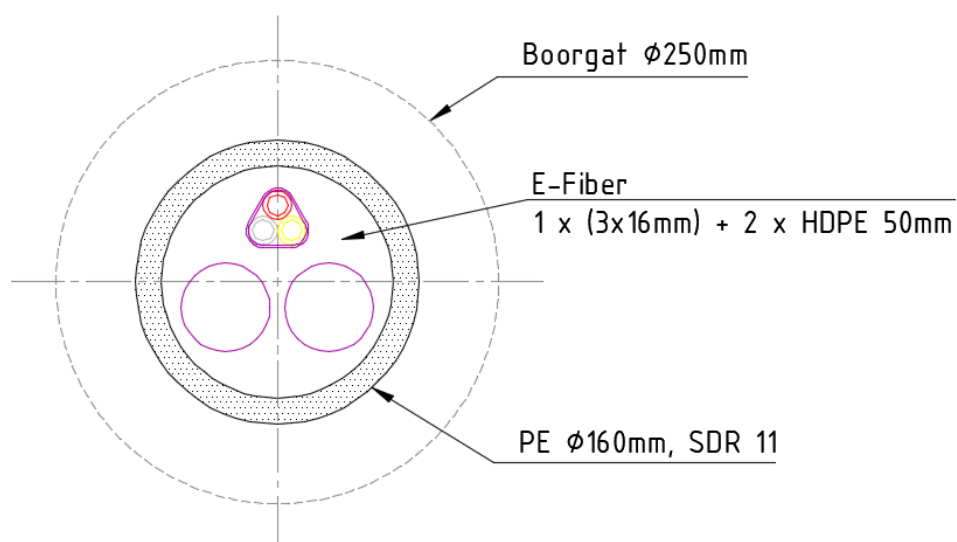
Projectnummer opdrachtgever :	
Projectnummer opdrachtnemer:	2000350.001
Locatie werkzaamheden:	Rivier de Maas nabij km. 165 te Mook / Katwijk NB

3 TECHNISCHE SPECIFICATIES

3.1 Ontwerpgegevens van de HPE-buis:

3.1.1 Mantelbuis 160

Diameter: 160 mm
Wanddikte: 14.6 mm
Materiaal: HPE
Klasse: SDR 11 PE 100
Inhoud: Mantelbuis voor telecomkabel
Werkdruk: Geen



4 KORTE BESCHRIJVING BOORMETHODE

Horizontaal gestuurd boren is een succesvol systeem voor aanleg van kabels en leidingen onder rivieren, kanalen, wegen en diverse obstakels. Overlast m.b.t de omgeving, omwonenden en milieu wordt veelal tot een minimum beperkt.

Een horizontaal gestuurd boorsysteem bestaat uit een boorunit en een mengunit.

Met behulp van de (hydraulische) boorunit worden vanaf het intredepunt boorstangen de grond ingedrukt en teruggetrokken, al dat niet met gelijktijdig roteren. Tevens wordt tijdens het boorproces boorvloeistof, dat is een mengsel van water en bentoniet/quickgel, via de boorkop de grond ingespoten.

Bentoniet zorgt o.a. voor de afvoer van geboorde grond, koeling van de boorkop en opvulling van het geboorde gat.

De eigenschappen van de boorvloeistof kunnen tijdens de verschillende fasen van het proces worden aangepast aan de gewenste eisen van de boormeester, door o.a. de verhouding tussen water en bentoniet aan te passen.

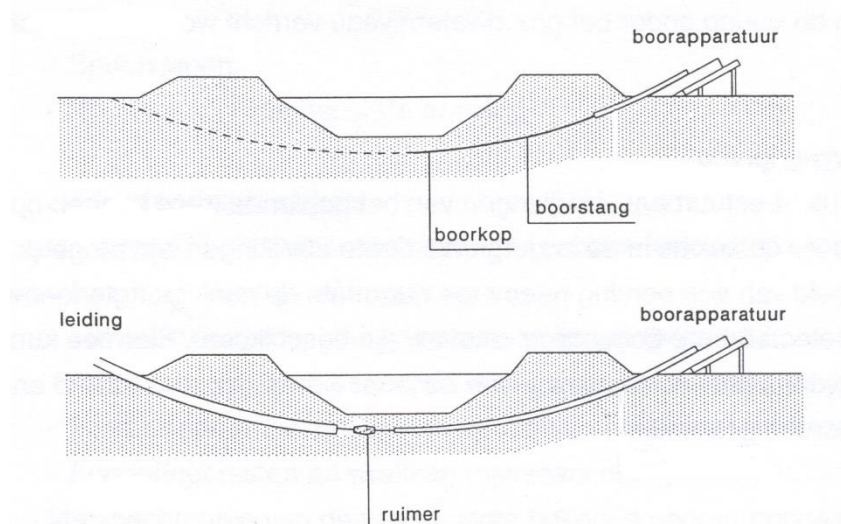
De boorvloeistof wordt via een hogedrukslang aangevoerd vanaf de mengunit naar de boorunit.

Het volledige boorproces wordt bediend vanaf de boormachine door de boormeester.

Tevens heeft de boormeester tijdens het boorproces voortdurend contact met de persoon die de voortgang van de boorkop registreert.

Nadat de zogenaamde pilotboring is voltooid wordt de boorgang, indien nodig, tot voldoende diameter geruimd. Deze keuze van het aantal ruimgangen wordt beslist door de boormeester.

Na de boor- en/of ruimfase wordt vanaf het uittredepunt de reeds gereedliggende mantelbuis teruggetrokken naar de boormachine. Tijdens de terugtrekfase wordt ook gebruik gemaakt van een ruimer die voorzien is van een wartellager om het meedraaien van de mantelbuis te voorkomen.



Schets boorproces

5 BESCHRIJVING WERKZAAMHEDEN M.B.T. DE UITVOERING

5.1 Verkeersmaatregelen

Voor aanvang van de werkzaamheden worden door de opdrachtgever verkeersmaatregelen genomen om zodoende een veilige situatie te creëren voor de werknemers en overige weggebruikers. Alle werknemers van de boorploeg zijn verplicht veiligheidskleding te dragen en te werken conform de eisen van de waterbeheerder / wegbeheerder.

5.2 Intredewerkplek

Kabels en leidingen nabij het intredepunt worden vrij gegraven om zodoende schades tot een minimum te beperken.

T.h.v. het intredepunt wordt een gat gegraven waarin de boorspoeling tijdens de boorfase opgevangen wordt. Overtollige boorspoeling wordt afgevoerd.

De boringen zullen worden uitgevoerd met een midirig. (voor specificaties zie bijlage)

- De boormachine wordt zo veel mogelijk opgesteld in de zichtlijn van de boring.
- De mengunit en het overige materieel wordt zo dicht mogelijk opgesteld bij de boorunit.

5.3 Uittredewerkplek

- Kabels en leidingen nabij het uittredepunt worden vrij gegraven om zodoende schades tot een minimum te beperken.
- T.h.v. het uittredepunt wordt een gat gegraven waarin de boorspoeling tijdens de intrekfase opgevangen wordt. Overtollige boorspoeling wordt afgevoerd.
- De HPE buis wordt klaargelegd.

5.4 Pilotboring / lokaliseren van de boorkop

Na iedere geboorde stang worden er metingen verricht die van belang zijn voor het verloop van de boring en voor de uitwerking van de revisie.

5.5 Intrekfase

Na voltooiing van de pilotboring zal de HPE buis, voorzien van een 'trekkop', ingetrokken worden vanaf het uittredepunt van de boring.

6 PLANNING VAN DE WERKZAAMHEDEN

6.1 Globale tijdsplanning voor de realisatie van boring:

- | | |
|--|----------|
| • Voorbereidende werkzaamheden
(graafwerkzaamheden, opstellen boormachine e.d.) | 2,00 dag |
| • Realiseren van de pilotboring | 2,00 dag |
| • Intrekfase | 1,00 dag |

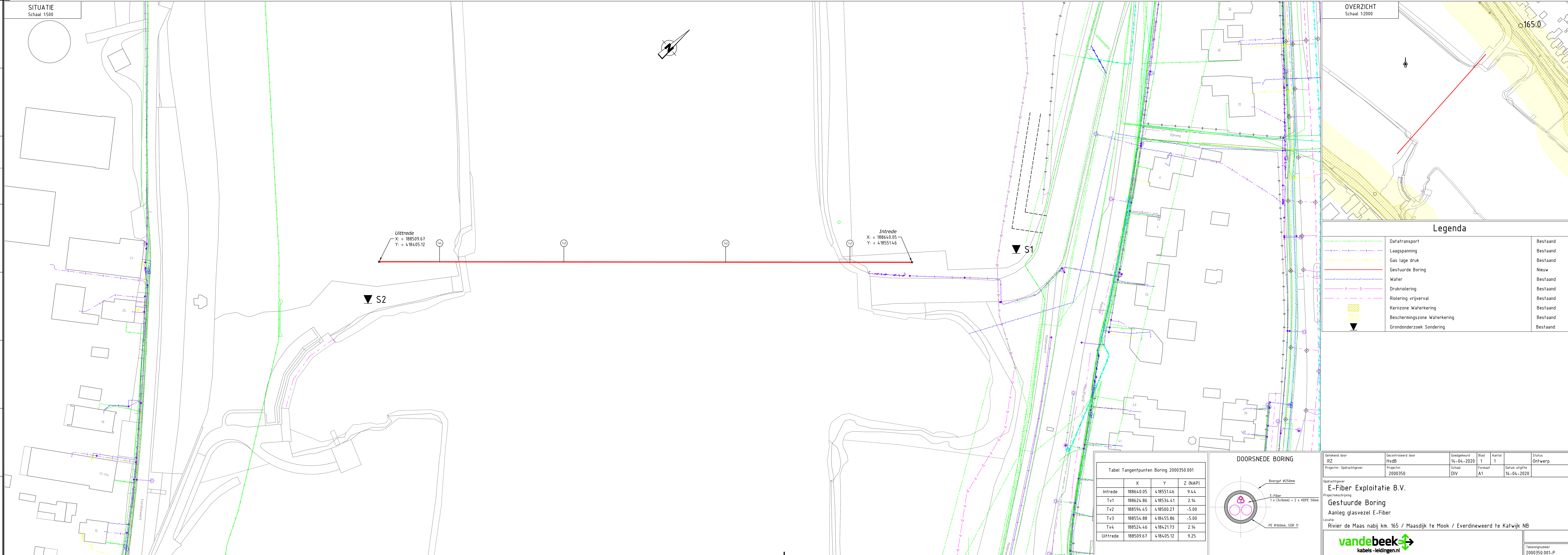
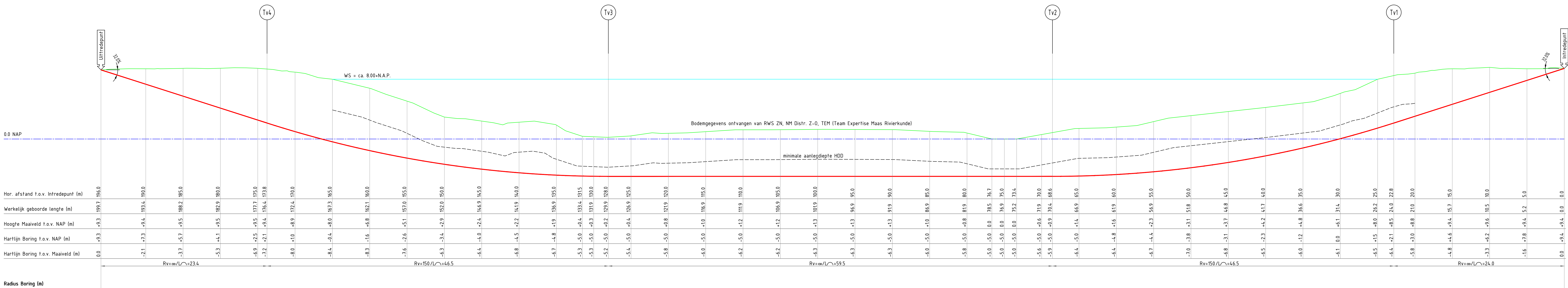
7 GRONDONDERZOEK

Om een beeld te krijgen van de grondslag ter plaatse van de nieuw te maken gestuurde boring zijn er twee sonderingen gemaakt. De locaties van de sonderingen zijn op de werktekening weergegeven.

8 BIJLAGEN

8.1 WERKTEKENING

Boring 2000350.001
Lengteprofiel A-A



8.2 GRONDONDERZOEK

Rapport: RESULTATEN GRONDONDERZOEK
Gestuurde boring, Maas
Mook / Katwijk

Opdrachtgever: Van de Beek Gestuurd Boren B.V.
Neerijnense Mark 1
4182 SB Neerijnen

Kenmerk: 2000350.001

Rapportnummer: 2000865RG

Versie: 1

Rapportdatum: 2 april 2020

Contactpersoon: P. Swinkels

Dataverwerking: Bedrijfsbureau

Controle: P. Swinkels



Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
2	Veldonderzoek	2
2.1	Onderzoeksopzet	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Hoogtemeting	2

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

In opdracht van Van de Beek Gestuurd Boren B.V. is door Lankelma Geotechniek Zuid B.V. een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Gestuurde boring, Maas te Mook / Katwijk". In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

2 Veldonderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 30 maart 2020.

De onderzoeksopzet is bepaald door ons bureau.

De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en ingemeten.

2.2 Sonderingen

Voor dit project zijn door ons bureau 2 sonderingen gemaakt. Het betreft sondeernummers: D1 t/m D2. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeerunit met een elektrische kleefmantelconus klasse 2.

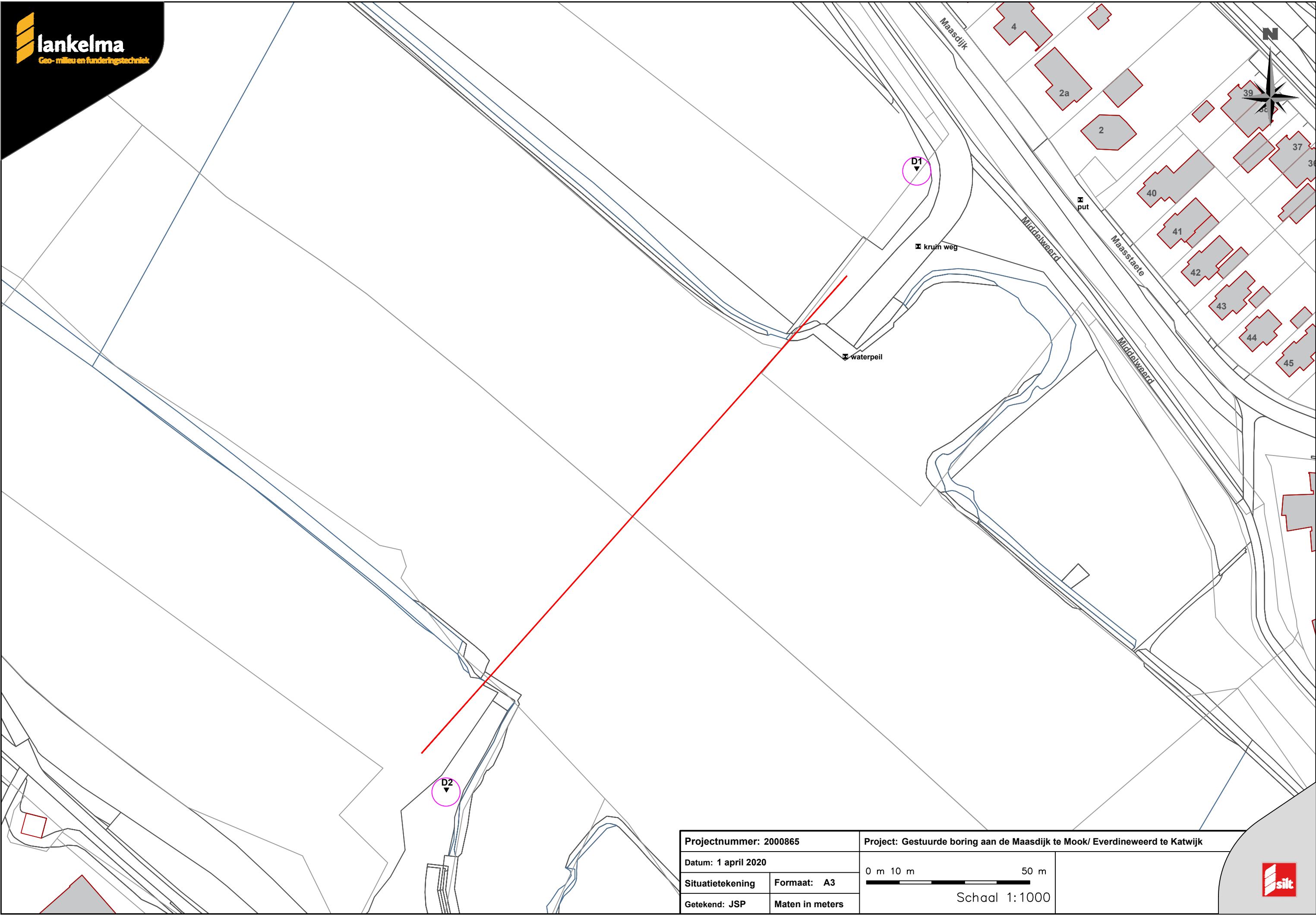
In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven, evenals een situatieschets met de locaties van de sondeerpunten. Stopcriterium en eventuele opmerkingen ten aanzien van de uitvoering zijn per sondering weergegeven in de waterpasstaat (Bijlage 1).

Opmerking: Sondering D1 is afgedicht conform de naprikmethode.

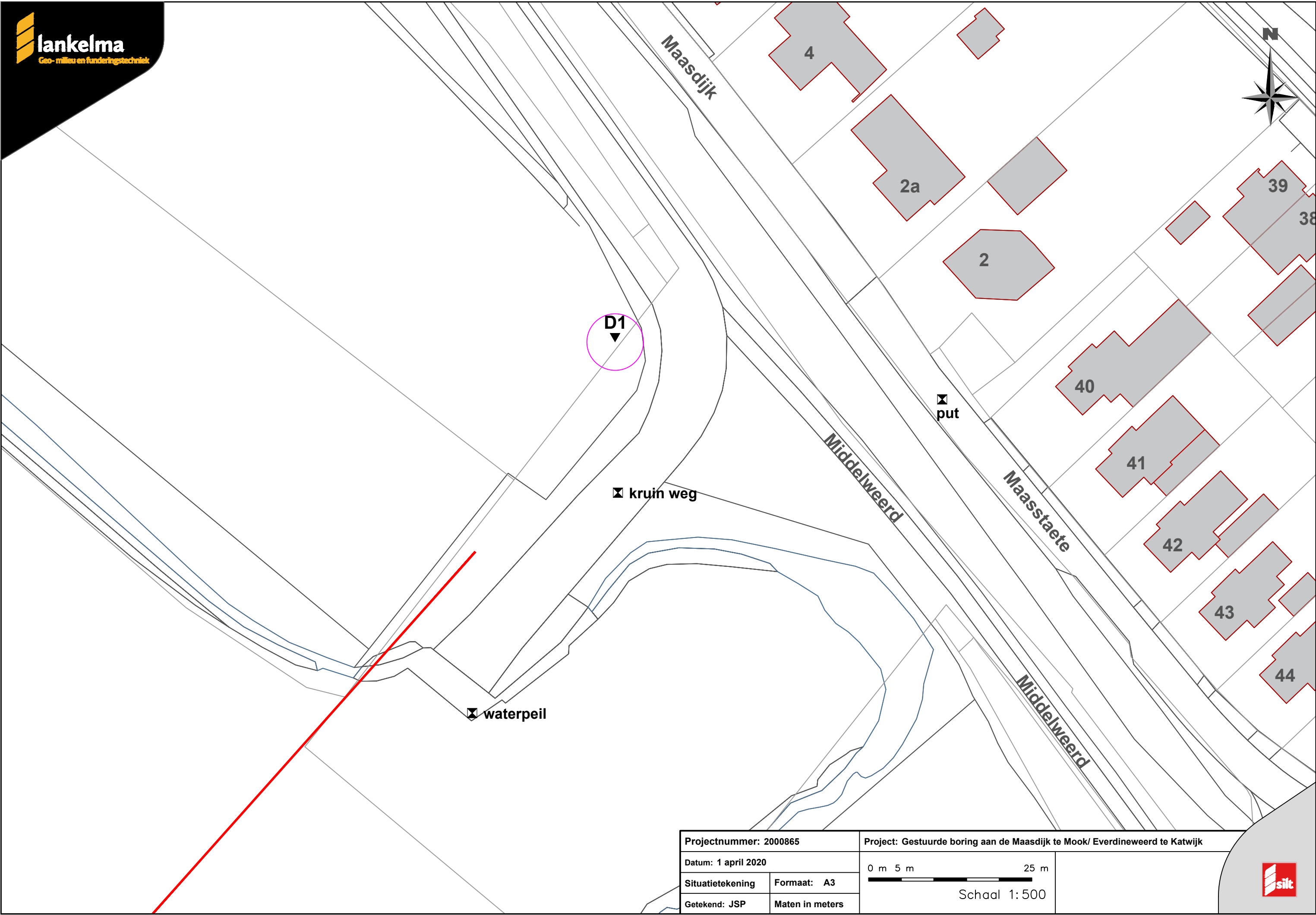
2.3 Hoogtemeting

De hoogte van de onderzoekspunten is ingemeten ten opzichte van NAP. Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1.

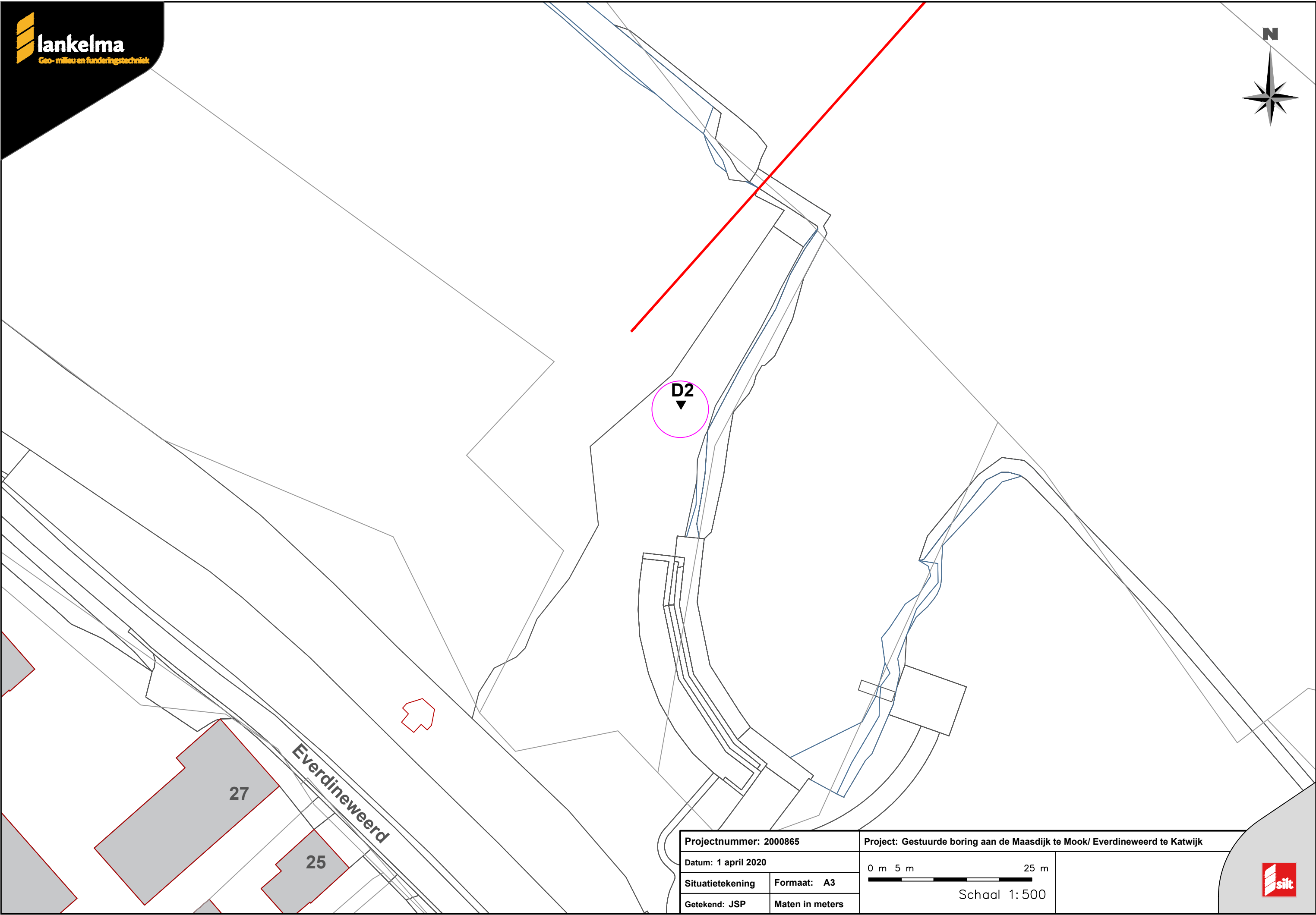
Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek





Projectnummer: 2000865		Project: Gestuurde boring aan de Maasdijk te Mook/ Everdineweerd te Katwijk	
Datum: 1 april 2020		0 m 10 m 50 m	
Situatietekening	Formaat: A3	Schaal 1:1000	
Getekend: JSP	Maten in meters		

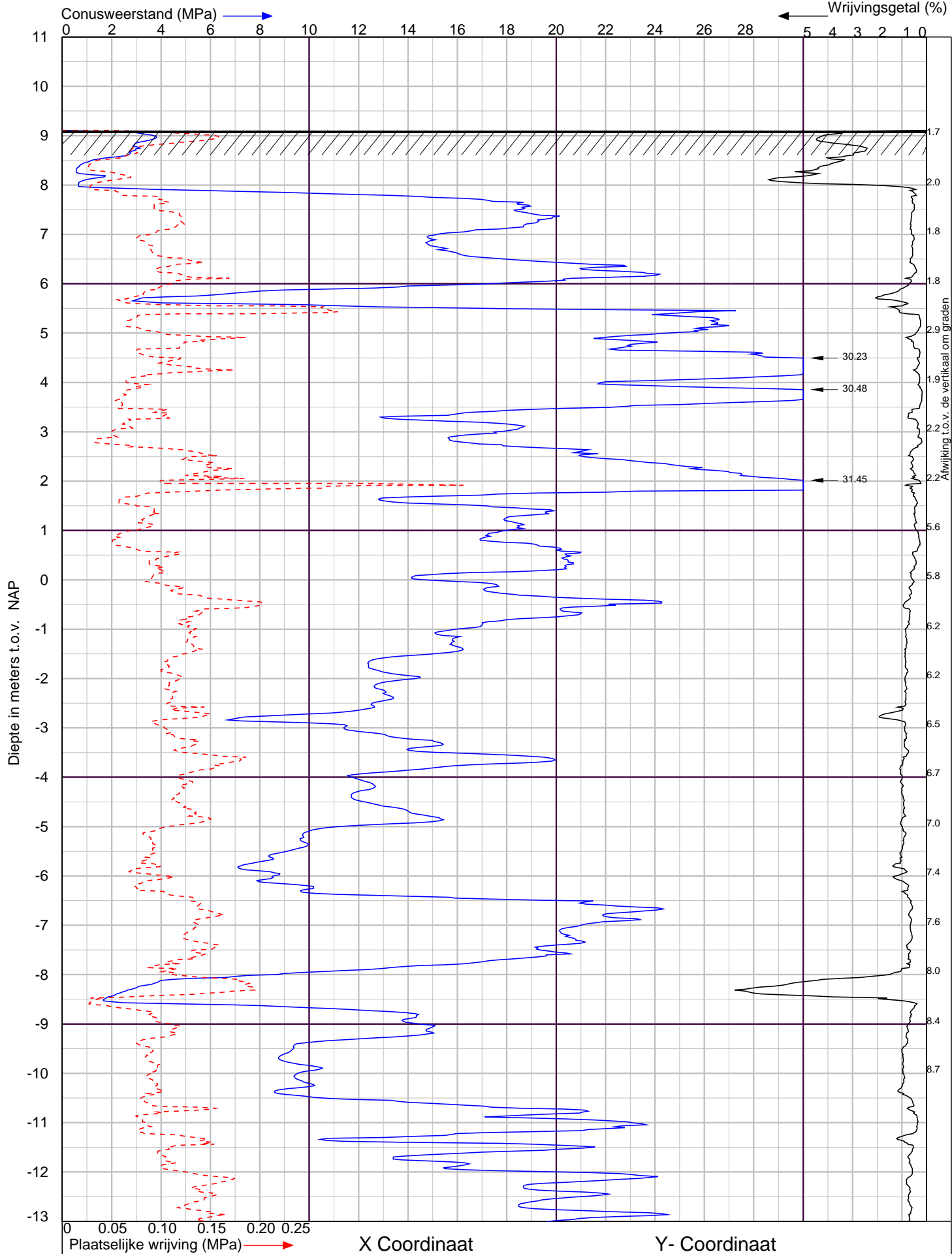


Projectnummer: 2000865		Project: Gestuurde boring aan de Maasdijk te Mook/ Everdineweerd te Katwijk	
Datum: 1 april 2020		<div>0 m 5 m 25 m</div> <div>Schaal 1:500</div>	
Situatietekening	Formaat: A3		
Getekend: JSP	Maten in meters		



27
25
Everdineweerd

Projectnummer: 2000865		Project: Gesteuurde boring aan de Maasdijk te Mook/ Everdineweerd te Katwijk	
Datum: 1 april 2020		 Schaal 1:500	
Situatietekening	Formaat: A3		
Getekend: JSP	Maten in meters		



Maasdijk te Mook / Everdineveerd te Katwijk

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



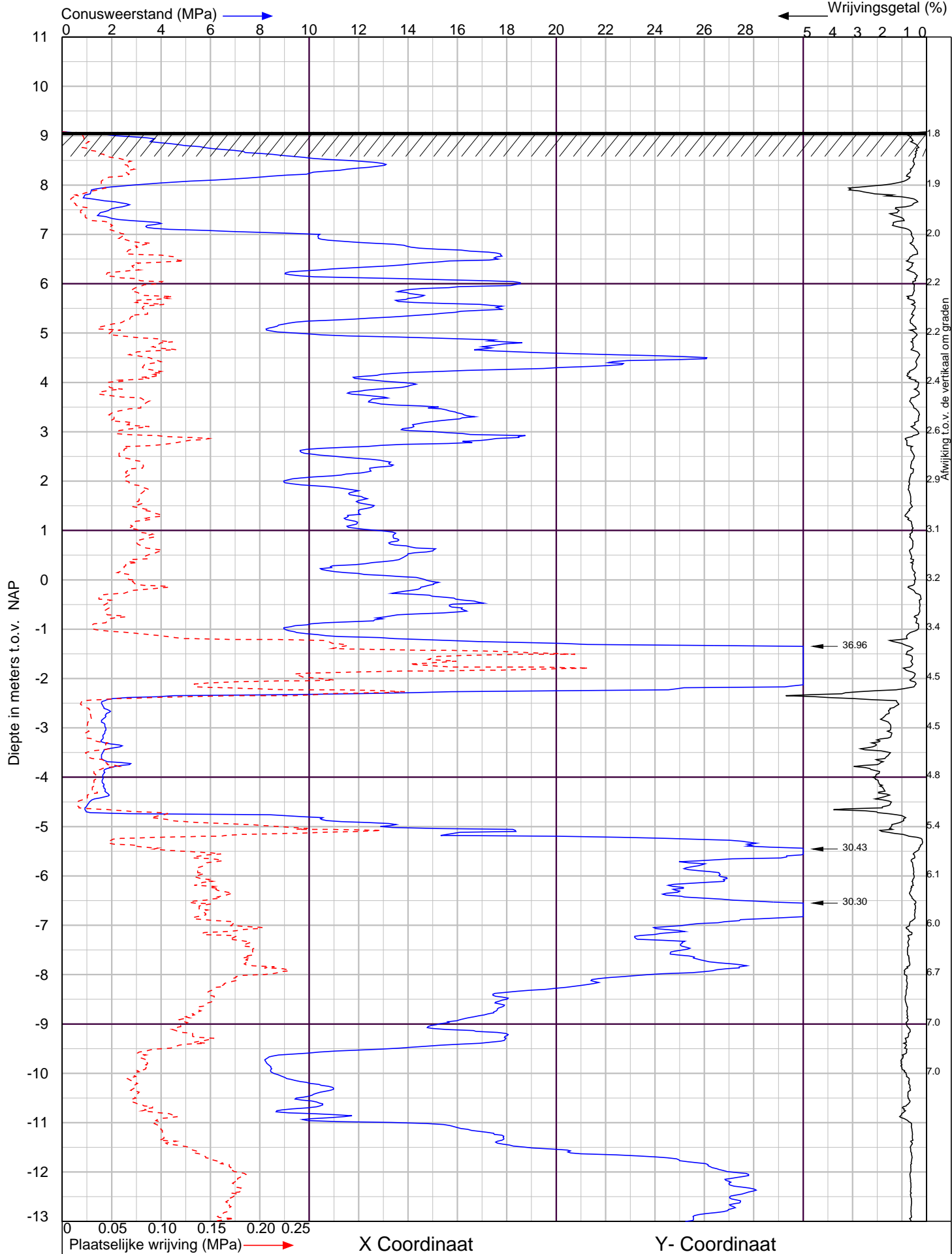
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 30-3-2020
Conusnr. : 071058
MV. is 9.11 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2000865**

Sondering : 1





Maasdijk te Mook / Everdineveerd te Katwijk

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



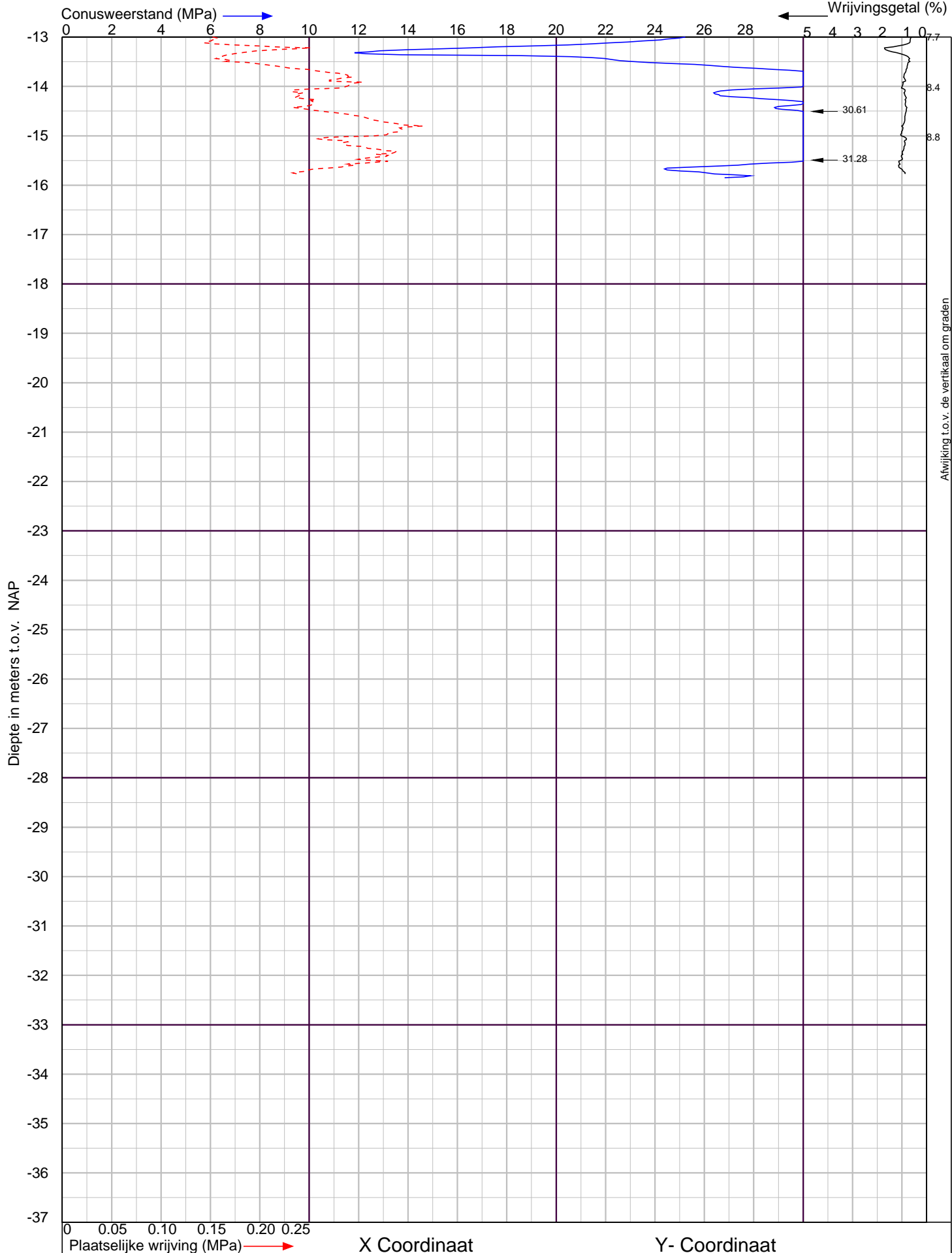
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 30-3-2020
Conusnr. : 071058
MV. is 9.08 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2000865**

Sondering : **2**





Maasdijk te Mook / Everdineveerd te Katwijk

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 30-3-2020
Conusnr. : 071058
MV. is 9.08 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2000865**

Sondering : **2**



Waterpasstaat

(+ stopcriterium sonderingen)

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS

Datum uitvoering : 30 maart 2020

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Opmerking / stopcriterium ¹
sondering 1	9,11 +	V
sondering 2	9,08 +	V
put	12,95 +	
kruin weg	9,25 +	
waterpeil	7,89 +	

* Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.

Grondwater

Tijdens het uitvoeren van het grondonderzoek is de grondwaterstand in sondeergat D2 gemeten op 1,29 m-mv.

¹ Toelichting :

- V: streefdiepte bereikt
- D: streefdiepte overschreden i.v.m. minimaal benodigd geachte pakketdikte
- N1: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. (afmeting) doorgang
- N2: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. obstakels, begroeiing
- N3: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. berijdbaarheid terrein
- O1: totaalweerstand overschrijdt de maximaal toelaatbare druk sondeerequipement
- O2: uitbuiging sondeerstangen overschrijdt maximaal toelaatbare waarde
- O3: overschrijding toelaatbare puntdruk sondeerconus

Algemene toelichting onderzoeksmethoden

Toelichting sonderingen

Elektrische sonderingen worden uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een elektrische (kleefmantel)conus.

De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij, indien van toepassing, het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving / conusweerstand) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een indicatie van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. In navolgende tabel zijn enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven. Opgemerkt wordt dat boven het grondwater de waarden hiervan kunnen afwijken.

Grondsoort	Conusweerstand (q_c) [MPa]	Wrijvingsgetal (f_s/q_c) [%]
zand, grind	> 5	0,2 - 1,0
siltig zand,	> 4	0,8 - 1,4
kleiig zand	> 2	1,0 - 2,0
leem	1 - 3	2,0 - 4,0
klei	0 - 5	2,0 - 6,0
venige klei	0 - 6	5,0 - 8,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0

Handsonderingen

Sonderingen uitgevoerd met een handsondeerapparaat, waarbij tevens een boring wordt gemaakt. De sondeerwaarden worden handmatig geregistreerd.

Waterspanningsmeting

Bij deze sonderingen wordt met behulp van een piëzoconus naast de conusweerstand en de plaatselijke wrijving tevens de waterspanning geregistreerd. Meting van de waterspanning geeft meer inzicht in de stijghoogte(verschillen) van het grondwater, de gelaagdheid van de bodem en de aanwezigheid van waterremmende lagen. De geregistreeerde waterspanning is weergegeven op de betreffende sondeergrafiek. Opgemerkt dient te worden, dat uit de geregistreeerde waterspanning niet zonder meer de stijghoogte van de diverse lagen kan worden afgeleid, omdat de stijghoogte wordt beïnvloed door de beweging van de sondeerconus.

Dissipatieproef.

Bij een dissipatietest wordt tijdens het sonderen de conus enige tijd gestopt, waarna wordt geregistreerd op welke wijze de door het wegdrukken geïnitieerde waterspanning reageert. Het waterspanningsverloop geeft een indicatie omtrent de waterdoorlatendheid in de desbetreffende laag. Indien de test wordt gecontinueerd totdat een quasistationaire waterspanning wordt bereikt kan tevens op betrouwbare wijze de stijghoogte van het grondwater van de betreffende laag worden bepaald.

Wegdrukpeilbuis

Wegdrukpeilbuizen worden geplaatst met behulp van een sondeertruck.

Mechanische boring.

Machinaal uitgevoerde boring onder certificaat van de BRL SIKB 2100, conform protocol 2101.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (onverzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, in de onverzadigde bodem (boven de grondwaterspiegel) verricht middels constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt, in onverzadigde grond, water met een constant debiet in een gesteund boorgat gepompt, totdat de bodem rondom verzadigd is en een constante waterspiegel ontstaat. Uit de verhouding van het pompdebiet en de waterspiegel kan de verzadigde waterdoorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (verzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, onder de grondwaterspiegel, uitgevoerd middels de constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. Uit de

verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging kan de doorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de falling-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt een peilbuis geheel of gedeeltelijk gevuld met water, waarna de waterstandsval wordt gemeten. De dalingsnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de rising-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt peilbuis geheel of gedeeltelijk leeg getrokken, waarna de stijging van het grondwater in de peilbuis wordt geregistreerd. De stijgingsnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Onverzadigde zone (Ringinfiltratieproeven)

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de verticale waterdoorlatendheid van de onverzadigde grond. De proeven worden uitgevoerd op maaiveld of diepte, met de dubbele ringinfiltratiemeter bestaande uit een buitenring met een diameter van ca. 0,53 m en een binnenring met een diameter van ca. 0,28 m.

Beide ringen worden op het ontgravingsvlak aangebracht en vervolgens enige centimeters de grond ingeslagen. Na het aanbrengen van een meetbrug met een vlotter worden beide ringen gevuld met water waarna met een zekere frequentie in de binnenring, de dalingsnelheid van het water wordt vastgesteld. Door toepassing van een buitenring infiltreert grondwater in de binnenring zoveel mogelijk verticaal. Uit de infiltratiesnelheid kan vervolgens de verticale waterdoorlatendheid worden afgeleid.

Legenda boorstaat

zand

	zand, kleiig
	zand, zwak siltig
	zand, matig siltig
	zand, sterk siltig
	zand, uiterst siltig

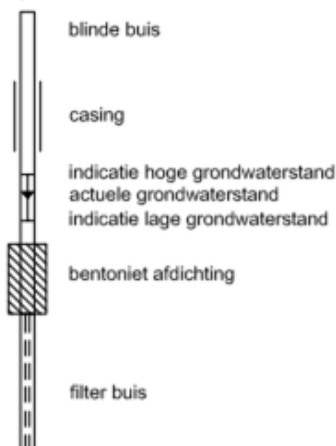
grind

	grind, siltig
	grind, zwak zandig
	grind, matig zandig
	grind, sterk zandig
	grind, uiterst zandig

veen

	veen, mineraalam
	veen, zwak kleiig
	veen, sterk kleiig
	veen, zwak zandig
	veen, sterk zandig

peilbuis



klei

	klei, zwak siltig
	klei, matig siltig
	klei, sterk siltig
	klei, uiterst siltig
	klei, zwak zandig
	klei, matig siltig
	klei, sterk zandig

leem

	leem, zwak zandig
	leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig
	slib

monsternamen

	geroerd monster
	ongeroerd monster

overige tekens

	bijzonder bestanddeel
	gemiddelde hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	gemiddelde laagste grondwaterstand

Legenda situatietekening

sonderen

	sondering
	sondering niet uitgevoerd
	wegdrukpeilbuis
	handsondering

boren

	boring
	boring niet uitgevoerd
	boring met peilbuis
	boring met 2 peilbuizen
	boring met 3 peilbuizen

overig

	meetpunt
	fotopijl met richting
	sondering van derden
	boring van derden

faseringsonderzoek

	sondering fase 1
	sondering fase 2
	sondering fase 3
	sondering fase 4
	boring fase 1
	boring fase 2
	boring fase 3
	boring fase 4



lankelma

Geo- milieu en funderingstechniek

Technisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk.
- Sonderen met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren (tot circa 5 m)
- Geotechnische monitoring
- Doorlatendheidsmetingen verzadigde en onverzadigde zone
- Palen doormeten (akoestisch)
- Onderzoek naar niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieukunde

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de (water)bodem
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion
- Partijkeuring
- Bouwstoffenkeuring
- Onderzoek PFAS

Geotechnisch en geohydrologisch advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, barrièrewerking, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag, MER aanmeldnotitie
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnisch hergebruik grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek: (hoogtemodellen, zanddiepte kaarten, etc)
- Algemene expertise, controle grondverbetering

Geotechnisch laboratorium

- Classificatieproeven, volumegewicht, watergehalte
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (oa. 2, 9, 10, 11, 13, 14, 28, 35)
- Fotoboring
- Advies omtrent uitvoering (wijze) en belastingtrappen
- Digitaal bestel- en informatieportaal: www.siltlab.nl

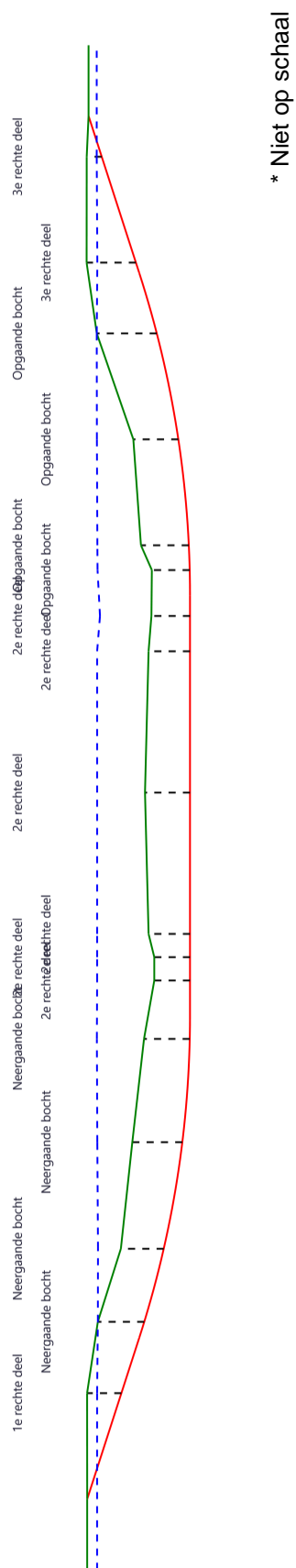
8.3 STERKTE/MUDDRUKBEREKENINGEN

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : 2000350.001 Gestuurde Boring Rivier De Maas nabij km. 165 te Mook			
Projectonderdeel : Project E-Fiber Exploitatie B.V.			
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	= 160,00	mm
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 250	mm
Diameter boorstang	D _b	= 80	mm
Totale lengte	L	= 199,50	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 23,98	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 46,34	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 59,49	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 46,34	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 23,35	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 150,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 150,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 150,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 17,70 / 31,91	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 17,70 / 31,91	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
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	
		14-04-2020 13:17:37	

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 [°]
1e rechte deel	15,75	4,80	1,40	Zand	16,41	20,73	35,00
Neergaande bocht	26,24	6,50	0,00	Zand	0,00	20,86	35,00
Neergaande bocht	36,59	6,00	-3,20	Zand	0,00	21,00	35,00
Neergaande bocht	51,82	7,00	-4,90	Zand	0,00	20,94	32,50
Neergaande bocht	66,87	6,40	-6,60	Zand	0,00	20,77	32,50
2e rechte deel	75,28	5,00	-8,00	Zand	0,00	20,71	32,50
2e rechte deel	78,58	5,00	-8,00	Zand	0,00	20,71	32,50
2e rechte deel	81,88	5,80	-7,20	Zand	0,00	20,75	32,50
2e rechte deel	101,88	6,30	-6,70	Zand	0,00	20,77	32,50
2e rechte deel	121,88	5,80	-7,20	Zand	0,00	20,12	27,00
2e rechte deel	126,88	5,40	-7,20	Zand	0,00	20,06	27,00
Opgaande bocht	133,38	5,30	-7,60	Zand	0,00	20,06	32,50
Opgaande bocht	136,88	6,70	-6,10	Zand	0,00	20,28	32,50
Opgaande bocht	151,96	6,30	-5,10	Zand	0,00	20,64	27,00
Opgaande bocht	167,27	8,40	0,00	Zand	0,00	20,85	35,00
3e rechte deel	177,70	6,90	1,50	Zand	19,28	20,77	35,00
3e rechte deel	193,44	2,10	1,40	Zand	19,37	19,76	30,00

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
1e rechte deel	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek I
Neergaande bocht	Geen	0,0800	0,00	75,00	Grafiek I
Neergaande bocht	Geen	0,0800	0,00	75,00	Grafiek I
Neergaande bocht	Geen	0,0800	0,00	45,00	Grafiek I
Neergaande bocht	Geen	0,0800	0,00	45,00	Grafiek I
2e rechte deel	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek I
2e rechte deel	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek I
2e rechte deel	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek I
2e rechte deel	Geen	-	0,00	45,00	Grafiek I
2e rechte deel	Geen	-	0,00	35,00	Grafiek I
2e rechte deel	Geen	-	0,00	35,00	Grafiek I
Opgaande bocht	Geen	0,0800	0,00	45,00	Grafiek I
Opgaande bocht	Geen	0,0800	0,00	45,00	Grafiek I
Opgaande bocht	Geen	0,0800	0,00	35,00	Grafiek I
Opgaande bocht	Geen	0,0800	0,00	75,00	Grafiek I
3e rechte deel	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek I
3e rechte deel	Geen	-	0,00	15,00	Grafiek I



* Niet op schaal

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

2. Eigenschappen van de leiding

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

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

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

4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds

4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	199,50	5.337
Na 1 ^e deel intrekken	176,15	4.712
Na 2 ^e deel intrekken	129,81	3.472
Na 3 ^e deel intrekken	70,32	1.881
Na 4 ^e deel intrekken	23,98	641

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,3$$

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	5.337	0,80
Na 1 ^e deel intrekken	4.712	0,71
Na 2 ^e deel intrekken	3.472	0,52
Na 3 ^e deel intrekken	1.881	0,28
Na 4 ^e deel intrekken	641	0,10

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

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{150.000} = 127.282,57 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{127.282,57}{222.522} = \mathbf{0,57 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	0,80	1,17
Na 1 ^e deel intrekken	0,71	1,08
Na 2 ^e deel intrekken	0,52	0,89
Na 3 ^e deel intrekken	0,28	0,65
Na 4 ^e deel intrekken	0,10	0,47

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,57 + \sigma_t$$

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

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

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

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

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 502,65 \text{ mm}^1$

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

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

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

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	23,35	1.917	-
2 ^e deel intrekken	69,69	-	5.721
3 ^e deel intrekken	129,18	10.605	-
4 ^e deel intrekken	175,52	-	14.409
Geheel ingetrokken	199,50	16.378	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
Neergaande bocht	0,0037	150	0,0035	268
Neergaande bocht	0,0037	150	0,0035	268
Neergaande bocht	0,0037	150	0,0035	268
Neergaande bocht	0,0037	150	0,0035	268
Opgaande bocht	0,0037	150	0,0035	268
Opgaande bocht	0,0037	150	0,0035	268
Opgaande bocht	0,0037	150	0,0035	268
Opgaande bocht	0,0037	150	0,0035	268

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,4 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 160 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

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

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	3.472	5.721	268	-	9.462
Opgaande bocht	641	14.409	268	268	15.587

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	8,85	9.462	815
Opgaande bocht	8,85	15.587	1.343

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

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

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

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

5.5 Totalisatie van de trekkraften 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	4.712	1.917	-	-	-	-	6.629
2 ^e deel intrekken	3.472	5.721	268	815	-	-	10.277
3 ^e deel intrekken	1.881	10.605	268	815	-	-	13.570
4 ^e deel intrekken	641	14.409	268	815	268	1.343	17.746
Geheel intrekken	0	16.378	268	815	268	1.343	19.073

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm²]
1 ^e deel intrekken	6.629	0,99
2 ^e deel intrekken	10.277	1,54
3 ^e deel intrekken	13.570	2,03
4 ^e deel intrekken	17.746	2,66
Geheel intrekken	19.073	2,86

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

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

5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 150.000} = 179.995,55 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{179.995,55}{222.521,98} = \mathbf{0,81 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 150.000} = 179.995,55 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{179.995,55}{222.521,98} = \mathbf{0,81 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	6.629	0,99	-	0,99
Na 1 ^e deel intrekken	10.277	1,54	0,81	2,07
Na 2 ^e deel intrekken	13.570	2,03	-	2,03
Na 3 ^e deel intrekken	17.746	2,66	0,81	3,19
Na 4 ^e deel intrekken	19.073	2,86	-	2,86

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

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

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

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

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

Leiding is drukloos:

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

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

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
1e rechte deel	4,80	1,40	Zand	25,27	77,53	102,80	11,01
Neergaande bocht	6,50	0,00	Zand	0,00	149,15	149,15	13,46
Neergaande bocht	6,00	-3,20	Zand	0,00	138,60	138,60	12,58
Neergaande bocht	7,00	-4,90	Zand	0,00	161,24	161,24	14,60
Neergaande bocht	6,40	-6,60	Zand	0,00	146,22	146,22	13,16
2e rechte deel	5,00	-8,00	Zand	0,00	113,91	113,91	10,22
2e rechte deel	5,00	-8,00	Zand	0,00	113,91	113,91	10,22
2e rechte deel	5,80	-7,20	Zand	0,00	132,39	132,39	11,90
2e rechte deel	6,30	-6,70	Zand	0,00	143,94	143,94	12,95
2e rechte deel	5,80	-7,20	Zand	0,00	128,37	128,37	11,26
2e rechte deel	5,40	-7,20	Zand	0,00	119,16	119,16	10,43
Opgaande bocht	5,30	-7,60	Zand	0,00	116,95	116,95	10,23
Opgaande bocht	6,70	-6,10	Zand	0,00	149,46	149,46	13,19
Opgaande bocht	6,30	-5,10	Zand	0,00	143,04	143,04	12,81
Opgaande bocht	8,40	0,00	Zand	0,00	192,65	192,65	17,38
3e rechte deel	6,90	1,50	Zand	31,81	123,37	155,19	16,19
3e rechte deel	2,10	1,40	Zand	29,83	15,22	45,05	6,09

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
1e rechte deel	4,80	Grafiek I	10,65	1,70
Neergaande bocht	6,50	Grafiek I	7,58	1,21
Neergaande bocht	6,00	Grafiek I	8,33	1,33
Neergaande bocht	7,00	Grafiek I	6,92	1,11
Neergaande bocht	6,40	Grafiek I	7,72	1,23
2e rechte deel	5,00	Grafiek I	10,19	1,63
2e rechte deel	5,00	Grafiek I	10,19	1,63
2e rechte deel	5,80	Grafiek I	8,66	1,39
2e rechte deel	6,30	Grafiek I	7,86	1,26
2e rechte deel	5,80	Grafiek I	8,66	1,39
2e rechte deel	5,40	Grafiek I	9,38	1,50
Opgaande bocht	5,30	Grafiek I	9,57	1,53
Opgaande bocht	6,70	Grafiek I	7,30	1,17
Opgaande bocht	6,30	Grafiek I	7,86	1,26
Opgaande bocht	8,40	Grafiek I	5,44	0,87
3e rechte deel	6,90	Grafiek I	7,04	1,13
3e rechte deel	2,10	Grafiek I	23,90	3,82

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

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012

Sigma 2018 1.5 ©

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
1e rechte deel	11,01	1,70	12,71	127,53	3,59
Neergaande bocht	13,46	1,21	14,68	147,24	4,14
Neergaande bocht	12,58	1,33	13,91	139,54	3,93
Neergaande bocht	14,60	1,11	15,70	157,56	4,43
Neergaande bocht	13,16	1,23	14,39	144,37	4,06
2e rechte deel	10,22	1,63	11,86	118,95	3,35
2e rechte deel	10,22	1,63	11,86	118,95	3,35
2e rechte deel	11,90	1,39	13,29	133,30	3,75
2e rechte deel	12,95	1,26	14,21	142,54	4,01
2e rechte deel	11,26	1,39	12,64	126,85	3,57
2e rechte deel	10,43	1,50	11,93	119,64	3,37
Opgaande bocht	10,23	1,53	11,76	118,02	3,32
Opgaande bocht	13,19	1,17	14,36	144,09	4,06
Opgaande bocht	12,81	1,26	14,06	141,10	3,97
Opgaande bocht	17,38	0,87	18,26	183,15	5,16
3e rechte deel	16,19	1,13	17,32	173,73	4,89
3e rechte deel	6,09	3,82	9,91	99,44	2,80

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

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

6.6 Optredende spanning s_{qr} t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
Neergaande bocht	150	0,0035	0,11
Neergaande bocht	150	0,0035	0,11
Neergaande bocht	150	0,0035	0,11
Neergaande bocht	150	0,0035	0,11
Opgaande bocht	150	0,0035	0,11
Opgaande bocht	150	0,0035	0,11
Opgaande bocht	150	0,0035	0,11
Opgaande bocht	150	0,0035	0,11

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

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

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

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

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

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

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

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

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

9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen

9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
1e rechte deel	3,59	-	0,65	2,33
Neergaande bocht	4,14	0,11	0,65	2,76
Neergaande bocht	3,93	0,11	0,65	2,62
Neergaande bocht	4,43	0,11	0,65	2,95
Neergaande bocht	4,06	0,11	0,65	2,71
2e rechte deel	3,35	-	0,65	2,18
2e rechte deel	3,35	-	0,65	2,18
2e rechte deel	3,75	-	0,65	2,44
2e rechte deel	4,01	-	0,65	2,61
2e rechte deel	3,57	-	0,65	2,32
2e rechte deel	3,37	-	0,65	2,19
Opgaande bocht	3,32	0,11	0,65	2,23
Opgaande bocht	4,06	0,11	0,65	2,70
Opgaande bocht	3,97	0,11	0,65	2,65
Opgaande bocht	5,16	0,11	0,65	3,42
3e rechte deel	4,89	-	0,65	3,18
3e rechte deel	2,80	-	0,65	1,82

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

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

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

9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,81	0,65	0,53
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

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

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

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

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_y [mm]	δ_y/D_g [%]
1e rechte deel	11,01	1,70	-	2,88	1,98
Neergaande bocht	13,46	1,21	0,0035	3,33	2,29
Neergaande bocht	12,58	1,33	0,0035	3,16	2,17
Neergaande bocht	14,60	1,11	0,0035	3,36	2,31
Neergaande bocht	13,16	1,23	0,0035	3,08	2,12
2e rechte deel	10,22	1,63	-	2,54	1,75
2e rechte deel	10,22	1,63	-	2,54	1,75
2e rechte deel	11,90	1,39	-	2,85	1,96
2e rechte deel	12,95	1,26	-	3,04	2,09
2e rechte deel	11,26	1,39	-	2,34	1,61
2e rechte deel	10,43	1,50	-	2,21	1,52
Opgaande bocht	10,23	1,53	0,0035	2,52	1,73
Opgaande bocht	13,19	1,17	0,0035	3,08	2,12
Opgaande bocht	12,81	1,26	0,0035	2,60	1,79
Opgaande bocht	17,38	0,87	0,0035	4,14	2,85
3e rechte deel	16,19	1,13	-	3,93	2,70
3e rechte deel	6,09	3,82	-	1,99	1,37

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

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 145,40 = \mathbf{11,63 \text{ mm}}$$

11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p_f' [kN/m ²]	G [MN/m ²]
1e rechte deel	4,80	50,96	21,73	36,35	57,19	28,85
Neergaande bocht	6,50	58,26	24,84	41,55	65,39	28,85
Neergaande bocht	6,00	54,55	23,26	38,90	61,22	28,85
Neergaande bocht	7,00	63,25	29,27	46,26	71,12	17,31
Neergaande bocht	6,40	56,84	26,30	41,57	63,91	17,31
2e rechte deel	5,00	44,14	20,42	32,28	49,62	17,31
2e rechte deel	5,00	44,14	20,42	32,28	49,62	17,31
2e rechte deel	5,80	51,41	23,79	37,60	57,80	17,31
2e rechte deel	6,30	55,96	25,89	40,92	62,91	17,31
2e rechte deel	5,80	48,09	26,26	37,17	54,05	13,46
2e rechte deel	5,40	44,48	24,28	34,38	49,99	13,46
Opgaande bocht	5,30	43,65	20,20	31,93	49,08	17,31
Opgaande bocht	6,70	56,52	26,15	41,34	63,55	17,31
Opgaande bocht	6,30	55,21	30,15	42,68	62,05	13,46
Opgaande bocht	8,40	75,22	32,07	53,65	84,42	28,85
3e rechte deel	6,90	74,25	31,66	52,96	83,33	28,85
3e rechte deel	2,10	30,23	15,11	22,67	34,01	5,77

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

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

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

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

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

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]
1e rechte deel	0,00072	1,47	0,0340	0,03836	0,01	0,83
Neergaande bocht	0,00083	1,38	0,0650	0,07333	0,01	0,93
Neergaande bocht	0,00077	1,42	0,0920	0,1038	0,01	0,93
Neergaande bocht	0,0014	1,04	0,1190	0,1342	0,02	0,82
Neergaande bocht	0,0013	1,10	0,1300	0,1467	0,02	0,78
2e rechte deel	0,0010	1,25	0,1300	0,1467	0,03	0,68
2e rechte deel	0,0010	1,25	0,1300	0,1467	0,03	0,68
2e rechte deel	0,0012	1,16	0,1300	0,1467	0,03	0,74
2e rechte deel	0,0013	1,11	0,1300	0,1467	0,04	0,78
2e rechte deel	0,0013	1,12	0,1300	0,1467	0,04	0,57
2e rechte deel	0,0012	1,16	0,1260	0,1421	0,04	0,54
Opgaande bocht	0,00099	1,26	0,1290	0,1455	0,05	0,68
Opgaande bocht	0,0013	1,10	0,1280	0,1444	0,05	0,78
Opgaande bocht	0,0014	1,04	0,1140	0,1286	0,05	0,59
Opgaande bocht	0,0011	1,21	0,0840	0,09476	0,06	1,11
3e rechte deel	0,0011	1,22	0,0540	0,06092	0,06	1,07
3e rechte deel	0,0020	0,89	0,0070	0,007897	0,07	0,28

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

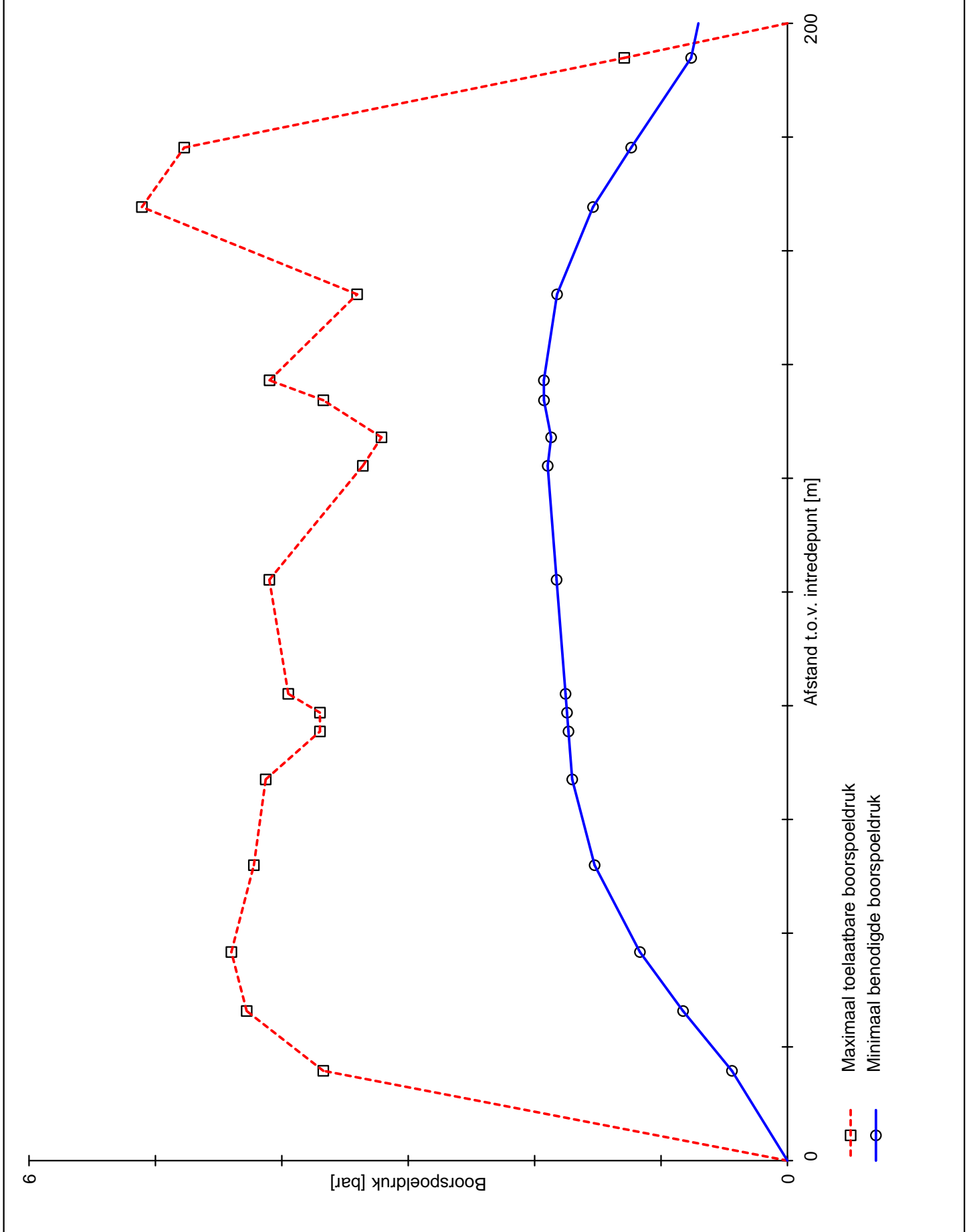
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	p_{\max} [kPa]	90% p_{lim} [kPa]	p_{min} [kPa]	p_{\max} [bar]	90% p_{lim} [bar]	p_{min} [bar]
1e rechte deel	367,17	749,23	43,92	3,67	7,49	0,44
Neergaande bocht	427,77	840,98	82,59	4,28	8,41	0,83
Neergaande bocht	439,89	833,16	116,70	4,40	8,33	1,17
Neergaande bocht	422,10	737,77	152,54	4,22	7,38	1,53
Neergaande bocht	412,75	705,32	170,26	4,13	7,05	1,70
2e rechte deel	369,84	616,04	173,23	3,70	6,16	1,73
2e rechte deel	369,84	616,04	174,39	3,70	6,16	1,74
2e rechte deel	394,85	668,09	175,56	3,95	6,68	1,76
2e rechte deel	409,86	699,32	182,62	4,10	6,99	1,83
2e rechte deel	335,91	508,81	189,68	3,36	5,09	1,90
2e rechte deel	321,15	484,73	186,93	3,21	4,85	1,87
Opgaande bocht	367,12	611,58	192,61	3,67	6,12	1,93
Opgaande bocht	409,71	701,36	192,71	4,10	7,01	1,93
Opgaande bocht	340,43	533,46	182,24	3,40	5,33	1,82
Opgaande bocht	510,71	995,97	153,80	5,11	9,96	1,54
3e rechte deel	477,22	961,45	123,64	4,77	9,61	1,24
3e rechte deel	129,08	250,66	76,17	1,29	2,51	0,76

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

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



8.4 SPECIFICATIE BOORMACHINE



SPECIFICATIONS, JT100 MACH 1

DIMENSIONS

Overall machine length*
Overall machine width*
Overall machine height*
Drilling unit operating mass*
Entry angle*: 10 to 15°
Angle of approach: 13°
Angle of departure: 17°

U.S.

368 in
101 in
110 in
45,300 lb

METRIC

9.35 m
2.57 m
2.79 m
20 500 kg

POWER PIPE

Length of drill pipe, nominal*
Diameter of drill pipe, tool joint end*
Diameter of drill pipe*
Bend radius, minimum
Weight of drill pipe*
Weight of drill pipe & box(12 pipe)

U.S.

177 in
4 in
3.62 in
230 ft
229 lb
3760 lb

METRIC

4.5 m
102 mm
92 mm
70 m
104 kg
1710 kg

OPERATION

Spindle speed, maximum*: 210 rpm
Spindle torque, maximum*
Carriage thrust travel speed*
Carriage pullback travel speed*
Thrust force*
Pullback force*
Bore diameter
Backream diameter: Soil dependent
Ground travel speed, forward*
Ground travel speed, reverse*

U.S.

12,000 ft-lb
150 fpm
150 fpm
70,000 lb
100,000 lb
6 in
3.6 mph
3.6 mph

METRIC

16 300 N·m
46 m/min
46 m/min
311 kN
445 kN
152 mm
5.8 km/h
5.8 km/h

POWER

Engine: Deutz TCD2013L06-2V
Fuel: Diesel
Cooling medium: Liquid
Injection: Direct
Aspiration: Turbocharged & charge air cooled
Number of cylinders: 6
Displacement
Bore
Stroke
Manufacturer's gross power rating**
Rated speed: 2300 rpm
Emissions compliance

U.S.

436 in³
4.25 in
5.1 in
268 hp
EPA Tier 3

METRIC

7.15 L
108 mm
130 mm
200 kW
EU Stage IIIa

DRILLING FLUID SYSTEM (ONBOARD)

Drilling fluid pressure, maximum*
Drilling fluid flow, maximum*

U.S.

1000 psi
230 gpm

METRIC

69 bar
870 L/min

FLUID CAPACITIES

Hydraulic reservoir
Fuel tank

U.S.

47 gal
97 gal

METRIC

180 L
370 L

BATTERY (2 USED)

SAE reserve capacity rating: 450 min
SAE cold crank rating @ 0° F (-18° C): 1400 amps

Specification are general and subject to change without notice. If measurements are required, equipment should be weighed and measured.

Due to selected options, delivered equipment may not necessarily match that shown. Contains patented features. *Called out according to SAE J2022. **Called out according to SAE J1995.

©2011 The Charles Machine Works, Inc.

8.5 SPECIFICATIE MEETSYSTEEM

DigiTrak**FALCON F5[®]**

Directional Drilling Locating System



Introducing DigiTrak Falcon F5[®]

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**

**DIGITAL CONTROL INCORPORATED**

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

© Jun 2016 Digital Control Incorporated
All rights reserved
402-1025-00-A

DigiTrak **FALCON F5** 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 channels¹ 4
Telemetry range² 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 range² 1800 ft.
Telemetry channels 4
Operating temperature -4 to 140° F
Dimensions⁴ 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 range³ 125 ft.
Depth range³ 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.

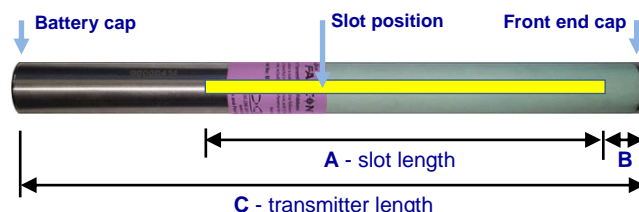
² Telemetry range can be increased with an optional external receiving antenna.

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

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

8.6 SPECIFICATIE BOORspoeling



TUNNEL-GEL[®] PLUS

Viscosifier/Gellant

Description

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

Applications/Functions

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

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

Advantages

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

Typical Properties

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

Recommended Treatment

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

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

Packaging

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

Availability

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

Baroid Industrial Drilling Products Product Service Line, Halliburton

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

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