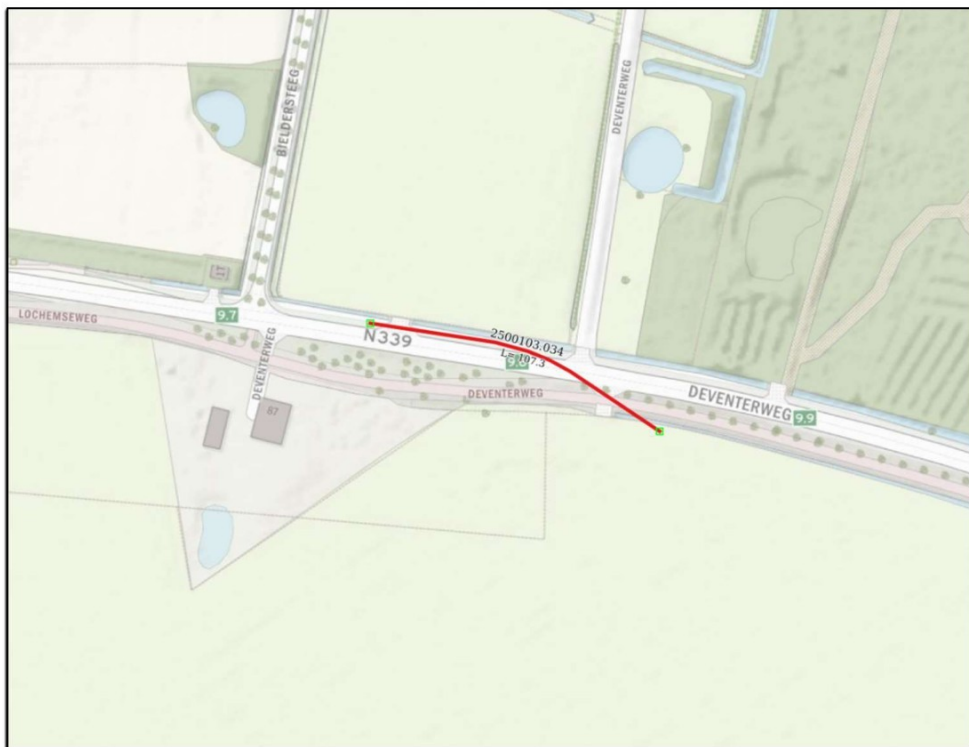


WERKPLAN HORIZONTALAAL GESTUURDE BORING

t.b.v.

aanleg MS-kabels Liander

Locatieoverzicht:



N339 Hmp. 9.8 Deventerweg te Laren

Proj. nr. :2500103.034
Datum :11-11-2025
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-BUIZEN:	4
3.1.1	Mantelbuis 160.....	4
4	KORTE BESCHRIJVING BOORMETHODE	5
5	BESCHRIJVING ONTWERPFASE	6
5.1	TOELICHTING ONTWERP	6
5.1.1	Ontwerplocatie gestuurde boring	6
5.1.2	Risicoanalyse-uitvoering	6
5.1.3	Plaatsbepalingssysteem	6
5.1.4	Uitvoeringsafwijkingen.....	6
6	GRONDONDERZOEK	7
7	STERKTEBEREKENING/BOORSPOELDRUKBEREKENINGEN.....	7
7.1	TREKKRACHTBEREKENING.....	7
8	BESCHRIJVING WERKZAAMHEDEN M.B.T. DE UITVOERING	8
8.1	VERKEERSMAATREGELEN.....	8
8.2	INTREDEWERKPLEK	8
8.3	UITTREDEWERKPLEK.....	8
8.4	PILOTBORING / LOKALISEREN VAN DE BOORKOP.....	8
8.5	INTREKFASE.....	8
9	PLANNING VAN DE WERKZAAMHEDEN	9
9.1	GLOBALE TIJDSPLANNING VOOR DE REALISATIE PER BORING:	9
10	BIJLAGEN.....	10
10.1	WERKTEKENING	10
10.2	GRONDONDERZOEK	11
10.3	STERKTE/MUDDRUKBEREKENINGEN	12
10.4	RISICOANALYSE	13
10.5	SPECIFICATIE BOORMACHINE.....	14
10.6	SPECIFICATIE MEETSYSTEEM	15
10.7	SPECIFICATIE BOORSPOELING	16

1 INLEIDING

I.v.m. de aanleg van MS-kabels voor Liander moet er een wegkruising gemaakt worden onder de N339 Deventerweg d.m.v. een gestuurde boring.

In dit rapport 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.

Dit rapport beschrijft specifiek het ontwerp en uitvoeringwijze van de gestuurde boring inclusief de hierbij horende berekeningen en risico-inventarisatie.

Aangezien deze gestuurde boring een onderdeel is van een complete tracé-engineering, zijn de aanvullende conditionerende onderzoeken zoals: Archeologie, Bodemkundig onderzoek, NGE, Flora en Fauna in de complete tracérapportage en vergunningaanvraag meegenomen en derhalve niet in dit rapport verwerkt.

2 Projectgegevens

2.1 Betrokken partijen

2.1.1 Opdrachtgever

Naam	:	Van den Heuvel Aannemingsbedrijf B.V.
Adres	:	Postbus 31
Postcode / Plaats	:	5384 ZG Heesch
Contactpersoon	:	
Mobiel	:	06 -
Emailadres	:	@heuvelgroep.nl

2.1.2 Opdrachtnemer

Naam	:	Van de Beek Kabels en Leidingen B.V.
Adres	:	Neerijnense Mark
Postcode/Plaats	:	4182 SB Neerijnen
Telefoon	:	0345 - 56 97 98
Projectleider	:	
Mobiel	:	06 -
Emailadres	:	@beekbedrijven.nl
Ontwerp / engineering	:	
Mobiel	:	06 1
Emailadres	:	@beekbedrijven.nl

2.2 Projectinformatie

Projectnummer opdrachtgever :	NuGelre - Laren
Projectnummer opdrachtnemer:	2500103.034
Locatie werkzaamheden:	N339 Deventerweg Hmp. 9.8 te Laren

3 TECHNISCHE SPECIFICATIES

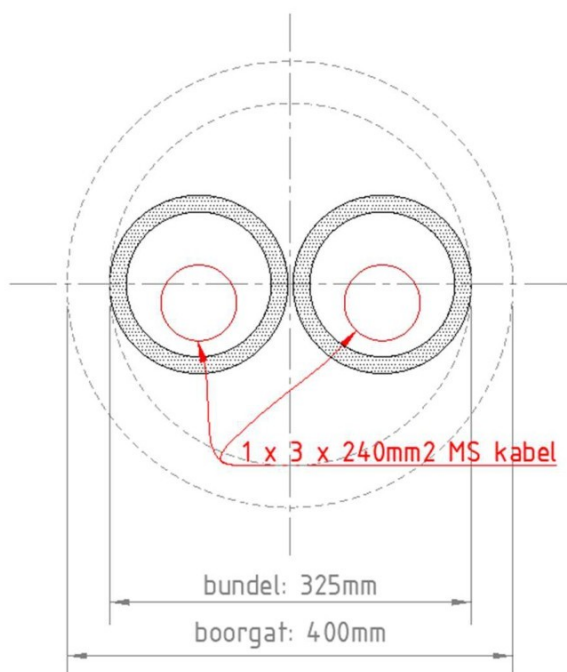
3.1 Ontwerpgegevens van de HPE-buizen:

3.1.1 Mantelbuis 160

Diameter: 160 mm
Wanddikte: 14,5 mm
Materiaal: HPE
Klasse: SDR 11 PE 100
Inhoud: MS-kabel

DOORSNEDE BORING

2x PE ϕ 160mm, SDR 11



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.

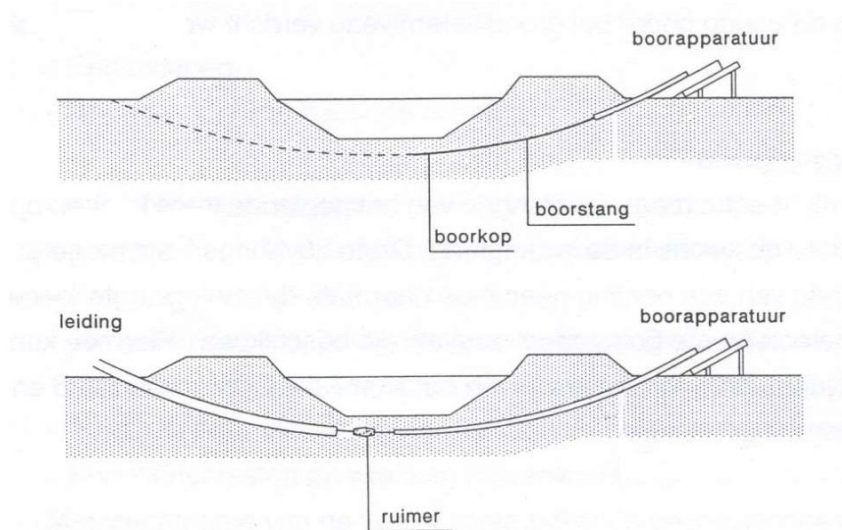
De boorvloeistof wordt via een hogedrukslang aangevoerd vanaf de mengunit naar de boorunit.

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 ONTWERPFASE

5.1 Toelichting ontwerp

5.1.1 Ontwerplocatie gestuurde boring

Voor het verzwaren van het middenspanningsnet worden nieuwe kabels aangelegd. Onder de N339 Hmp. 9.8 Deventerweg dient er een kruising te worden gemaakt d.m.v. een gestuurde boring. Op basis van de reeds aanwezige kabels en leidingen en bestaande gestuurde boringen is de locatie van de gestuurde boring bepaald.

5.1.2 Risicoanalyse-uitvoering

Voor uitvoering van de boring is een risicoanalyse opgesteld. Deze is als bijlage aan dit document toegevoegd.
De haalbaarheid is tevens getoetst aan de hand van een KLIC-melding.

5.1.3 Plaatsbepalingssysteem

Gezien de ontwerpdiepte van de boring de boring kan voor een nauwkeurige plaatsbepaling gebruik worden gemaakt van een zgn. walk-over meetsysteem.
Dit systeem werkt via radio-verbinding met een sensor in de boorkop. Via deze verbinding wordt data uitgewisseld met de surveyor en boormeester.
De specificaties en toleranties van dit meetsysteem zijn als bijlage aan dit document toegevoegd.

5.1.4 Uitvoeringsafwijkingen

De ontwerplijn van de boring zal voor uitvoering van de boring exact worden uitgezet d.m.v. een GPS-plaatsbepalingssysteem.
De boormeester kan permanent de afwijkingen t.o.v. dit traject op een monitor zien de indien noodzakelijk correcties uitvoeren. Tevens kan op de monitor 'real-time' de boorspoeldruk in de boortunnel afgelezen worden.
Het is mogelijk dat de pilotboring onder bepaalde omstandigheden afwijkt van het geplande tracé. De boormeester en surveyor monitoren continue het boorproces en evt. afwijkingen worden geregistreerd. Wanneer de boring de maximale uitvoeringsafwijking dreigt te overschrijden zal contact opgenomen worden met het bevoegd gezag.

6 GRONDONDERZOEK

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

7 STERKTEBEREKENING/BOORSPOELDRUKBEREKENINGEN

Op basis van het grondonderzoek zijn berekeningen gemaakt.

Er zijn berekeningen uitgevoerd op meerdere punten in het boorprofiel.

De resultaten van de berekeningen zijn als bijlage aan dit document toegevoegd.

7.1 Trekkraftberekening

In onderstaande tabel is de som van de te verwachten trekkraften weergegeven:

Buistype	Trekkraft (ton)	Aantal buizen	Trekkraft totaal
160mm SDR11 PE100	1.56	2	3.12
		Maximale waarde:	3.12ton

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

Deze boring zal worden uitgevoerd met een boormachine met een trekkraft > **10 ton**

8 BESCHRIJVING WERKZAAMHEDEN M.B.T. DE UITVOERING

8.1 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 vergunningverleners.

8.2 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 boring zal 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.

8.3 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 buizen wordt klaargelegd.

8.4 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.

Deze meetgegevens zullen na voltooiing van de boring op de revisietekening worden verwerkt en worden digitaal aan de opdrachtgever verstrekt.

8.5 Intrekfase

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

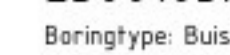
9 PLANNING VAN DE WERKZAAMHEDEN

9.1 Globale tijdsplanning voor de realisatie per boring:

- | | |
|--|---------|
| • Voorbereidende werkzaamheden
(graafwerkzaamheden, opstellen boormachine e.d.) | 0.5 dag |
| • Realiseren van de pilotboring | 0.5 dag |
| • Ruimfase | 0.5 dag |
| • Intrekfase | 0.5 dag |

10 BIJLAGEN

10.1 WERKTEKENING



Boringtype: Buis

Totale boorlengte: 109.68m

	-0.00m	L=32.00%	Rv=80.00	L=0.00%	Rv=80.00	L=32.00%
Verticale hoek/radius						
Horizontale radius						
Gecombineerde radius						
Horizontale afstand t.o.v. Intredepunt	-37.31					
Werkelijk geboorde lengte	39.16	392.07	390.06			
Hoogte maaiveld t.o.v. N.A.P.	10.16	10.61	10.59	10.64	10.59	10.64
Hartlijn boring t.o.v. N.A.P.	10.16	8.02	5.08	2.44	1.96	1.96
Hartlijn boring t.o.v. maaiveld	-0.01	2.39	5.29	9.01	9.01	9.01



Legenda	
---------	--

	Buisleiding gevaarlijke inhoud	Bestaand
	Datatransport	Bestaand
	Laagspanning	Bestaand
	Middenspanning	Bestaand
	Gas hoge druk	Bestaand
	Gas lage druk	Bestaand
	Gestuurde Boring	Nieuw
	Water	Bestaand
	Drukriolering	Bestaand
	Riolering vrijverval	Bestaand
	Booronderzoek	Bestaand

OPMERKINGEN :

Maten in meters, tenzij anders aangegeven

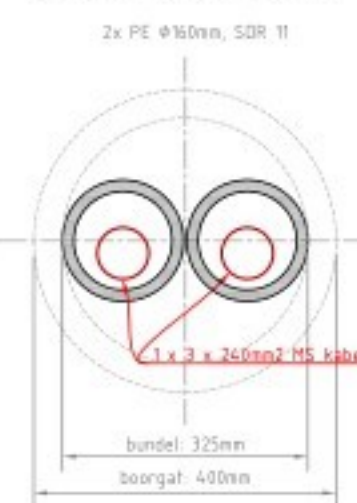
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders aangegeven

Coördinaten in RD

Bestaande K&L ingetekend op basis van KLIC-melding

Werkelijke ligging tijdens uitvoering controleren d.m.v. proefstevunen

Tangentpunten lijst			
Naam	X	Y	Hoogte
Intrede	219224.60	468769.62	9.96
TH1	219211.96	468778.14	5.08
TH1	219197.57	468787.84	1.59
TV2	219191.58	468791.50	1.28
TV3	219166.40	468800.33	1.28
TH2	219165.34	468800.51	1.28
TV4	219142.32	468804.14	5.08
Uittrede	219126.02	468806.71	10.36



A	=	=	=	
Gegekind door	Gegekind door	Goedgekeurd 10-11-2025	Blad 1 Aantal 1	Status Definitief Ontwerp
Projectnr. Opdrachtgever: NuGeRe - Laren	Projectnr. 2500103.034	Schaal DIV	Format A1	Datum uitgifte 10-11-2025

Opdrachtgever
Aannemingsbedrijf Van den Heuvel B.V.
Projectomschrijving
Gestuurde Boring 2x Ø160 HPE SDR11 PE100
fbv aanleg MS-kabels Liander

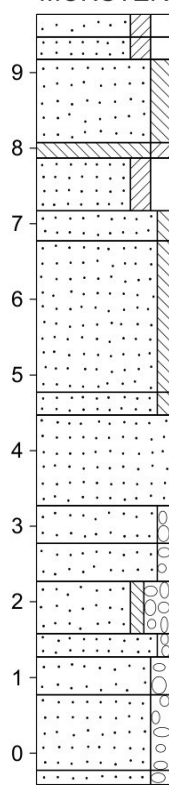
Locatie
N339 Hmp. 9.8 Deventerweg te Laren

10.2 GRONDONDERZOEK

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

MV
(9,77)

MONSTER



Geboord tot
NAP -0,42 m

DIEPTE NAP [m]

LAAG

VAN

TOT

BESCHRIJVING

1	1	9,77	9,47	ZAND, kleiig, 1S=???, 2=???; donker-, bruin 'ZZF'
2				
3	2	9,47	9,17	ZAND, kleiig, 1S=???, 2=???; geel-, bruin 'ZZF'
4	3	9,17	8,07	ZAND, matig siltig; bruin 'ZMF'
5				
6	4	8,07	7,87	LK=???; grijs 'LMSL'
7	5	7,87	7,17	ZAND, kleiig, 1S=???, 2=???; grijs 'ZMF'
8	6	7,17	6,77	ZAND, zwak siltig; grijs 'ZMF'
9	7	6,77	4,77	ZAND, zwak siltig; grijs 'ZMF'
10	8	4,77	4,47	ZAND, zwak siltig; grijs 'ZMF'
11	9	4,47	3,27	ZAND; bruin-, grijs 'ZMF'
12	10	3,27	2,77	ZG1=???; bruin 'ZMF'
13	11	2,77	2,27	ZG1=???; bruin 'ZMF'
14	12	2,27	1,58	ZAND, zwak siltig, sterk grindig; bruin 'ZMG'
15	13	1,58	1,27	ZG1=???; bruin 'ZZG'
16	14	1,27	0,77	ZG2=???; bruin 'ZUG'
	15	0,77	-0,23	ZG2=???; bruin 'ZUG'
	16	-0,23	-0,42	ZG2=???; bruin 'ZUG'

Einde Boring B33F1033

X = 219191 m Y = 468812 m (RD)

Telefoon
Telefax

datum

2008-11-19

get.

-

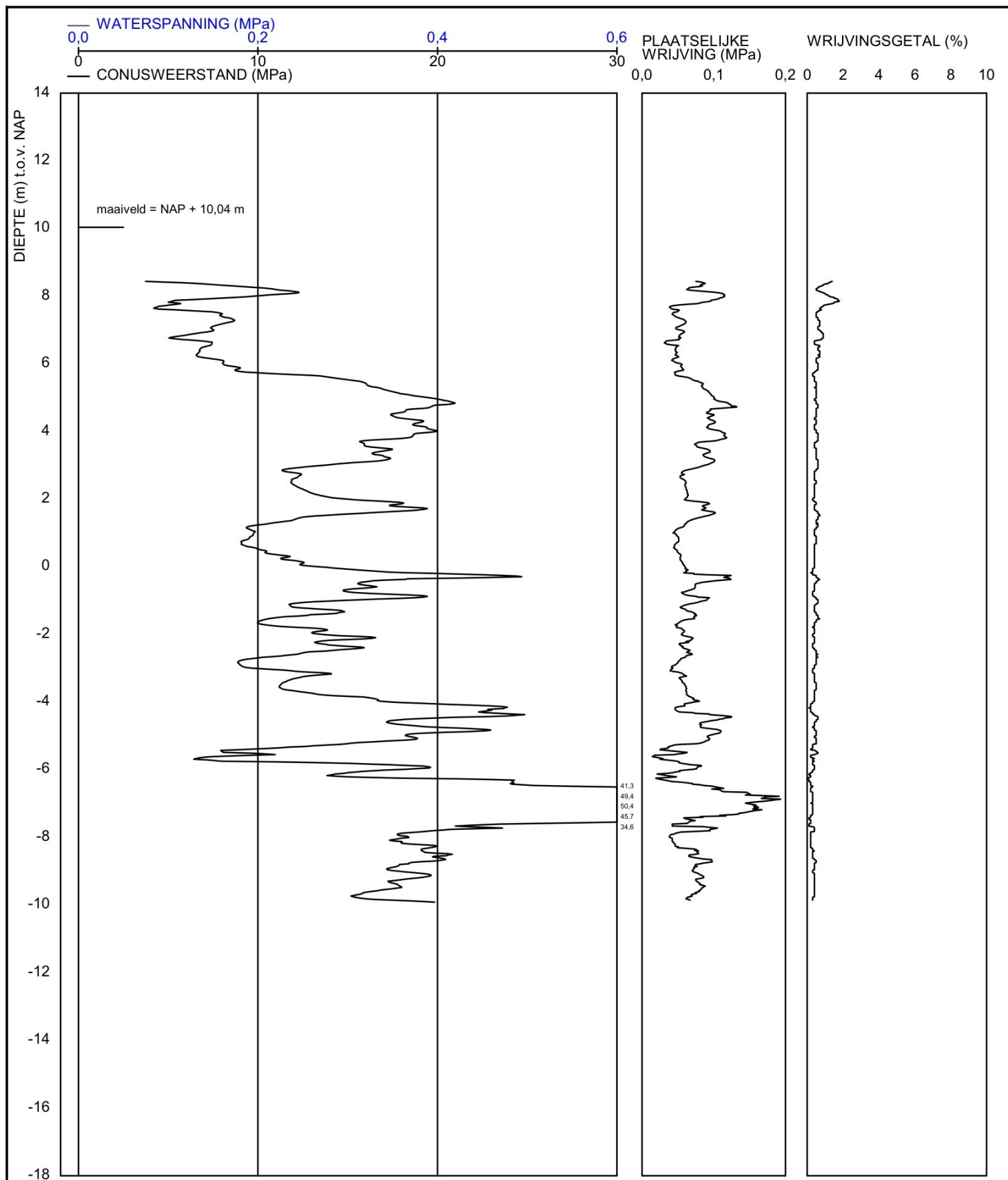
gez.

DINO-BOR

form.

BIJL.

A4



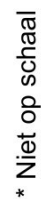
X = 219194 Y = 468772 Sondering CPT41337	Telefoon Telefax		datum 2008-10-27	get. -
			BRO-/	gez.
			BIJL. -	form. A4

10.3 STERKTE/MUDDRUKBEREKENINGEN

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020				Sigma 2025 1.3 ©			
Algemene gegevens							
Naam van het project : 2500103.034 Gestuurde boring 2x 160mm HPE SDR11 PE100							
Projectonderdeel : N339 Hmp. 9.8 Deventerweg te Laren							
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 Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-				
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m³				
Toelaatbare deflectie	δ	= 8,00	%				
Leidinggegevens							
Uitwendige middellijn	D _e	= 160,00	mm				
Wanddikte	d _n	= 14,6	mm				
Procesgegevens							
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos					
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken							
Totale lengte	L	= 109,68	m				
Totale horizontale lengte	L _{hor}	= 107,31	m				
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 100,00	m				
Intredehoek (bij boorstelling)	α_1	= 17,74 / 32	° / %				
Uittredehoek (bij rollenbaan)	α_2	= 17,74 / 31,99	° / %				
Belastinghoek	α	= 30	°				
Ondersteuningshoek	β	= 30	°				
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°				
MV intrede t.o.v. NAP	MV _{in}	= 9,96	m				
MV uittrede t.o.v. NAP	MV _{uit}	= 10,36	m				
Beschrijving	Lengte langs buis [m]	Horizontale lengte [m]	Cummulatieve lengte langs buis [m]	Cummulatieve horizontale lengte [m]	Verticale straal [m]	Horizontale straal [m]	Gecombineerde straal [m]
Intrede-TV1	16,00	15,24	16,00	15,24	-	-	-
TV1-TH1	17,75	17,36	33,75	32,60	80,00	-	-
TH1-TV2	7,03	7,02	40,78	39,62	80,00	80,00	56,57
TV2-TV3	26,81	26,81	67,59	66,43	-	80,00	-
TV3-TH2	1,07	1,07	68,66	67,50	80,00	80,00	56,57
TH2-TV4	23,70	23,31	92,36	90,81	80,00	-	-
TV4-Uittrede	17,32	16,50	109,68	107,31	-	-	-
				11-11-2025 16:34:40			

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020				Sigma 2025 1.3 ©			
Uitvoeringsaspecten							
Diameter boorstang		D_b	= 60	mm			
<i>Tijdens pilot</i>							
Diameter boorkop/boorgat		D_p	= 110	mm			
Soortelijk gewicht boorvloeistof		$\rho_{m,p}$	= 11,5	kN/m ³			
Zwichtspanning boorvloeistof		$\tau_{y,p}$	= 19,631	Pa			
Plastische viscositeit boorvloeistof		η_p	= 0,013	Pa·s			
Debiet boorvloeistof		$Q_{m,p}$	= 100	l/min			
<i>Tijdens ruimgang</i>							
Boorstangen koppelen tijden ruimen							
Diameter ruimer/boorgat		$D_{g,r}$	= 250	mm			
Soortelijk gewicht boorvloeistof		$\rho_{m,r}$	= 11,5	kN/m ³			
Zwichtspanning boorvloeistof		$\tau_{y,r}$	= 19,631	Pa			
Plastische viscositeit boorvloeistof		η_r	= 0,013	Pa·s			
Debiet boorvloeistof		$Q_{m,r}$	= 200	l/min			
<i>Tijdens intrekken</i>							
Gecombineerd ruimen/intrekken							
Diameter ruimer/boorgat		$D_{g,i}$	= 400	mm			
Equivalente diameter bundel		D_{eq}	= 325	mm			
Soortelijk gewicht boorvloeistof		$\rho_{m,i}$	= 11,5	kN/m ³			
Zwichtspanning boorvloeistof		$\tau_{y,i}$	= 19,631	Pa			
Plastische viscositeit boorvloeistof		η_i	= 0,013	Pa·s			
Debiet boorvloeistof		$Q_{m,i}$	= 300	l/min			
Aantal buizen in de bundel		n	= 2				
De bundelbuizen worden niet gekoppeld							
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan							
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang							
Onzekerheids- en wrijvingsfactoren							
Totaalfactor bij boring met bundels		f	= 1,8				
Belastingfactor, bovengronds		$f_{k,b}$	= 1,1				
Belastingfactor, ondergronds		$f_{k,o}$	= 1,4				
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds		$f_{r,o}$	= 0,9				
Wrijvingscoëff. met rollenbaan		f_1	= 0,1				
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof		f_2	= 0,00005	N/mm ²			
Wrijving tussen leiding/boorgangwand		f_3	= 0,2				
Partiële factor grondbelasting		γ	= 1,1				
Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting							
Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvingshoek grond [°]
TV1	16,00	5,22	0,94	Zand	16,00	19,95	35,00
TH1	33,75	9,06	1,28	Zand	16,00	20,42	35,00
TV2	40,78	9,37	1,28	Zand	16,00	20,44	35,00
TV3	67,59	9,14	1,05	Zand	16,00	20,44	35,00
TH2	68,66	9,13	1,06	Zand	16,00	20,44	35,00
TV4	92,36	5,29	1,02	Zand	16,00	19,95	35,00
					11-11-2025 16:34:40		

Locatie	Hor. steundruk	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting	Sondering
TV1	✓	0,00	75,00	Grafiek I	CPT41337
TH1	✓	0,00	75,00	Grafiek I	CPT41337
TV2	✓	0,00	75,00	Grafiek I	CPT41337
TV3	✓	0,00	75,00	Grafiek I	CPT41337
TH2	✓	0,00	75,00	Grafiek I	CPT41337
TV4	✓	0,00	75,00	Grafiek I	CPT41337



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] (f = 1,8)	T_1 [N] (f = 1)
Starten met trekken	109,68	1.257	699
Na intrekken van TV4-Uittrede	92,36	1.059	588
Na intrekken van TH2-TV4	68,66	787	437
Na intrekken van TV3-TH2	67,59	775	430
Na intrekken van TV2-TV3	40,78	467	260
Na intrekken van TH1-TV2	33,75	387	215
Na intrekken van TV1-TH1	16,00	183	102

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N] (f = 1,8)	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	1.257	0,19
Na intrekken van TV4-Uittrede	1.059	0,16
Na intrekken van TH2-TV4	787	0,12
Na intrekken van TV3-TH2	775	0,12
Na intrekken van TV2-TV3	467	0,07
Na intrekken van TH1-TV2	387	0,06
Na intrekken van TV1-TH1	183	0,03

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

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

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

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

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

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

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	0,19	0,75
Na intrekken van TV4-Uittrede	0,16	0,72
Na intrekken van TH2-TV4	0,12	0,68
Na intrekken van TV3-TH2	0,12	0,67
Na intrekken van TV2-TV3	0,07	0,63
Na intrekken van TH1-TV2	0,06	0,62
Na intrekken van TV1-TH1	0,03	0,59

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

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

$$\sigma_a \leq \sigma_{kd} \rightarrow 0,75 \leq 10,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

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

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

Aantal buizen in de bundel $n = 2$

De bundelbuizen worden niet gekoppeld $\rightarrow f_b = 1/n^{0,3} = 0,812$

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

81,2% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet.

Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 408,28 \text{ mm}^1$

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

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

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

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L_2 / L_b [m]	T_2 [N] ($f = 1,8$)	T_{3a} [N] ($f = 1,8$)	T_2 [N] ($f = 1$)	T_{3a} [N] ($f = 1$)
Na intrekken van TV4-Uittrede	109,68	1.681	-	934	-
Na intrekken van TH2-TV4	92,36	-	3.981	-	2.212
Na intrekken van TV3-TH2	68,66	-	4.086	-	2.270
Na intrekken van TV2-TV3	67,59	-	6.688	-	3.715
Na intrekken van TH1-TV2	40,78	-	7.370	-	4.094
Na intrekken van TV1-TH1	33,75	-	9.092	-	5.051
Na intrekken van Intrede-TV1	16,00	10.645	-	5.914	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L_2 \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_2 \cdot (408,28 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_b \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_b \cdot (408,28 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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

Leidingdeel (Doorsnede)	E_{100} [N/mm ²]	q_n [kN/m ²]	$E_{100,norm}$ [N/mm ²]	ν [-]	I [mm]	m [-]	λ [mm ⁻¹]	k_v [N/mm ³]
TH2-TV4 ..	75,00	119,43	81,96	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145
TH2-TV4 ..	75,00	68,99	62,30	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145
TV3-TH2 ..	75,00	119,48	81,98	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145
TV3-TH2 ..	75,00	119,43	81,96	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145
TV2-TV3 ..	75,00	123,51	83,35	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145
TV2-TV3 ..	75,00	119,48	81,98	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145
TH1-TV2 ..	75,00	119,47	81,98	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145
TH1-TV2 ..	75,00	123,51	83,35	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145
TV1-TH1 ..	75,00	67,69	61,70	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145
TV1-TH1 ..	75,00	119,47	81,98	0,2989	472,0	0,69	0,00666	0,85145

$$E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0.5} \quad (\text{Zand/Leem/Grind}) \quad \text{of} \quad E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0.8} \quad (\text{Veen/Klei})$$

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

$$I = \frac{\pi}{\lambda} \quad A = I \cdot b \quad b = \beta \cdot r_e = 30^\circ \cdot 80 = 41,89 \text{ mm}$$

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

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

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

Leidingdeel (Doorsnede)	R_v [m]	R_h [m]	R_c [m]	q_r [N/mm ²]	Q_r [N/mm ¹]	T_{3b} [N] (f = 1,8)	T_{3b} [N] (f = 1)
TH2-TV4 (TH2)	80,00	-	-	0,022	3,44	1.170	650
TH2-TV4 (TV4)	80,00	-	-	0,022	3,44	1.170	650
TV3-TH2 (TV3)	80,00	80,00	56,57	0,030	4,87	1.655	919
TV3-TH2 (TH2)	80,00	80,00	56,57	0,030	4,87	1.655	919
TV2-TV3 (TV2)	-	80,00	-	0,022	3,44	1.170	650
TV2-TV3 (TV3)	-	80,00	-	0,022	3,44	1.170	650
TH1-TV2 (TH1)	80,00	80,00	56,57	0,030	4,87	1.655	919
TH1-TV2 (TV2)	80,00	80,00	56,57	0,030	4,87	1.655	919
TV1-TH1 (TV1)	80,00	-	-	0,022	3,44	1.170	650
TV1-TH1 (TH1)	80,00	-	-	0,022	3,44	1.170	650

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

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

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

5.4 Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N] (f = 1)	T_2 / T_{3a} [N] (f = 1)	$T_{3b, \text{max}}$ [N] (f = 1)	ΣT_{3b} [N] (f = 1)	T_{bocht} [N]
TH2-TV4	437	2.212	650	650	3.299
TV3-TH2	430	2.270	919	1.569	4.270
TV2-TV3	260	3.715	650	2.219	6.194
TH1-TV2	215	4.094	919	3.139	7.448
TV1-TH1	102	5.051	650	3.789	8.942

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

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

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N] ($f = 1,8$)	T_{3c} [N] ($f = 1$)
TH2-TV4	8,49	3.299	351	195
TV3-TH2	0,38	4.270	21	11
TV2-TV3	9,60	6.194	744	413
TH1-TV2	2,52	7.448	236	131
TV1-TH1	6,36	8.942	713	396

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

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

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

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

5.6 Totalisatie van de trekkraften in fase II

Wanneer een totaalfactor van $f=1,8$ wordt toegepast gelden de volgende waarden voor de trekkraften.

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van TV4-Uittrede	1.059	1.681	-	-	-	2.740	0,27
Na intrekken van TH2-TV4	787	-	3.981	1.170	351	6.289	0,63
Na intrekken van TV3-TH2	775	-	4.086	2.825	371	8.056	0,81
Na intrekken van TV2-TV3	467	-	6.688	3.995	1.115	12.265	1,23
Na intrekken van TH1-TV2	387	-	7.370	5.649	1.351	14.757	1,48
Na intrekken van TV1-TH1	183	-	9.092	6.819	2.063	18.158	1,82
Na intrekken van Intrede-TV1	0	10.645	-	6.819	2.063	19.528	1,95

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

5.7 Karakteristieke waarden van de benodigde trekkrachten in fase II

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

Trekkracht T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van TV4-Uittrede	588	934	-	-	-	1.522	0,15
Na intrekken van TH2-TV4	437	-	2.212	650	195	3.494	0,35
Na intrekken van TV3-TH2	430	-	2.270	1.569	206	4.476	0,45
Na intrekken van TV2-TV3	260	-	3.715	2.219	619	6.814	0,68
Na intrekken van TH1-TV2	215	-	4.094	3.139	750	8.198	0,82
Na intrekken van TV1-TH1	102	-	5.051	3.789	1.146	10.088	1,01
Na intrekken van Intrede-TV1	0	5.914	-	3.789	1.146	10.849	1,08

De maximale karakteristieke waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt **10.849 N ($\approx 1,08$ ton)**.

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
Na intrekken van TV4-Uittrede	2.740	0,41
Na intrekken van TH2-TV4	6.289	0,94
Na intrekken van TV3-TH2	8.056	1,21
Na intrekken van TV2-TV3	12.265	1,84
Na intrekken van TH1-TV2	14.757	2,21
Na intrekken van TV1-TH1	18.158	2,72
Na intrekken van Intrede-TV1	19.528	2,93

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

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

Trekkkracht T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	R [m]	M_b [Nmm]	σ_b [N/mm ²]
TH2-TV4	80,00	337.491,66	1,52
TV3-TH2	56,57	477.285,29	2,14
TV2-TV3	80,00	337.491,66	1,52
TH1-TV2	56,57	477.285,29	2,14
TV1-TH1	80,00	337.491,66	1,52

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

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

5.10 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van TV4-Uittrede	2.740	0,41	-	0,41
Na intrekken van TH2-TV4	6.289	0,94	1,52	1,93
Na intrekken van TV3-TH2	8.056	1,21	2,14	2,60
Na intrekken van TV2-TV3	12.265	1,84	1,52	2,82
Na intrekken van TH1-TV2	14.757	2,21	2,14	3,61
Na intrekken van TV1-TH1	18.158	2,72	1,52	3,71
Na intrekken van Intrede-TV1	19.528	2,93	-	2,93

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

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

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

$$\sigma_a \leq \sigma_{kd} \rightarrow 3,71 \leq 10,00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

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

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

Leiding is drukloos:

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

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

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_n [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
TV1	5,22	0,94	Zand	16,60	51,09	67,69	10,83
TH1	9,06	1,28	Zand	22,58	96,89	119,47	19,11
TV2	9,37	1,28	Zand	22,60	100,91	123,51	19,76
TV3	9,14	1,05	Zand	18,56	100,91	119,48	19,12
TH2	9,13	1,06	Zand	18,61	100,82	119,43	19,11
TV4	5,29	1,02	Zand	17,90	51,09	68,99	11,04

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

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

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

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeersbelasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
TV1	5,22	Grafiek I	9,73	1,56
TH1	9,06	Grafiek I	4,89	0,78
TV2	9,37	Grafiek I	4,66	0,75
TV3	9,14	Grafiek I	4,83	0,77
TH2	9,13	Grafiek I	4,84	0,77
TV4	5,29	Grafiek I	9,58	1,53

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

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

Locatie	Hor. steundruk	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
TV1	✓	10,83	1,56	12,39	183,88 ⁽¹⁾	5,18
TH1	✓	19,11	0,78	19,90	295,38 ⁽¹⁾	8,31
TV2	✓	19,76	0,75	20,51	304,43 ⁽¹⁾	8,57
TV3	✓	19,12	0,77	19,89	295,25 ⁽¹⁾	8,31
TH2	✓	19,11	0,77	19,88	295,15 ⁽¹⁾	8,31
TV4	✓	11,04	1,53	12,57	186,63 ⁽¹⁾	5,25

$$\text{Indien horizontale steundruk: } M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g \quad (1)$$

$$M_q = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70$$

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

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

Locatie	R [m]	q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
TV1	80,00	0,022	1,39
TH1	56,57	0,030	1,96
TV2	56,57	0,030	1,96
TV3	56,57	0,030	1,96
TH2	56,57	0,030	1,96
TV4	80,00	0,022	1,39

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot q_r \cdot 160 \cdot \frac{80,00}{35,53}$$

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

Leiding is drukloos

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

10. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

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

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

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

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

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

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

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

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld H [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld GWS [m]	Grondwater boven de leiding H _n [m]
TV1	5,22	0,94	4,28
TH1	9,06	1,28	7,77
TV2	9,37	1,28	8,08
TV3	9,14	1,05	8,08
TH2	9,13	1,06	8,08
TV4	5,29	1,02	4,28

 $H_n < p_{o,lang} \rightarrow 8,08 < 28,12 \rightarrow \text{Voldoet}$

12. Berekening van het totaal aan optredende spanningen

12.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
TV1	5,18	1,39	0,65	4,27
TH1	8,31	1,96	0,65	6,68
TV2	8,57	1,96	0,65	6,85
TV3	8,31	1,96	0,65	6,68
TH2	8,31	1,96	0,65	6,68
TV4	5,25	1,39	0,65	4,32

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

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

Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$
 $\sigma_{y2} \leq \sigma_{ld} \rightarrow 6,85 \leq 8,00 \rightarrow \text{Voldoet}$

12.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
TV1	0,00	0,00	1,52	0,65	0,99
TH1	0,00	0,00	2,14	0,65	1,39
TV2	0,00	0,00	2,14	0,65	1,39
TV3	0,00	0,00	2,14	0,65	1,39
TH2	0,00	0,00	2,14	0,65	1,39
TV4	0,00	0,00	1,52	0,65	0,99

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

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

Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$
 $\sigma_x \leq \sigma_{ld} \rightarrow 1,39 \leq 8,00 \rightarrow \text{Voldoet}$

13. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ¹]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
TV1	10,83	1,56	3,44	2,39	1,64
TH1	19,11	0,78	4,87	4,01	2,76
TV2	19,76	0,75	4,87	4,14	2,85
TV3	19,12	0,77	4,87	4,01	2,76
TH2	19,11	0,77	4,87	4,01	2,76
TV4	11,04	1,53	3,44	2,43	1,67

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

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

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

$\delta_Y \leq \delta_{Y,max} \rightarrow 4,14 \leq 11,63 \rightarrow$ Voldoet

14. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	$E_{100,norm}$ [MN/m ²]
TV1	5,22	48,52	20,69	34,60	54,45	61,70
TH1	9,06	85,24	36,35	60,79	95,66	81,98
TV2	9,37	88,05	37,54	62,80	98,81	83,35
TV3	9,14	84,71	36,12	60,42	95,07	81,98
TH2	9,13	84,69	36,11	60,40	95,04	81,96
TV4	5,29	49,59	21,15	35,37	55,66	62,30

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

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

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

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

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

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	v [-]	p_{lim} [N/mm ²]	90% p_{lim} [bar] 1
TV1	23,75	0,00084	0,0428	0,2989	0,76	6,87
TH1	31,55	0,0011	0,0777	0,2989	1,22	11,00
TV2	32,08	0,0011	0,0808	0,2989	1,26	11,30
TV3	31,56	0,0011	0,0808	0,2989	1,22	10,98
TH2	31,55	0,0011	0,0808	0,2989	1,22	10,98
TV4	23,98	0,00085	0,0428	0,2989	0,78	6,99

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

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

14.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$R_{p,min}$ [m]	Δh_{in} [m]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 2	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 3
TV1	0,60	0,01	4,88	0,34	3,44	0,06	0,63
TH1	0,52	0,01	8,37	0,56	5,55	0,11	1,10
TV2	0,52	0,01	8,68	0,57	5,71	0,12	1,17
TV3	0,52	0,02	8,68	0,56	5,56	0,13	1,28
TH2	0,52	0,02	8,68	0,56	5,56	0,13	1,28
TV4	0,60	0,05	4,88	0,35	3,49	0,09	0,94

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

$$R_o = \frac{D_p}{2} = \frac{110}{2} = 55 \text{ mm}$$

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

$$v_{m,p} = \frac{Q_{m,p}}{A_p} = \frac{100}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{100}{1/4 \cdot \pi \cdot (110^2 - 60^2)} = 0,250 \text{ m/s}$$

$$p_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_p \cdot v_{m,p}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,p}}{(D_p - D_b)} \right) \cdot L + \rho_{m,p} \cdot \Delta h_{in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,013 \cdot 0,250}{(110 - 60)^2} + \frac{19,631}{(110 - 60)} \right) \cdot L + 11,5 \cdot \Delta h_{in}$$

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

14.2 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$R_{p,min}$ [m]	Δh_{uit} [m]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 4	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 5
TV4	1,36	0,03	5,28	0,35	3,49	0,06 ⁽¹⁾	0,62
TH2	1,19	0,02	9,08	0,56	5,56	0,11 ⁽¹⁾	1,09
TV3	1,19	0,02	9,08	0,56	5,56	0,11 ⁽¹⁾	1,09
TV2	1,18	0,03	9,08	0,57	5,71	0,11 ⁽¹⁾	1,12
TH1	1,19	0,03	8,77	0,56	5,55	0,11 ⁽¹⁾	1,09
TV1	1,37	0,03	5,28	0,34	3,44	0,06 ⁽²⁾	0,63

$$R_o = \frac{D_{g,r}}{2} = \frac{250}{2} = 125 \text{ mm}$$

$$v_{m,r,uit} = \frac{Q_{m,r}}{A_r} = \frac{200}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_b^2)} = \frac{200}{1/4 \cdot \pi \cdot (250^2 - 60^2)} = 0,072 \text{ m/s}$$

$$v_{m,r,in} = \frac{Q_{m,r}}{A_p} = \frac{200}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{200}{1/4 \cdot \pi \cdot (110^2 - 60^2)} = 0,499 \text{ m/s}$$

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

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot 0,013 \cdot 0,072}{(250 - 60)^2} + \frac{19,631}{(250 - 60)} \right) \cdot (109,68 - L) + 11,5 \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

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

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,013 \cdot 0,499}{(110 - 60)^2} + \frac{19,631}{(110 - 60)} \right) \cdot L + 11,5 \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

14.3 Tijdens intrekken

Locatie	R _{p,max} [m]	R _{p,min} [m]	Δh _{uit} [m]	ρ _{max} [N/mm ²]	p _{max} [bar] 6	p _{min} [N/mm ²]	p _{min} [bar] 7
TV4	2,17	0,06	5,28	0,35	3,49	0,07 ⁽¹⁾	0,65
TH2	1,91	0,03	9,08	0,56	5,56	0,11 ⁽²⁾	1,07
TV3	1,91	0,03	9,08	0,56	5,56	0,11 ⁽²⁾	1,07
TV2	1,89	0,03	9,08	0,57	5,71	0,10 ⁽²⁾	1,04
TH1	1,90	0,03	8,77	0,56	5,55	0,10 ⁽²⁾	1,00
TV1	2,19	0,03	5,28	0,34	3,44	0,06 ⁽²⁾	0,58

$$D_{eq} = \sqrt{\sum_{i=1}^n D_{0,i}^2} = 325 \text{ mm}$$

$$R_o = \frac{D_{g,i}}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ mm}$$

$$v_{m,i,uit} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{300}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,i}^2 - D_{eq}^2)} = \frac{300}{1/4 \cdot \pi \cdot (400^2 - 325^2)} = 0,117 \text{ m/s}$$

$$v_{m,i,in} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{300}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_b^2)} = \frac{300}{1/4 \cdot \pi \cdot (400^2 - 60^2)} = 0,108 \text{ m/s}$$

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

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot 0,013 \cdot 0,117}{(400 - 325)^2} + \frac{19,631}{(400 - 325)} \right) \cdot (109,68 - L) + 11,5 \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

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

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot 0,013 \cdot 0,108}{(250 - 60)^2} + \frac{19,631}{(250 - 60)} \right) \cdot L + 11,5 \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

15. Toetsing op implosie tijdens intrekken leiding(en)

Locatie	p_{min} [N/mm ²]	$p_{o,kort}$ [N/mm ²]
TV4	0,07	1,57
TH2	0,11	1,57
TV3	0,11	1,57
TV2	0,10	1,57
TH1	0,10	1,57
TV1	0,06	1,57

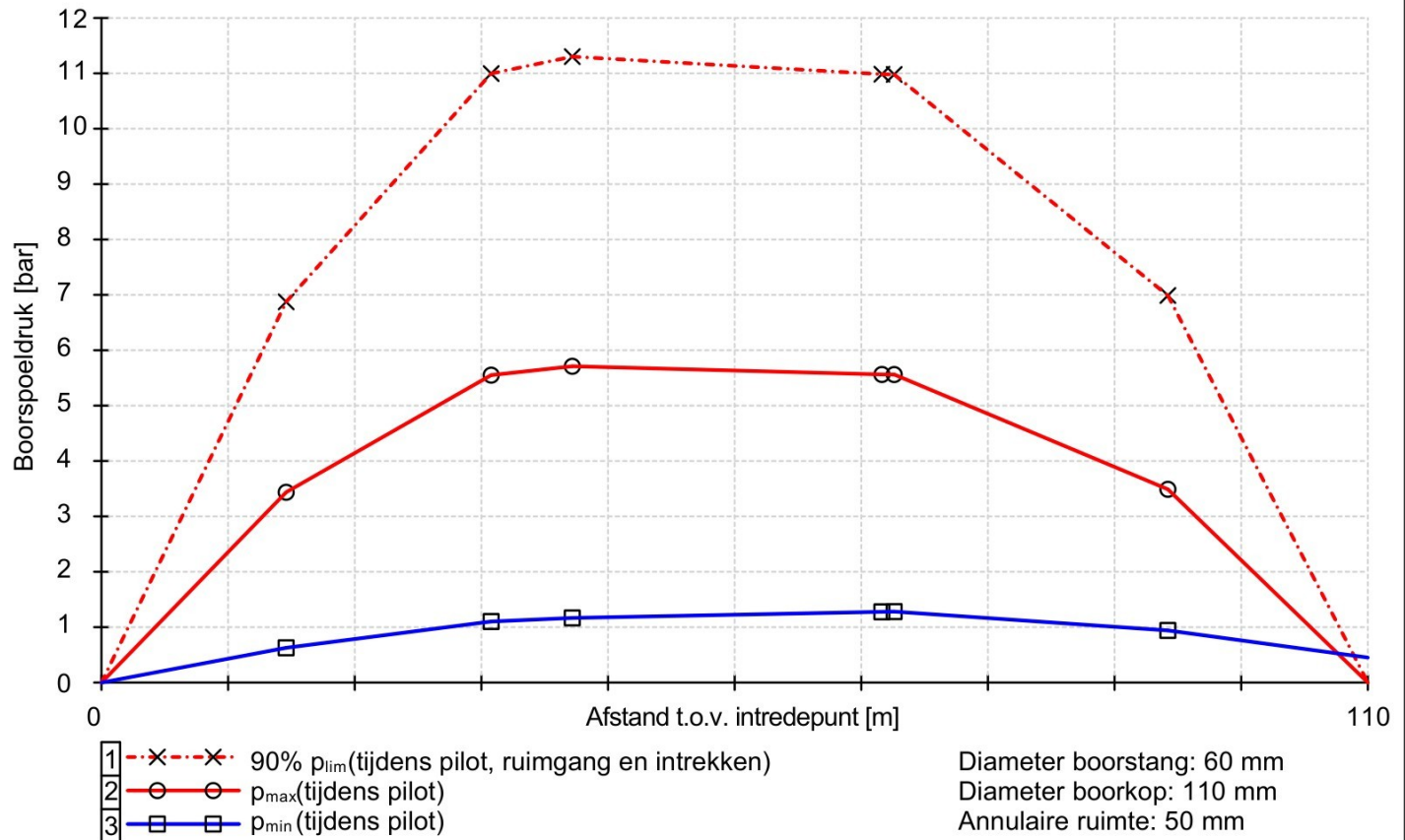
Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

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

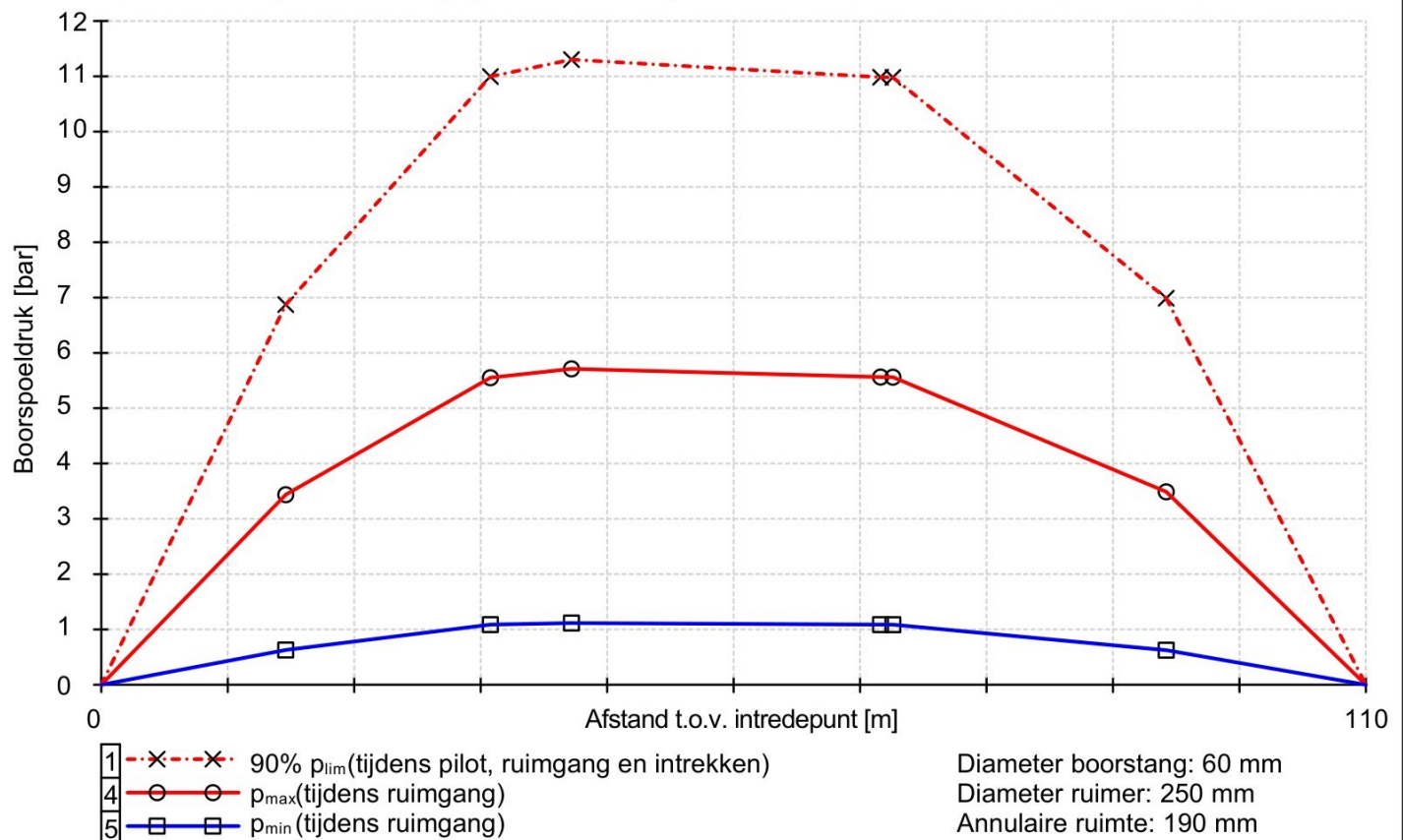
$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 1,57 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{min} \leq p_{o,kort} \rightarrow 0,11 \leq 1,57 \rightarrow \text{Voldoet}$$

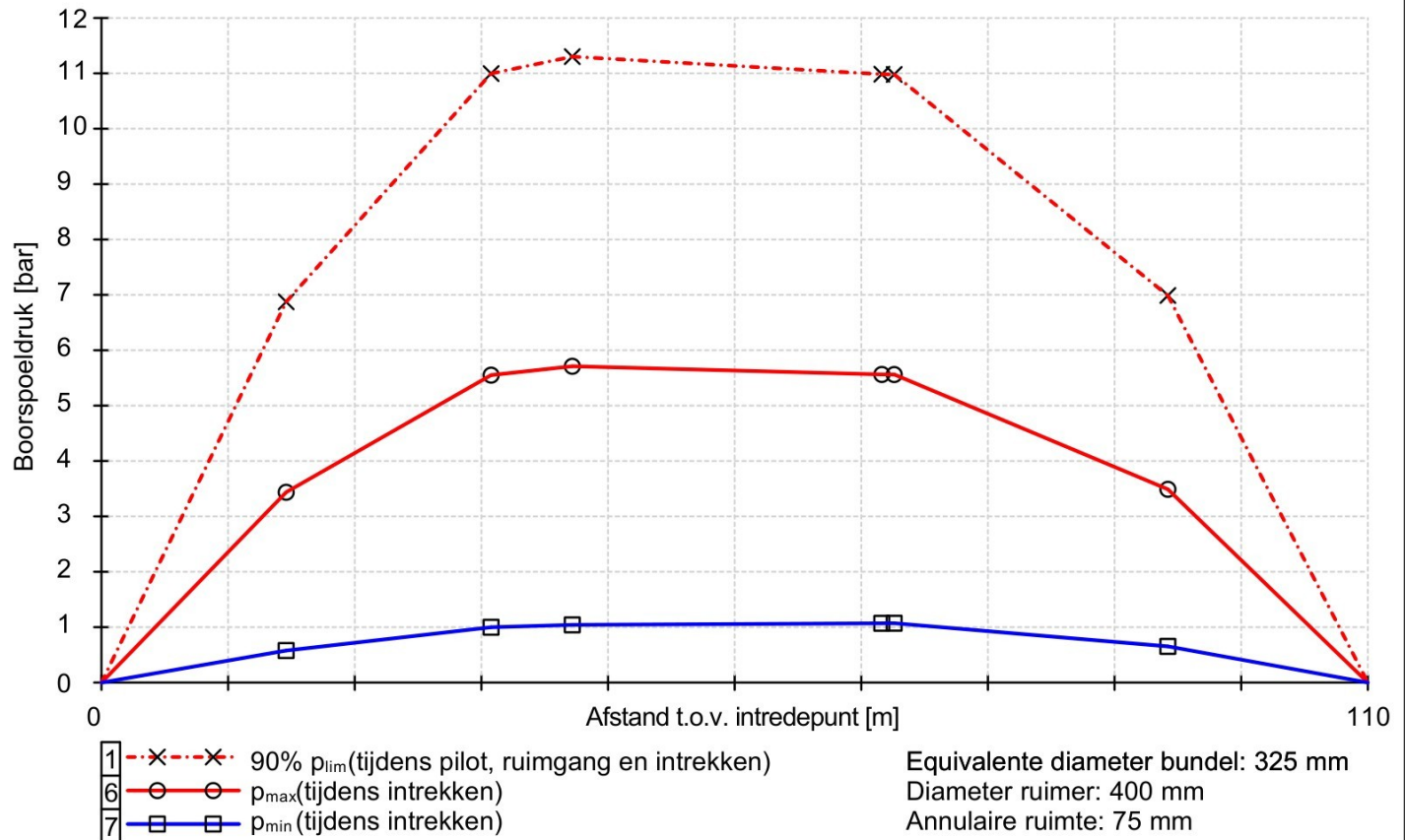
16.1 Boorspoeldrukken tijdens pilot ($\rho_{m,p} = 11,5 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,p} = 19,631 \text{ Pa}$ / $\eta_p = 0,013 \text{ Pas}$ / $Q_{m,p} = 100 \text{ l/min}$)



16.2 Boorspoeldrukken tijdens ruimen ($\rho_{m,r} = 11,5 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,r} = 19,631 \text{ Pa}$ / $\eta_r = 0,013 \text{ Pas}$ / $Q_{m,p} = 200 \text{ l/min}$)



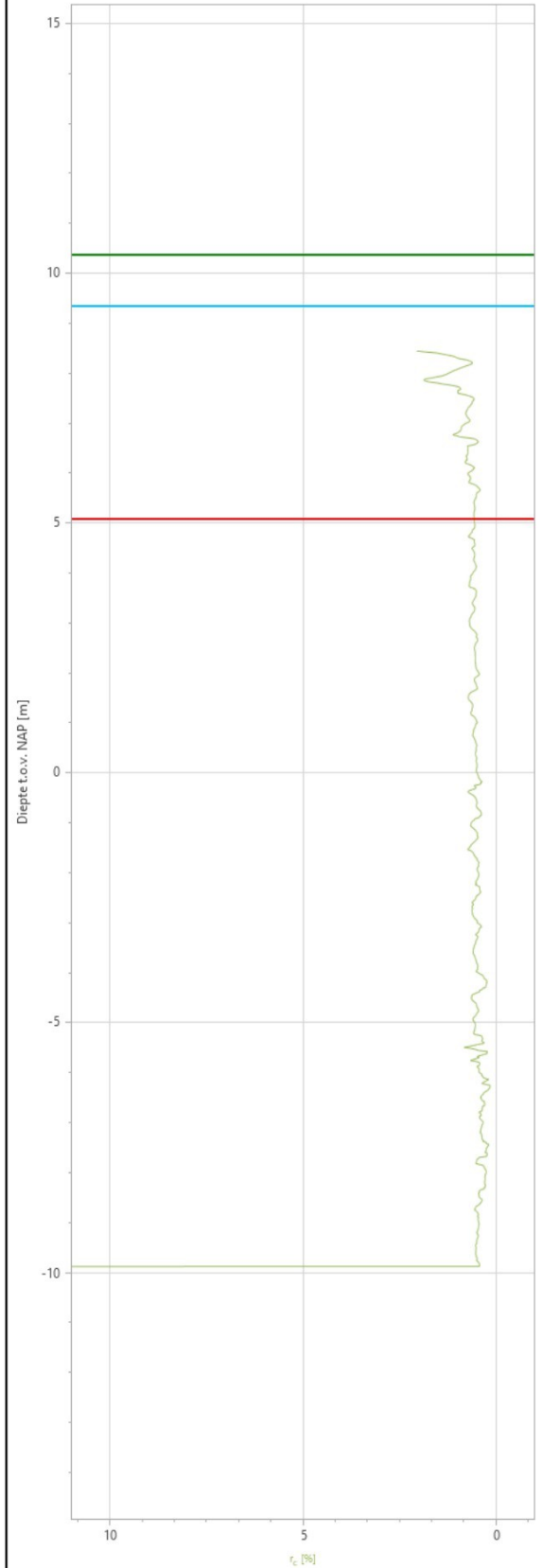
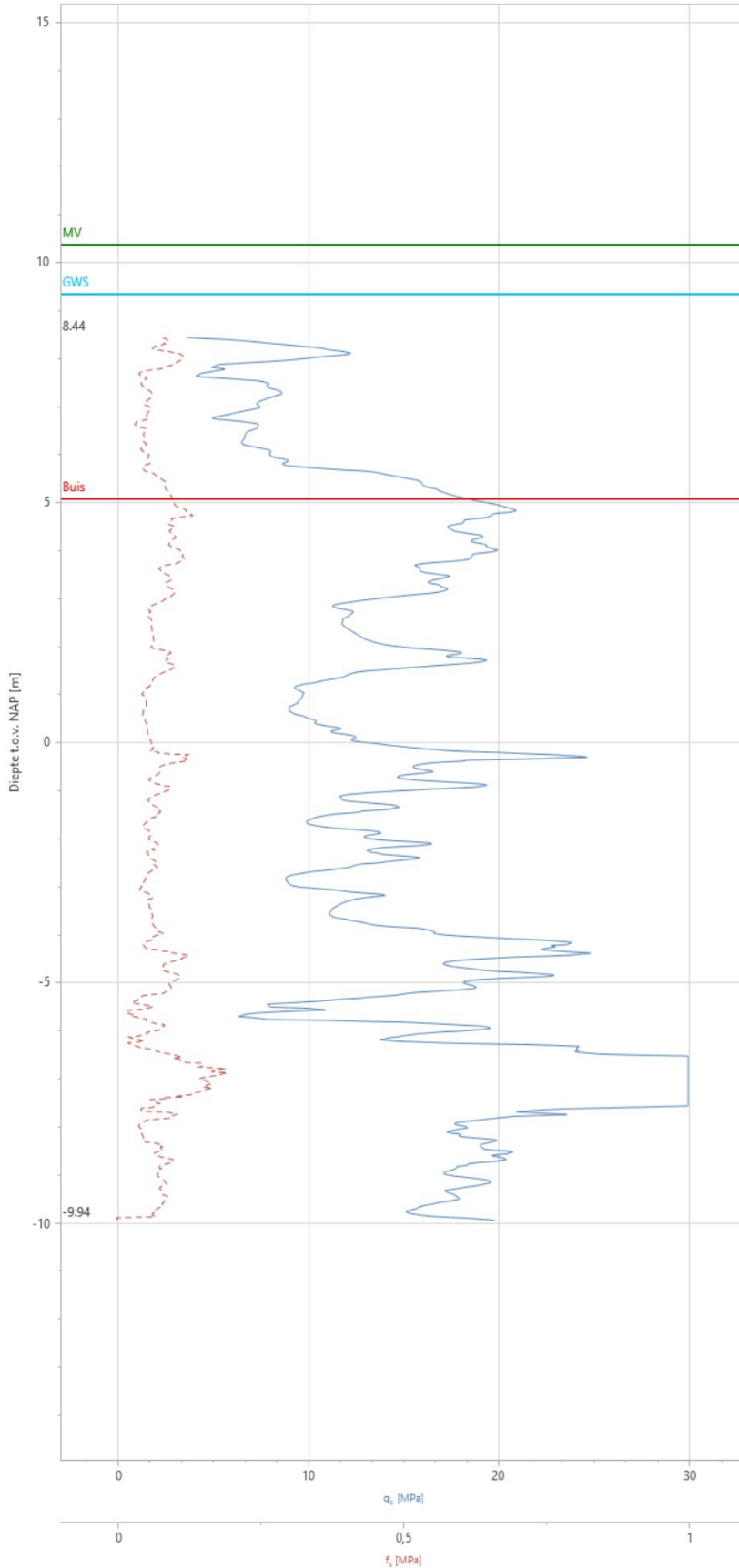
16.3 Boorspoeldrukken tijdens intrekken ($\rho_{m,i} = 11,5 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,i} = 19,631 \text{ Pa}$ / $\eta_i = 0,013 \text{ Pas}$ / $Q_{m,i} = 300 \text{ l/min}$)



CPT000000041337

Naam van het project : 2500103.034 Gestuurde boring 2x 160mm HPE SDR11 PE100

Projectonderdeel : N339 Hmp. 9.8 Deventerweg te Laren



10.4 RISICOANALYSE

Risico analyse en veiligheidsmaatregelen

Gestuurde Boring N339 Deventerweg te Laren

Activiteitsomschrijving	Risico	Risicoorzaak	Maatregelen
Algemene activiteiten			
Werken in de nabijheid van ondergrondse kabels en leidingen	- letsel, elektrocutie, brand, explosie - beschadiging van kabels en leidingen	- niet bekend waar de kabels en leidingen liggen	- Klic-melding en indien een Eis Voorzorg van toepassing is het het nemen van de voorgeschreven maatregelen. - graven van proefsleuven
Werken in de nabijheid van onder druk staande leidingen	- lichamelijk letsel door brand, explosie of loskomende onderdelen	- leidingbreuk door teveel ontgraving, mechanische beschadiging of grondverschuiving	
Werken met handgereedschap, machines, blusmiddelen en/of gebruik PBM	- lichamelijk letsel - elektrocutie - brand - materiële schade	- ondeskundig gebruik - kortsluiting - onjuist gereedschap	- werken volgens AI- 11 afscherming en beveiliging van machines, AI-4 lawaai op de werkplek - lees de gebruiksaanwijzing - gebruik het juiste gereedschap en PBM's, let op hoogbescherming
Hijsen met zwaar materiaal	- lichamelijk letsel door beknelling, beklemming of onverwachte hijs- of valbewegingen	- breuk van hijsband/kabel - omvallen hefwerktuig - kantelen of zwaaibeweging van de te tillen last	- werken volgens AI-17 hijs en hefgereedschap - gebruik PBM's - zorg voor goede communicatie - gebruik juiste (goedgekeurde) hijsmiddelen - juiste werkhouding en stabiele positie innemen - zorg voor voldoende kennis en ervaring (hijsbewijs boven 10 ton.m)
Werken met machines	- beknelling - lawaai - lichamelijk letsel - bodemverontreiniging	- ondeskundig handelen - onvoldoende bescherming - olie- en brandstoflekkages	- goed opgeleid personeel - gebruik PBM's - werken volgens AI-11 afscherming en beveiliging - gebruiksaanwijzing - plaatsen lekbakken - lekkages direct opruimen
Zwaar transport laden / lossen	- lichamelijk letsel	- overrijden - onachtzaamheid - schuiven lading	- juiste verkeersmaatregelen - gebruik maken van een verkeersregelaar - lading goed vastzetten
Hydraulisch gereedschap	- lichamelijk letsel - materiële schade	- bezwijken hydraulische installatie - slangbreuk	- slangen en installatie periodiek keuren - noodstop hanteren

Werken in stof, lawaai en trillingen	- lichamelijk letsel	- onjuiste werkwijze - verouderd, slecht onderhouden materieel - omgeving	- goed onderhoud materieel - gebruik PBM's, let op adembescherming en gehoorbescherming - taakrotatie
Werken op slecht bereikbare werkplekken	- verergering lichamelijk letsel	- slechte of geïsoleerde ligging van de werkplek	- toegangswegen vrij en begaanbaar houden - vluchtwegen
Fysieke belasting bij tillen of sjouwen van lasten >25 kg	- lichamelijk letsel	- ontbreken van hulpmiddelen	- verstrekken hulpmiddelen - indien dit niet mogelijk is met meerdere personen tillen/sjouwen
Straatwerk:- verwijderen/aanbrengen van tegels, klinkers, betonbanden, stelconplaten, puin en slakken- frezen/aanbrengen van asfaltbeton/ teerhoudend beton- zagen/aanbrengen bitumineuze verharding/ teerhoudend asfaltbeton- opbreken/aanbrengen ongewapende	- lichamelijk letsel - rugblessures - oogletsel - gehoorbeschadiging - hand-/voetletsel - aantasting ademhalingsorganen	- verkeerde werkhouding - zwaar til werk - vallende tegels e.d. - wegsattend puin - rondvliegend stof - snerpande frees of zaag - teer/asfaltdampen	- op juiste manier tillen - gebruik PBM's - gebruik hulpmiddelen
Grondwerk: Grond ontgraven, af- en aanvoeren, graven putten en sleuven, frezen van bermen/taluds, werken met grondverdichtingsapparatuur	- lichamelijk letsel - verstikking - explosie - elektrocutie	- instorting / inkalven / verzakking - grondwater - gaslek - beschadiging kabels - valgevaar	- werken volgens abomafoon 2.06 Grondwerk, putten en sleuven - klic-melding - proefsleuven - maatregelen tegen inkalven (bekisting) - werken volgens voorschriften - indien nodig bemaling - afzettingen gebruiken
Verkeersactiviteiten			
Deelname aan verkeer	- lichamelijk letsel - materiële schade	- onvoldoende aandacht - niet in acht nemen verkeersregels	- gerichte instructie geven
Werkzaamheden nabij het spoor	- lichamelijk letsel - materiële schade	- onjuiste/ onduidelijke wegafzetting - Onvoldoende instructie t.a.v. spoorgereleerde risico's	- Afzetting conform eisen Prorail - Medewerkers in het bezet van een DVP (dag)pas inclusief bijbehorende instructie.
Aanbrengen verkeersmaatregelen	- lichamelijk letsel	- aanrijding	- gebruik PBM's - werken volgens voorschriften CROW 96a of 96b - medewerkers in het bezit van certificaat 'Veilig werken langs de weg'
Milieu en gevaarlijke stoffen			
Afvalstoffen	- vervuiling van bodem en grondwater	- ontstaan werfvuil	- plaatsen van afvalbakken/-containers voor (gescheiden) afval

Graafwerkzaamheden in vervuilde grond	- werken in vervuilde grond of puin - verspreiden van vervuilde grond	- niet ontdekt bij vooronderzoek - onzorgvuldig werken	- onderzoek naar de ernst van de verontreiniging - indien vervuild, grond op plasticfolie leggen - werk uitvoeren conform BRL 7000
Werken met machines (milieu)	- bodemverontreiniging	- olie- en brandstoflekkages	- deugdelijk onderhoud - lekbakken plaatsen - verontreiniging direct opruimen en afvoeren
Inrichten projectlocatie			
Werkterrein inrichten	- lichamelijk letsel - schade materieel/materiaal - milieurisico	- onjuiste opstelling - geen afrastering - rommel op terrein	- opstelling vooraf plannen - zorgen voor goede afval verwerking - opslagterrein - gebruik lekbakken
Sleufloze technieken			
Boor en voorruimproces	- lichamelijk letsel - kabel/leidingschade	- gegrepen worden door draaiende delen - raken niet gelokaliseerde kabels en leidingen	- afdoende lokaliseren kabels en leidingen - geen onbevoegd personeel bij de avegaarinstallatie - goede communicatie boorcrew
Opstellen en invoeren productpijp	- lichamelijk letsel - materieel schade	- kantelen - verzakken - bezwijken ondersteuning productpijp	- stabiele opstelling bewerkstelligen - ondersteuning productpijp zorgvuldig uitvoeren
Ontwerp boring	- persoonlijk letsel - milieuschade - materiële schade	- onjuiste dimensionering leidingen - onjuiste materiaalkeuze - onbekendheid / niet voldoen aan voorschriften en/of vergunningen - onvoldoen historisch onderzoek - onjuist boorprofiel	- opdrachtgever / ontwerper om herziening vragen - indien informatie herkenbaar onvoldoende is aanvullende informatie opvragen
Vergunningen	- milieuschade - materiële schade	- ontbreken juiste vergunningen	- aanvragen juiste vergunningen
Bestek en tekeningen	- materiële schade - persoonlijk letsel - milieuschade	- onvolledige omschrijving van de werkzaamheden - fouten in dimensionering - onredelijk tijdsplanning - onvolledige/verouderde tekeningen of situatietekeningen - onjuiste of onvolledige informatie over obstakels in de bodem	- opdrachtgever informeren en verbeteringsvoorstel indienen - verbeteringsvoorstel goed laten keuren - indien informatie herkenbaar onvoldoende is, aanvullende informatie opvragen

Opstellen elektrische installatie	- electrocutie - schade aan installatie	- kortsluiting - onjuiste aansluiting	- installatieplan volgen - installatie aarden - kabels ophangen en drooghouden - keuring installatie - niet werken aan onderspanning staande installatie - gekwalificeerd personeel gebruiken
Calamiteiten			
Boortracé	-Afwijking boortracé	- ondergronds obstakel - foutieve lokalisatie	- melden toezichthouder/ indien nodig boring afbreken en afdichten boorgat met Dammer - gekwalificeerd personeel gebruiken
Trekkrachten	-Overschrijding duw - trekkrachten	- onvoldoende boorspoeling	- monitoren trekkachten - voldoende boorspoeling toepassen
Boorspoeling	-Blow - out	- overschrijding max. toelaatbare boorspoeldruk	- monitoren boorspoeldruk - melden toezichthouder
Boorplan	- afwijking boorplan	- onjuiste documenten	- juiste documenten opvragen

Opgemaakt door:



(KAM-coördinator)

10.5 SPECIFICATIE BOORMACHINE

TERRA-JET DJ 23 XL

Technical Specifications

	METRIC	IMPERIAL (U.S.)
Thrust force	110 kN (11 to)	23.000 lbs
Pullback force	110 kN (11 to)	23.000 lbs
DIESEL engine HATZ Tier 4 final	74.4 kW (101 HP)	74,4 kW (101 PS)
Spindle torque, max.	3'100 Nm	2.300 ft.lbs
Spindle speed, max.	284 rpm	284 rpm
Drilling fluid volume, max.	185 ltr/min	50 gpm
- optional	260 ltr/min	70 gpm
Drilling fluid pressure, max.	89 bar	1.290 psi
Carriage thrust travel speed, quick gear	44 m/min	145 ft/min
Carriage thrust travel speed, at full load	10 m/min	33 ft/min
Carriage pullback travel speed, quick gear	44 m/min	145 ft/min
Carriage pullback travel speed, at full load	10 m/min	33 ft/min
ø pilot bore	60 – 110 mm	2,5" – 4"
Minimum inclination of the drill ramp	11° (19 %)**	11° (19 %)**
Maximum inclination of the drill ramp	22° (40 %)**	22° (40 %)**
Backreamer diameter, max. *	420 mm	17"
Maximum drilling length *	150 m	500 ft
Drill rods, length	3.05 m	10 ft
Drill rods, diameter	ø 60/54 mm	ø 2,4"/2,1"
Bending radius, min.	35 m	115 ft
Driving speed	3.7 km/h	2.3 miles/h
Operator sound pressure	79 dB (A)	79 dB (A)
Exterior sound power	104 dB (A)	104 dB (A)
Dimensions L x W x H (driving position)	6.20 x 1.69 x 2.50 m	20,3 x 5,5 x 8,2 ft
Dimension L x W x H (transportation position)	6.20 x 1.69 x 2.20 m	20,3 x 5,5 x 7,2 ft
Dimension L x W x H (drilling position)	6.15 x 2.15 x 2.60 m	20,2 x 7,0 x 8,5 ft
Weight including cabin, rear blade and 40 drill rods	8'000 kg	17.600 lbs
Weight including cabin and rear blade, without drill rods	6'650 kg	14.600 lbs

* All data depending on ground conditions. Technical Data may change without prior notice.

** At 11-20° (19-36%) the crawler always remains on the ground.

TERRA – always one drill ahead!



PREMIUM DRILLING TOOLS

High quality drilling tools and reamers are available for all ground conditions. They are designed and produced inhouse at TERRA to maintain peak performance.



DCI LOCATING EQUIPMENT

TERRA is an official dealer of DCI. With the new Falcon system even challenging ground conditions with high interferences can be successfully done.



MIXING SYSTEMS

The mixing systems from TERRA allow a fast and efficient mixing of the drilling volume. They are quiet, easy to handle and offer a high capacity of your drilling volume.



CUSTOMER SERVICE

Satisfied clients worldwide and a great customer service are the result of our constant progress. The TERRA-JET Directional Drill is a must have for every contractor!

10.6 SPECIFICATIE MEETSYSTEEM

DigiTrak**FALCON FS[®]**

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

dcj@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 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.

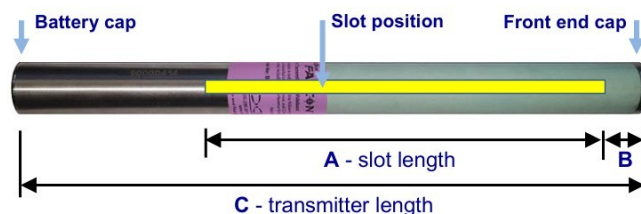
² Telemetry range can be increased with an optional external receiving antenna.

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

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

10.7 SPECIFICATIE BOORSPOELING



TUNNEL-GEL® MAX

Viscosifier

Description TUNNEL-GEL® MAX is a specially formulated, high-yield bentonite designed for use in tunneling and large diameter HDD operations. TUNNEL-GEL MAX 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 MAX viscosifier promotes or assists the following:*

- Viscosifies water-based drilling fluids
- Reduces filtration by forming a thin filter cake with low permeability, resulting in borehole stabilization
- Improves hole-cleaning capability of drilling fluids

- Advantages**
- Can provide lubricity
 - Can mix easily and quickly reaches maximum viscosity
 - Can be effectively used in a wide range of concentrations
 - Can be effective in a variety of drilling applications.
 - Provides the option of using a variety of additives

Typical Properties	• Appearance	Tan Powder
	• Specific Density	2400 kg/m ³ ± 10%
	• pH (3% solution)	8.9

Recommended Treatment Using a Venturi hopper, or a colloidal mixer, add TUNNEL-GEL MAX viscosifier, slowly and uniformly to the entire circulating system or mix tank.

Approximate Amounts of TUNNEL-GEL MAX viscosifier Added to Freshwater, kg/m ³	
Normal Drilling Conditions	30-40
Unconsolidated Formations	40-45

Additional Information **Note:** For optimum yield and performance, pre-treat make-up water with 0.5 – 1.0 kg/m³ of soda ash.

Packaging TUNNEL-GEL[®] MAX viscosifier is packaged in 25-kg (55.1-lb) , 1000 kg (2204-lb) bags, and it is also available in bulk.

Availability TUNNEL-GEL MAX viscosifier is a regionally sourced product and may not be available through all Baroid Industrial Drilling Products Retailers. To locate the appropriate Baroid IDP retailer nearest you contact CEBO Holland.

CEBO Holland, BV

Authorized Retailer, Baroid IDP

Westerduinweg 4

NL-1976 BV IJmuiden

Customer Service: +31 (0)255-546262
