

**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



# Analyse Horizontaal Gestuurde Boring

t.b.v. project

## Boring Rijnkade Weesp

In opdracht van:



Vergunninghouder:



Project : 217048604  
Locatie : Rijnkade 7 – Verlengde Rijnkade 1  
Gemeente : Weesp

### Van Vulpen Engineering

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

Telefoon: 0183 - 645060  
Telefax: 0183 - 648550

info@vanvulpen.eu  
www.vanvulpen.eu

**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



# Analyse horizontaal gestuurde boring

Versie: 0

Project: 217048604

Locatie: Rijnkade 7 – Verlangde Rijnkade 1

Gemeente: Weesp

Gorinchem, 16-06-2017

Samenstelling: E. Portman

**Van Vulpen Engineering**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem  
Telefoon: 0183 - 645060  
Telefax: 0183 - 648550  
Email: [info@vanvulpen.eu](mailto:info@vanvulpen.eu)  
Website: [www.vanvulpen.eu](http://www.vanvulpen.eu)

Datum:	Versie:	Status:	Geproduceerd:	Akkoord:	Gecontroleerd:	Akkoord:
16-06-2017	0	Voor vergunning	E. Portman		T.S. Kamp	

## Inhoudsopgave

### **Nr. Omschrijving**

*Inhoudsopgave*

*Projectgegevens*

*Ten geleide*

### **2. Sterkte- & muddrukberekeningen**

#### **Boorplan**

- 3.** Werkomschrijving
  - 3.1 Omschrijving puntsgewijs
    - 3.1.1 Locatie, omvang en indeling werkterrein
    - 3.1.2 Grondonderzoek
    - 3.1.3 Stappenplan uitvoering
  - 3.2 Tijdschema
  - 3.3 Personeelsbezetting
  - 3.4 In te zetten boormaterieel
  - 3.5 Kwaliteit en keuring van bouwmaterialen
  - 3.6 Boortechnische wijze van uitvoering
  - 3.7 Afwijken in te zetten materieel
  - 3.8 Boorvloeistof
    - 3.8.1 Boorvloeistof lekkage
  - 3.9 Kwaliteitsregistratie
  - 3.10 Afwijkingen van boortracé

### **4. V&G Plan**

- 4.1 Inleiding
- 4.2 Verspreiding van dit document
- 4.3 Werkomschrijving en werkuitvoering
- 4.4 Organisatie
- 4.5 Betrokken bedrijven
- 4.6 Interne communicatie en voorlichting
- 4.7 V&G risico's en beschermende maatregelen
- 4.8 Noodsituaties

## **BIJLAGEN**

- BIJLAGE I** Grondonderzoek
- BIJLAGE II** Beschrijving boorvloeistof
- BIJLAGE III** Tekeningen
- BIJLAGE IV** Beschrijving Gyro meetsysteem

## Projectgegevens

### Aanlegmethode:

Horizontaal gestuurde boring

De in te trekken leidingen voor deze boring zijn:






Aantal	Diameter	Lengte	Medium-voerend	Mantel-buis	Discipline	Type	Klasse
2st	Ø160mm	201		X	Elektra	PE100	SDR11

### Doelstelling:

Het optimaliseren van kwaliteit en het minimaliseren van risico's door het uitvoeren van een theoretische analyse.

### Trekkracht:

Tijdens uitvoering van de intrekeoperatie wordt er een trekkracht uitgeoefend op de in te trekken productbuis. De benodigde trekkracht is afhankelijk van de volgende factoren:

-  Het opdrijvende vermogen van de productbuis;
-  De boogstralen van het boorprofiel;
-  De lengte van de boring;
-  Het uitlegtracé;
-  De grondslag waardoor geboord wordt.

De berekende maximaal benodigde trekkracht tijdens de intrekeoperatie bedraagt: 26,5 kN  
Dit is inclusief watervulling en met een onzekerheidsfactor van 1,4.

De maximale representatieve trekkracht is 67 kN exclusief rekenfactor. Bij deze trekkracht zijn de spanningen in de leiding gelijk aan de toelaatbare spanning.

## Analyse Horizontaal Gestuurde Boring

Behorend bij tekeningnr.	: 217048604BT
Werkomschrijving	: Horizontaal gestuurde boring
Projectnummer	: 217048604
Locatie	: Rijnkade 7 – Verlengde Rijnkade 1
Gemeente	: Weesp
Vergunninghouder	: Liander N.V.
Opdrachtgever	: Liander N.V.
Uitvoering boring	: Van Vulpen B.V.
Engineer	: E. Portman
Telefoon	: 06-53413172

## Ten geleide

Voor de aanleg van ondergrondse netwerken bestaande uit kabels en leidingen worden horizontaal gestuurde boringen uitgevoerd om wegen, watergangen en andere infrastructurele constructie's te kruisen. Daar de werkzaamheden worden uitgevoerd met een sleufloze techniek wordt de hinder bovengronds tot een minimum beperkt.

Een horizontaal gestuurde boring is een techniek waarbij de werkzaamheden vanaf het maaiveld plaatsvinden. De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring is opgebouwd uit drie fasen. Als eerste wordt vanaf het intredepunt een pilotboring uitgevoerd in het ontworpen tracé. Na een neergaande bocht, een horizontaal gedeelte en een opgaande bocht wordt het uittredepunt bereikt. Gedurende de eerste fase worden de coördinaten van de pilotboring driedimensionaal geregistreerd met behulp van een meetsysteem. Aan de hand van een meetsysteem wordt een driedimensionale plaatsbepaling van de pilotboring verkregen. De locatie van de boring zal deels uitmaken met welk meetsysteem gewerkt zal worden. De boorspoeldrukken worden tijdens de drie fasen geregistreerd.

In de tweede fase wordt direct aan het uiteinde van de boorstreng een ruimer geplaatst. Tijdens de ruimfase, welke uit meerdere ruimgangen kan bestaan, wordt de gewenste diameter van de boorgang verkregen. De keuze van de soort ruimer is sterk afhankelijk van de plaatselijke grondslag.

Door bij de laatste ruimgang de gereedliggende leiding direct achter de ruimer te bevestigen met behulp van een trekkop wordt een begin gemaakt met de derde fase. Door de ruimer inclusief de buis terug te trekken wordt de laatste fase voltooid.

Aangezien in Nederland verschillende grondslagen aanwezig zijn, wordt voorafgaand aan de uitvoering van een horizontaal gestuurde boring een analyse uitgevoerd. De analyse bestaat uit een sterkte- & muddrubberekeningen, een boorplan en V&G plan.

Toegevoegd bij de analyse zijn tekeningen, welke de boring volledig in kaart brengen. Met het verstrekken van deze twee documenten worden de benodigde gegevens naar de vergunning verleende instanties kenbaar gemaakt. Na goedkeuring van de documenten wordt een begin gemaakt met het daadwerkelijk uitvoeren van een horizontaal gestuurde boring.

De keuze voor het in te zetten materieel wordt bepaald door onder andere de grondslag ter plaatse, ruimmermaat, in te trekken bundel en diverse project afhankelijke criteria. Van vulpen kan onder bepaalde omstandigheden en argumenten ervoor kiezen om een ander boor materieel in te zetten. Het boorplan dient als een algehele richtlijn.

**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



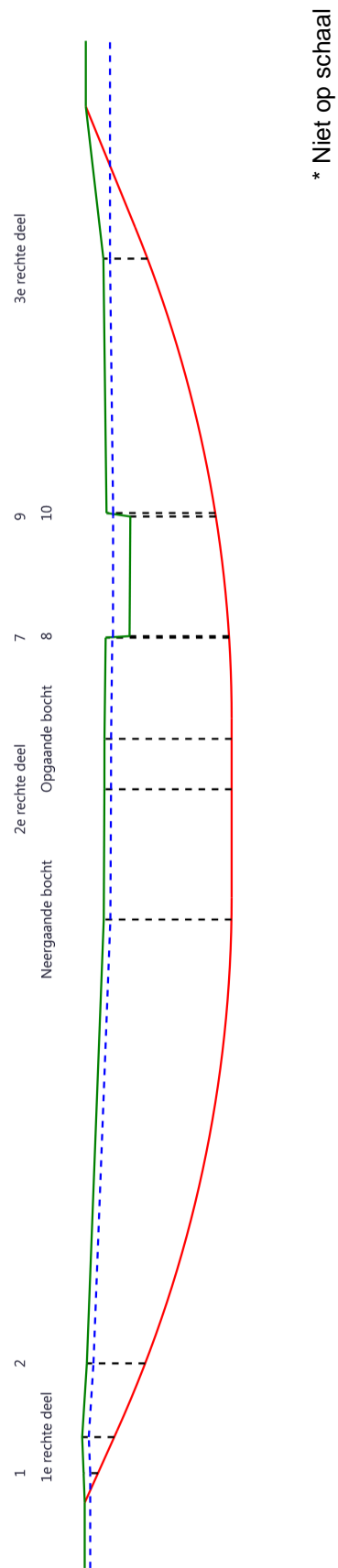
# **Sterkteberekeningen & Muddrukberekeningen**

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2016 1.4 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : Rijnkade, Weesp Projectonderdeel : EN8604 2xØ160 PE100 SDR11			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm²
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 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	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L$	= 9,55	kN/m³
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 160,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 14,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p <sub>d</sub>	= 0,3	N/mm²
Volumieke massa vloeistof	$\rho$	= 1000	kg/m³
Temperatuurverschil	$\Delta t$	= 10	°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m$	= 11,5	kN/m³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y$	= 15	Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D <sub>g</sub>	= 330	mm
Diameter boorstang	D <sub>b</sub>	= 53	mm
Totale lengte	L	= 201,75	m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub>	= 12,00	m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub>	= 71,21	m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub>	= 27,30	m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub>	= 71,37	m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub>	= 19,87	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub>	= 50,00	m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub>	= 200,00	m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub>	= 200,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1$	= 24,00 / 44,52	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2$	= 22,00 / 40,4	° / %
Belastinghoek	$\alpha$	= 30	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma$	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	
Totaalfactor bij boring met bundels	f	= 1,8	
Belastingfactor	f <sub>k,b</sub>	= 1,1	
Belastingfactor	f <sub>k,o</sub>	= 1,4	
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	f <sub>1</sub>	= 0,3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub>	= 0,00005	N/mm²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub>	= 0,2	
		19-06-2017 10:06:25	

## 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 <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvings- hoek grond [°]
1	4,95	2,18	1,00	Zand	19,86	21,00	35,00
1e rechte deel	10,96	4,84	1,00	Klei	19,86	18,66	17,50
2	20,75	8,80	1,00	Zand	19,86	17,36	35,00
Neergaande bocht	80,1	19,27	1,00	Zand	19,86	19,44	35,00
2e rechte deel	99,72	19,20	1,00	Zand	19,86	19,43	35,00
Opgaande bocht	107,41	19,19	1,00	Zand	19,86	19,43	35,00
7	121,98	18,63	1,00	Zand	19,86	19,38	35,00
8	122,19	15,01	-2,50	Zand	0,00	19,09	35,00
9	139,25	12,90	-2,60	Zand	0,00	18,78	35,00
10	139,75	16,41	1,00	Zand	19,86	19,14	35,00
3e rechte deel	177,11	6,65	1,00	Zand	19,86	17,99	25,00

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>2</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting
1	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
1e rechte deel	Geen	-	0,00	1,00	Grafiek I
2	Geen	0,0060	0,00	75,00	Grafiek I
Neergaande bocht	Geen	0,0060	0,00	75,00	Grafiek I
2e rechte deel	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek I
Opgaande bocht	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek I
7	Geen	0,0060	0,00	75,00	Geen
8	Geen	0,0060	0,00	75,00	Geen
9	Geen	0,0060	0,00	75,00	Geen
10	Geen	0,0060	0,00	75,00	Grafiek I
3e rechte deel	Geen	0,0060	0,00	15,00	Grafiek ½ x II



**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 <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 222.521,98	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 259,34	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 35,53	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 6.669,10	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,0637	N/mm <sup>1</sup>

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

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

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

Trekkracht $T_1$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_1$ [N]
Starten met trekken	201,75	<b>6.939</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	181,88	<b>6.255</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	110,51	<b>3.801</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	83,21	<b>2.862</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	12,00	<b>413</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,0637 \cdot 0,3$$

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_1$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	6.939	<b>1,04</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	6.255	<b>0,94</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	3.801	<b>0,57</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	2.862	<b>0,43</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	413	<b>0,06</b>

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

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758}{50.000} = 381.847,71 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{381.847,71}{222.522} = 1,72 \text{ N/mm}^2$$

## 4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	1,04	<b>2,16</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	0,94	<b>2,05</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	0,57	<b>1,69</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	0,43	<b>1,54</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	0,06	<b>1,18</b>

$$\sigma_a = \alpha_\sigma \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,72 + \sigma_t$$

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

**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 <sup>e</sup> deel intrekken	19,87	<b>2.097</b>	-
2 <sup>e</sup> deel intrekken	91,24	-	<b>9.630</b>
3 <sup>e</sup> deel intrekken	118,54	<b>12.512</b>	-
4 <sup>e</sup> deel intrekken	189,75	-	<b>20.028</b>
Geheel ingetrokken	201,75	<b>21.295</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (502,65 \cdot 0,00005 + 0,168 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
2	0,0019	200	0,00072	<b>135</b>
Neergaande bocht	0,0019	200	0,00072	<b>135</b>
7	0,0019	200	0,00072	<b>135</b>
8	0,0019	200	0,00072	<b>135</b>
9	0,0019	200	0,00072	<b>135</b>
10	0,0019	200	0,00072	<b>135</b>
3e rechte deel	0,0019	200	0,00072	<b>135</b>

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 160 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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

Trekkraft $T_{\text{bocht}}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{\text{bocht}}$ [N]
Neergaande bocht	3.801	9.630	135	-	<b>13.567</b>
Opgaande bocht	413	20.028	135	135	<b>20.712</b>

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

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

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{\text{bocht}}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	12,00	13.567	<b>2.031</b>
Opgaande bocht	11,00	20.712	<b>3.100</b>

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

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

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

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

## 5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekkraft $T_{\text{tot}}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_2 / T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	$T_{\text{tot}}$ [N]
1 <sup>e</sup> deel intrekken	6.255	2.097	-	-	-	-	<b>8.353</b>
2 <sup>e</sup> deel intrekken	3.801	9.630	135	2.031	-	-	<b>15.597</b>
3 <sup>e</sup> deel intrekken	2.862	12.512	135	2.031	-	-	<b>17.540</b>
4 <sup>e</sup> deel intrekken	413	20.028	135	2.031	135	3.100	<b>25.588</b>
Geheel intrekken	0	21.295	135	2.031	135	3.100	<b>26.442</b>

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

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm²]	$T_{\text{tot}}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm²]
1 <sup>e</sup> deel intrekken	8.353	<b>1,25</b>
2 <sup>e</sup> deel intrekken	15.597	<b>2,34</b>
3 <sup>e</sup> deel intrekken	17.540	<b>2,63</b>
4 <sup>e</sup> deel intrekken	25.588	<b>3,84</b>
Geheel intrekken	26.442	<b>3,96</b>

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

*5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat*5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 200.000} = 134.996,67 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{134.996,67}{222.521,98} = \mathbf{0,61 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{17.801.758,07}{0,9 \cdot 200.000} = 134.996,67 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{134.996,67}{222.521,98} = \mathbf{0,61 \text{ N/mm}^2}$$

*5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie*

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{\text{tot}}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	8.353	1,25	-	<b>1,25</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	15.597	2,34	0,61	<b>2,73</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	17.540	2,63	-	<b>2,63</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	25.588	3,84	0,61	<b>4,23</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	26.442	3,96	-	<b>3,96</b>

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

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

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

**6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase****6.1 Berekening van de spanningen  $s_p$  en  $s_{pl}$  t.g.v. inwendige druk**

$$D_g/d_n = 145,40/14,60 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

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

$$\sigma_p = \frac{80,00^2 + 65,40^2}{80,00^2 - 65,40^2} \cdot 0,3 = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,51 = 0,60 \text{ N/mm}^2$$

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

**6.2 Berekening reroundingfactor  $f_{rr}$** 

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

$$f_{rr} = 1 / \left( 1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 72,7^3 \cdot 0,143}{975 \cdot 259,34} \right) = 0,88$$

**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	$q_{\text{droog}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{\text{nat}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{\text{totaal}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1	2,18	1,00	Zand	17,87	22,30	40,18	4,54
1e rechte deel	4,84	1,00	Klei	17,87	64,49	82,36	7,03
2	8,80	1,00	Zand	17,87	121,87	139,74	9,88
Neergaande bocht	19,27	1,00	Zand	17,87	319,65	337,53	24,77
2e rechte deel	19,20	1,00	Zand	17,87	318,26	336,14	24,66
Opgaande bocht	19,19	1,00	Zand	17,87	318,09	335,96	24,65
7	18,63	1,00	Zand	17,87	307,50	325,38	23,85
8	15,01	-2,50	Zand	0,00	257,89	257,89	17,25
9	12,90	-2,60	Zand	0,00	218,04	218,04	14,25
10	16,41	1,00	Zand	17,87	265,45	283,33	20,68
3e rechte deel	6,65	1,00	Zand	17,87	91,48	109,35	8,46

$$Q_n = (\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o = (0,9 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 0,9 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting  $Q_v$ 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1	2,18	Grafiek ½ x II	5,81	0,93
1e rechte deel	4,84	Grafiek I	10,55	1,69
2	8,80	Grafiek I	5,10	0,82
Neergaande bocht	19,27	Grafiek I	1,41	0,22
2e rechte deel	19,20	Grafiek I	1,42	0,23
Opgaande bocht	19,19	Grafiek I	1,42	0,23
7	18,63	Geen	0,00	0,00
8	15,01	Geen	0,00	0,00
9	12,90	Geen	0,00	0,00
10	16,41	Grafiek I	1,88	0,30
3e rechte deel	6,65	Grafiek ½ x II	1,42	0,23

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

## 6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{\text{boven}}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1	4,54	0,93	5,47	102,19	<b>2,54</b>
1e rechte deel	7,03	1,69	8,72	162,97	<b>4,06</b>
2	9,88	0,82	10,69	199,82	<b>4,98</b>
Neergaande bocht	24,77	0,22	25,00	467,04	<b>11,63</b>
2e rechte deel	24,66	0,23	24,89	465,01	<b>11,58</b>
Opgaande bocht	24,65	0,23	24,88	464,79	<b>11,57</b>
7	23,85	0,00	23,85	445,65	<b>11,10</b>
8	17,25	0,00	17,25	322,22	<b>8,02</b>
9	14,25	0,00	14,25	266,17	<b>6,63</b>
10	20,68	0,30	20,98	391,92	<b>9,76</b>
3e rechte deel	8,46	0,23	8,68	162,24	<b>4,04</b>

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 72,70$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 0,88 \cdot \frac{M_q}{35,53}$$

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

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
2	200	0,00072	0,047
Neergaande bocht	200	0,00072	0,047
7	200	0,00072	0,047
8	200	0,00072	0,047
9	200	0,00072	0,047
10	200	0,00072	0,047
3e rechte deel	200	0,00072	0,047

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

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

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

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$ 

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

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

Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m<sup>2</sup>

## 8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

Veiligheidsfactor  $\gamma$  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	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1	2,54	-	0,65	<b>1,65</b>
1e rechte deel	4,06	-	0,65	<b>2,64</b>
2	4,98	0,047	0,65	<b>3,26</b>
Neergaande bocht	11,63	0,047	0,65	<b>7,59</b>
2e rechte deel	11,58	-	0,65	<b>7,53</b>
Opgaande bocht	11,57	-	0,65	<b>7,52</b>
7	11,10	0,047	0,65	<b>7,24</b>
8	8,02	0,047	0,65	<b>5,25</b>
9	6,63	0,047	0,65	<b>4,34</b>
10	9,76	0,047	0,65	<b>6,37</b>
3e rechte deel	4,04	0,047	0,65	<b>2,66</b>

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

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

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

*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,60	1,56	-	-	<b>2,16</b>
1e rechte deel	0,60	1,56	-	-	<b>2,16</b>
2	0,60	1,56	0,61	0,65	<b>2,56</b>
Neergaande bocht	0,60	1,56	0,61	0,65	<b>2,56</b>
2e rechte deel	0,60	1,56	-	-	<b>2,16</b>
Opgaande bocht	0,60	1,56	-	-	<b>2,16</b>
7	0,60	1,56	0,61	0,65	<b>2,56</b>
8	0,60	1,56	0,61	0,65	<b>2,56</b>
9	0,60	1,56	0,61	0,65	<b>2,56</b>
10	0,60	1,56	0,61	0,65	<b>2,56</b>
3e rechte deel	0,60	1,56	0,61	0,65	<b>2,56</b>

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

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

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

**10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie**

Locatie	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\delta_Y$ [mm]	$\delta_Y/D_g$ [%]
1	4,54	0,93	-	<b>1,24</b>	0,85
1e rechte deel	7,03	1,69	-	<b>1,14</b>	0,79
2	9,88	0,82	0,00072	<b>2,43</b>	1,67
Neergaande bocht	24,77	0,22	0,00072	<b>5,67</b>	3,90
2e rechte deel	24,66	0,23	-	<b>5,65</b>	3,88
Opgaande bocht	24,65	0,23	-	<b>5,65</b>	3,88
7	23,85	0,00	0,00072	<b>5,41</b>	3,72
8	17,25	0,00	0,00072	<b>3,91</b>	2,69
9	14,25	0,00	0,00072	<b>3,23</b>	2,22
10	20,68	0,30	0,00072	<b>4,76</b>	3,27
3e rechte deel	8,46	0,23	0,00072	<b>1,51</b>	1,04

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

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

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

**11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase**

Locatie	H [m]	$\sigma_{\text{vert}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{\text{hor}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p_f'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	G [MN/m <sup>2</sup> ]
1	2,18	37,80	16,12	26,96	42,42	28,85
1e rechte deel	4,84	63,28	44,25	53,77	69,94	0,36
2	8,80	94,52	40,31	67,41	106,08	28,85
Neergaande bocht	19,27	234,00	99,78	166,89	262,62	28,85
2e rechte deel	19,20	232,98	99,35	166,17	261,48	28,85
Opgaande bocht	19,19	232,87	99,30	166,08	261,35	28,85
7	18,63	225,40	96,12	160,76	252,96	28,85
8	15,01	168,28	71,76	120,02	188,86	28,85
9	12,90	140,18	59,78	99,98	157,32	28,85
10	16,41	195,69	83,45	139,57	219,62	28,85
3e rechte deel	6,65	78,50	45,33	61,92	88,08	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 [-]	$R_{p,\text{max}}$ [m]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{\text{st}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{\text{lim}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00054	1,09	0,0118	0,01331	0,00	0,67
1e rechte deel	0,045	2,42	0,0384	0,04332	0,00	0,18
2	0,0013	1,43	0,0780	0,08800	0,00	1,26
Neergaande bocht	0,0033	0,91	0,1827	0,2061	0,02	2,29
2e rechte deel	0,0033	0,91	0,1820	0,2053	0,02	2,28
Opgaande bocht	0,0033	0,91	0,1819	0,2052	0,02	2,28
7	0,0032	0,92	0,1763	0,1989	0,03	2,23
8	0,0024	1,07	0,1751	0,1975	0,03	1,88
9	0,0020	1,17	0,1550	0,1749	0,03	1,67
10	0,0028	0,99	0,1541	0,1738	0,03	2,03
3e rechte deel	0,0045	0,77	0,0565	0,06374	0,04	0,49

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

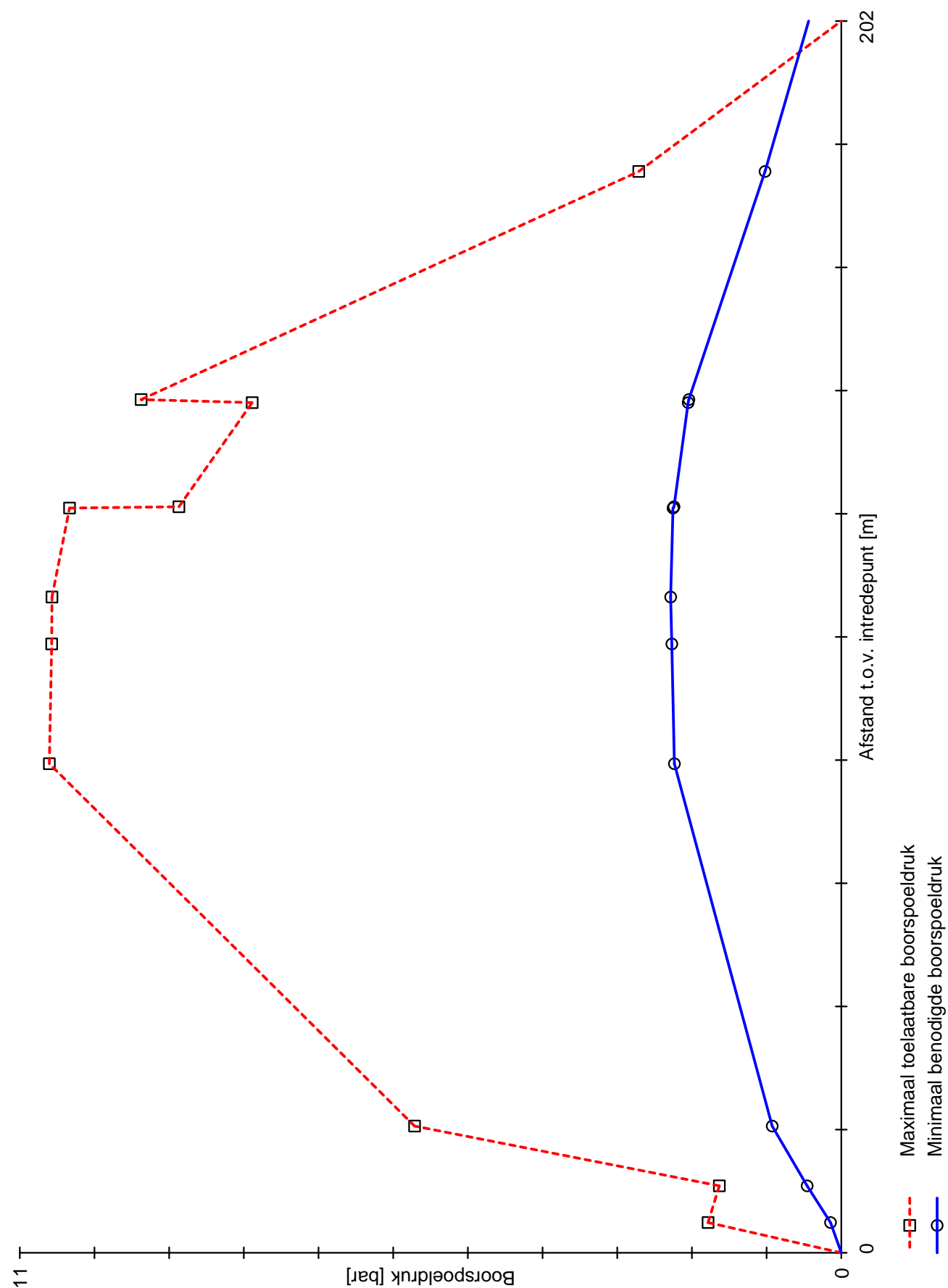
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

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

Locatie	$p_{\max}$ [kPa]	90% $p_{lim}$ [kPa]	$p_{min}$ [kPa]	$p_{\max}$ [bar]	90% $p_{lim}$ [bar]	$p_{min}$ [bar]
1	<b>178,40</b>	604,99	<b>14,38</b>	<b>1,78</b>	6,05	<b>0,14</b>
1e rechte deel	178,24	<b>163,30</b>	<b>45,69</b>	1,78	<b>1,63</b>	<b>0,46</b>
2	<b>571,37</b>	1.134,36	<b>92,49</b>	<b>5,71</b>	11,34	<b>0,92</b>
Neergaande bocht	<b>1.060,42</b>	2.057,62	<b>223,46</b>	<b>10,60</b>	20,58	<b>2,23</b>
2e rechte deel	<b>1.057,31</b>	2.051,77	<b>226,92</b>	<b>10,57</b>	20,52	<b>2,27</b>
Opgaande bocht	<b>1.056,93</b>	2.051,08	<b>228,48</b>	<b>10,57</b>	20,51	<b>2,28</b>
7	<b>1.033,39</b>	2.007,34	<b>225,31</b>	<b>10,33</b>	20,07	<b>2,25</b>
8	<b>886,91</b>	1.692,92	<b>224,01</b>	<b>8,87</b>	16,93	<b>2,24</b>
9	<b>788,79</b>	1.506,53	<b>205,03</b>	<b>7,89</b>	15,07	<b>2,05</b>
10	<b>937,55</b>	1.828,53	<b>204,12</b>	<b>9,38</b>	18,29	<b>2,04</b>
3e rechte deel	<b>271,12</b>	444,65	<b>102,10</b>	<b>2,71</b>	4,45	<b>1,02</b>

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

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



**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



# Boorplan

### 3. Werkomschrijving

De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring is opgebouwd uit drie fasen. In de eerste fase wordt een pilotboring, vanaf het maaiveld, uitgevoerd in het ontworpen tracé. Na een neergaande bocht, een horizontaal gedeelte en een opgaande bocht wordt het uittredepunt bereikt.

Na het bereiken van het uittredepunt wordt een begin gemaakt met de tweede fase. Gedurende de tweede fase wordt de boorstreng teruggetrokken met aan het uiteinde een ruimer om de diameter van de boorgang te vergroten. Deze handeling kan meerdere malen worden herhaald om de gewenste diameter van de boorgang te bereiken.

Bij de laatste ruimgang wordt direct achter de ruimer de gereedliggende buis geïnstalleerd waarmee een begin wordt gemaakt met de derde fase. De buis wordt met behulp van een swivel en een trekkop aan de boorstreng gemonteerd. Door het gebruik van een swivel wordt het torderen van de buis voorkomen. Met het intrekken van de buis is de horizontaal gestuurde boring voltooid.

#### 3.1 Omschrijving puntsgewijs

In paragraaf 3.1 worden de handelingen van de aannemer puntsgewijs beschreven ten aanzien van de locatie, het werkterrein en de uitvoering van de boring.

##### 3.1.1 Locatie, omvang en indeling werkterrein

- Voor en/of na ontvangst opdracht wordt door de aannemer, eventueel gezamenlijk met de opdrachtgever of andere belanghebbenden, een bezoek gebracht aan de locatie.
- Tijdens het bezoek legt de aannemer de situatie schriftelijk en/of fotografisch vast.
- De omvang van het werkterrein hangt nauw samen met de grootte van de uit te voeren boring. Voor dit project zal gebruik worden gemaakt van een maxi-rig opstelling, welke om een benodigde ruimte van 500m<sup>2</sup> vraagt.
- De indeling van het werkterrein zal indien nodig worden aangepast aan de plaatselijke omstandigheden.

##### 3.1.2 Grondonderzoek

Middels een grondonderzoek is op locatie inzicht verkregen in de bodemopbouw. Aan de hand van de grondgegevens wordt de toe te passen boorspoeldruk en de bepaling van de plastische zone bepaald.

De parameters die benodigd zijn voor de analyse zijn gebaseerd op: het reeds bestaande grondonderzoek (Dino-Loket), zie bijlage.

##### 3.1.3 Stappenplan uitvoering

- De boorploeg bestudeert voor aanvang van de werkzaamheden het vooronderzoek, inclusief tekeningen.
- De projectleider overlegt, aan de hand van de tekeningen en het vooronderzoek, met de betrokken personen over een plan van aanpak.
- De werkzaamheden worden uitgevoerd volgens het plan van aanpak.
- Tijdens en na de werkzaamheden worden de bevindingen en/of wijzigingen schriftelijk vastgelegd.
- De engineeringafdeling verwerkt de bevindingen en/of wijzigingen grafisch aan de hand van revisietekeningen.
- De opdrachtgever en de betrokken instanties worden door de engineeringafdeling op de hoogte gesteld van de eventuele bevindingen en/of wijzigingen.

### 3.2 Tijdschema

De bepaling van de tijdsduur voor het realiseren van de werkzaamheden is mede afhankelijk van het in te zetten materieel. Met de gekozen rig grootte en opstelling zal voor dit project het volgende tijdschema worden gehanteerd:

Aanvoer en opstellen: 1 dag  
Pilot boring: 1 dag  
Uitvoeren ruimgang: 1 dag  
Intrekken pijpstreng: 1 dag  
Afvoer en opruimen: 1 dag

De vermoedelijke start van de werkzaamheden: in overleg met opdrachtgever, na ontvangst van alle benodigde vergunningen.

De werktijden zijn vastgelegd van 7.00 tot 19.00 en worden aangepast aan de werkzaamheden die technisch achtereenvolgend uitgevoerd dienen te worden.

### 3.3 Personeelsbezetting

Uitvoerder:	Dhr. P.C. Verwolf	(06-23444918)
Werkvoorbereider:	Dhr. K. Lazaroms	(06-30916956)
KAM-coördinator	Dhr. R.T.A. Verkerk	(06-15890878)
Engineer:	Dhr. E. Portman	(06-53413172)
Boormeester:	Dhr. E. Duizer	(06-46130488)
Pipe Site Assistent:	Dhr. C. Daou el Makane	
Grondwerker:	Dhr. H. Beijer	
Rig Site Assistent:	Dhr. P.A.A. van Weelden	
Mud Specialist:	Dhr. G. van Vianen	

### 3.4 In te zetten boormaterieel:

\* Boormachine: 28 tonner

Rig klasse: maxi-rig  
 Merk: GRUNDODRILL28Nplus  
 Motor: Cummins motor 224 kW T4i  
 Gewicht: 19000 kg  
 Max. draaimoment: 11.000 Nm  
 Max. opneembare trekkracht: 28 ton  
 Max. drukkracht: 28 ton  
 Max. intrede hoek: 11-30 graden

\* Boorstangen:

Stanglengte: 3 m (10")  
 Diameter stang: Ø 82 mm  
 Materiaal stang: staal  
 Min. benodigde radius bij bocht: 75 m

\* Assortiment ruimers:

Fly cutter (open ruimer): Ø90, Ø140, Ø160, Ø180, Ø200, Ø230, Ø270, Ø350, Ø420, Ø530, Ø550, Ø630, Ø720, Ø820mm  
 Conecutter (dichte ruimer) Ø 500 mm  
 Mengventuri met jet-nozzle

\* Swivel, capaciteit: 32 ton

\* Universele trekkop tot Ø 315 mm (alle klassen)

\* Meetsystemen:

- 1) 750 Subside (86 B(2st)) tot 21m daarboven steerling tool inmeten
- 2) Instrumentatie rig: druk- & trekkracht, draaimoment, bentonietdruk ( max. 60bar)
- 3) Sondehuis afhankelijk van sonde (63 mm en 38 mm)

\* Meetsysteem:

Type:	Gyro steering Tools, optische Ring Laser Gyro.
Lengte:	2000 mm
Diameter:	300 mm
Min. benodigde radius bij bocht:	130 m
Alternatief	Een systeem met gelijkwaardige toleranties.

### 3.5 Kwaliteit en keuring van bouwmaterialen

De toegepaste buismaterialen zijn voorzien van een Keurmerk, welke door de leverancier wordt gegarandeerd en indien nodig geleverd.

De aanvoer van de materialen kan worden verricht met behulp van vrachtauto's en haspelwagens. De keuze is sterk afhankelijk van de diameter en de lengte van de buismaterialen.

Indien nodig zal laswerkzaamheden worden verricht voor het verkrijgen van de juiste leidinglengte. De laswerkzaamheden worden uitsluitend uitgevoerd door gecertificeerde personen.

De bentoniet, die wordt gebruikt voor het aanmaken van de boorspoeling, is voorzien van een certificaat.

### 3.6 Boortechnische wijze van uitvoering

- \* Aanvoer materieel via normaal wegtransport m.b.v. vrachtwagen(s) & semi-dieplader.
  - \* Kick off meeting (hier worden o.a. veiligheidsaspecten besproken).
  - \* Indien nodig wordt bebording geplaatst volgens C.R.O.W. richtlijnen.
  - \* Indeling werkterrein.
  - \* Markeren en ontgraven intrede- en uittredepunt.
  - \* Uitvoeren pilotboring.
  - \* Waar mogelijk zal gebruik worden gemaakt van het meetsysteem Tensor Steering Tool If walk.
  - \* Afhankelijk van de grondslag zal een of meerdere ruimgangen worden uitgevoerd m.b.v. Fly-cutter & barrel ruimer.
  - \* Uitrijden intrekbus(en) waarbij indien nodig laswerkzaamheden worden verricht.
  - \* Intrekken bus met een barrel ruimer.
  - \* Demontage boormaterieel.
  - \* Afvoer materieel op gelijke wijze als aanvoer.
- Gedurende de boorwerkzaamheden worden de volgende handelingen continu verricht:
- \* Aflezing van boorparameters zoals trekkracht en torque d.m.v. analoog meters op de rig.
  - \* Registratie van meetgegevens op datasheets.
  - \* Mixen bentonietspoeling.
  - \* Water zal door middel van een zuigwagen uit het oppervlaktewater getrokken worden.
  - \* Mudopvang bij intrede- en uittredepunt door middel van insteekputten 1 a 2m.
  - \* De boorvloeistof wordt op de boorlocatie gerecycled d.m.v. een recyclinginstallatie.
  - \* Afvoeren boorspoeling met trekker + zuigwagen.

### 3.7 Afwijken in te zetten materieel

Gedurende de engineering wordt uitgegaan van het in te zetten materieel zoals beschreven in het boorplan. Er zijn echter omstandigheden die aanleiding kunnen geven om ander materieel in te zetten. Deze omstandigheden zijn onder andere afhankelijk van:

- Grondslag te plaatse
- Weersinvloeden
- Beschikbaarheid materieel
- Beschikbaarheid personeel
- Project locatie
- Toe te passen meetsystemen

Van Vulpen behoudt zich dan ook het recht voor om af te wijken van de ge-engineerde boor machine.

### 3.8 Boorvloeistof

Voor dit project wordt gebruik gemaakt van een boorvloeistof welke bestaat uit een mengsel van schoon water en bentoniet. De mix hoeveelheid kan van 30 kg/m<sup>3</sup> tot 80 kg/m<sup>3</sup> variëren. De mengverhouding wordt aangepast aan de lokaal geconstateerde grondslag.

De viscositeit van de boorvloeistof wordt op locatie aan de hand van een marsh trechter bepaald door de uitlooptijd te registreren van 945 ml boorvloeistof. Deze meetwijze geeft geen kwalitatieve indicatie maar levert daarentegen een relatie tot de viscositeit.

Onderstaand tabel toont indicatief de waarde voor de marsh funnel bij de opgegeven hoeveelheden:

Karakteristieken	Methode	30 kg/m <sup>3</sup>	40 kg/m <sup>3</sup>	50 kg/m <sup>3</sup>	60 kg/m <sup>3</sup>
Marshfunnel API	API RP 13B 2	31 s	38,5 s	46 s	54 s
Dichtheid	Mudbalans	1,02 g/ml	1,03 g/ml	1,03 g/ml	1,04 g/ml

Karakteristieken	Methode	70 kg/m <sup>3</sup>	80 kg/m <sup>3</sup>
Marshfunnel API	API RP 13B 2	62 s	68,5 s
Dichtheid	Mudbalans	1,04 g/ml	1,05 g/ml

Tabel 1 Mengselverhouding boorvloeistof

De boorvloeistof dient over de navolgende functie te beschikken:

- Hydraulisch ontgraven / lossputten van de grond ter plaatse van de boorkop
- Vertransporteren van de geboorde massa
- In suspensie houden van de losgeboorde grond
- Stabilisatie van het boorgat
- Afpleistering van het boorgat
- Smering van de leiding in het boorgat tijdens de intrekfase
- Koeling en smering van de tandenruimers en de draaiende boorstangen.

Van Vulpen staat vrij vergelijkbare bentoniet toe te passen indien hier toe wordt besloten.

#### 3.8.1 Boorvloeistof lekkage

Tijdens de werkzaamheden met de boorvloeistof bentoniet is het mogelijk dat er een lekkage van de vloeistof plaats vind welke in het oppervlakte water terecht komt. Mocht dit plaats vinden is hier voor de volgende procedure;

Mocht de bentoniet binnen 48uur na het in de watergang geraken opgeruimd kunnen worden hoeft hier geen verdere actie op uitgezet te worden. Wanneer door omstandigheden de boorvloeistof langer als 48uur in de watergang moet blijven liggen dient de watergang te worden afgedamd. Het afdammen van de watergang dient ten aller tijden in overleg en afstemming plaats te vinden met de eigenaar, cq waterschap waar deze in beheer is.

Daar bentoniet een natuurlijk, milieu vriendelijk product is zijn er verder geen maatregelen benodigd ten behoeven van het beschermen van dan wel saneren van de locatie waar de bentoniet gelekt is.

### 3.9 *Kwaliteitsregistratie*

Tijdens het ruimen van het boorgat en het intrekken van de leiding worden de volgende gegevens geregistreerd:

Trekkraft aan de boorinstallatie [Ton]  
Druk boorvloeistof aan de pomp [Bar]  
Debiet boorvloeistof [ltr/min]

Deze gegevens worden opgenomen in een “boormap registratie sheet”. Dit document wordt door het boorbedrijf gearhiveerd.

De survey gegevens worden elektronisch verwerkt in een CAD-applicatie. Dit bijgewerkte document is onderdeel van het revisiepakket.

### 3.10 *Afwijkingen van boortracé*

Tijdens de boorwerkzaamheden kunnen er in het horizontale en verticale vlak afwijkingen optreden ten opzichte van de ontworpen boorlijn, door bijvoorbeeld slappe grondlagen, etc.

De surveyor op locatie zal aangeven welke correctie/sturing benodigd is om terug te komen in het originele tracé. Door te sterk terug te sturen in de richting van de ontworpen boorlijn kunnen er extra spanningen in de leidingen optreden en kan er hierdoor een kwalitatief mindere boring ontstaan.

Indien dit voorkomt is het advies een iets grotere afwijking te accepteren om zo een kwalitatief betere boring te verkrijgen.

**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



# V&G plan

## 4. V&G-plan

De werkzaamheden, rondom het uitvoeren van de horizontaal gestuurde boring, worden verricht volgens de richtlijnen uit het bedrijfshandboek van Van Vulpen B.V.

### 4.1 Inleiding

Het onderdeel V&G plan uit de analyse beschrijft de V&G-organisatie, V&G-inventarisatie en bijbehorende V&G-maatregelen die van toepassing zijn op dit werk.

### 4.2 Verspreiding van dit document

Het V&G-plan wordt gecontroleerd en verzonden aan:

- de opdrachtgever, t.a.v. de contactpersoon
- de directie van Van Vulpen BV
- de verantwoordelijke boormeester van bovengenoemde firma

Eventuele wijzigingen in het V&G-plan zullen door de boormeester in de projectmap vastgelegd worden.

De verantwoordelijkheid hiervoor berust bij de uitvoerder van dit project.

### 4.3 Werkomschrijving en werkuitvoering

Het aanbrengen van een buis met behulp van sleufloze technieken.

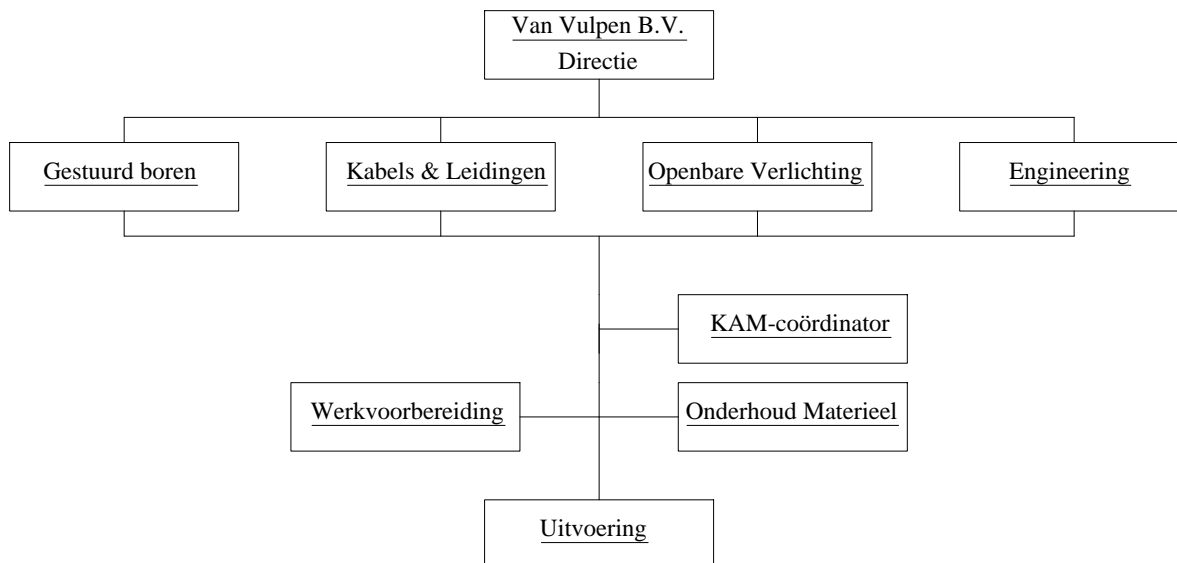
De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring is opgebouwd uit drie fasen. In de eerste fase wordt een pilotboring, vanaf het maaiveld, uitgevoerd in het ontworpen tracé. Na een neergaande bocht, een horizontaal gedeelte en een opgaande bocht wordt het uittredepunt bereikt.

Na het bereiken van het uittredepunt wordt een begin gemaakt met de tweede fase. Gedurende de tweede fase wordt de boorstreng teruggetrokken met aan het uiteinde een ruimer om de diameter van de boorgang te vergroten. Deze handeling kan meerdere malen worden herhaald om de gewenste diameter van de boorgang te bereiken.

Bij de laatste ruimgang wordt direct achter de ruimer de gereedliggende buis geïnstalleerd waarmee een begin wordt gemaakt met de derde fase. De buis wordt met behulp van een swivel en een trekkop aan de boorstreng gemonteerd. Door het gebruik van een swivel wordt het torderen van de buis voorkomen. Met het intrekken van de buis is de horizontaal gestuurde boring voltooid.

Nadere gegevens omtrent het uit te voeren werk zijn vastgelegd in het bestek van de opdrachtgever en het projectplan van Van Vulpen BV.

#### 4.4 Organisatie



Uitvoerder:	Dhr. P.C. Verwolf	(06-23444918)
Werkvoorbereider:	Dhr. K. Lazaroms	(06-30916956)
KAM-coördinator	Dhr. R.T.A. Verkerk	(06-15890878)
Engineer:	Dhr. E. Portman	(06-53413172)

Boormeester:	Dhr. E. Duizer	(06-46130488)
Pipe Site Assistent:	Dhr. C. Daou el Makane	
Grondwerker:	Dhr. H. Beijer	
Rig Site Assistent:	Dhr. P.A.A. van Weelden	
Mud Specialist:	Dhr. G. van Vianen	

Op dit project zijn alle regels van toepassing uit het gecertificeerde KAM zorgsysteem van Van Vulpen BV.

De functie van de V&G-coördinator wordt binnen Van Vulpen BV uitgeoefend door de KAM-coördinator. Deze is verantwoordelijk voor de naleving van de regels vastgelegd in het kwaliteits-, arbo- en milieu (KAM) zorgsysteem.

De functie van V&G-coördinator binnen het project wordt uitgeoefend door de verantwoordelijke uitvoerder. Deze is verantwoordelijk voor het vaststellen van de specifieke KAM-maatregelen voor dit project en het beschikbaar stellen van de vereiste beschermingsmiddelen.

De boormeester is verantwoordelijk voor een juiste uitvoering en toezicht op de voorgeschreven V&G maatregelen ter plaatse. Tevens is hij verplicht afwijkingen en gevaarlijke situaties te melden bij de uitvoerder, hiervoor passende maatregelen te nemen en deze vast te leggen in de projectmap.

**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



#### 4.5 Betrokken bedrijven

Vergunninghouder:

Naam : Liander N.V

Opdrachtgever:

Naam : Liander N.V.  
Contactpersoon : D. Koggel  
Postadres : Dijkgraaf 4  
Postcode + Plaats : 6920 AB Duiven  
Telefoon contactpersoon : 06-54933259  
Telefoon opdrachtgever : 088-5426444

Aannemer:

Naam : Van Vulpen  
Postadres : Postbus 231 / 4200 AE Gorinchem  
Adres : Vaart 18  
Postcode + Plaats : 4206 CG Gorinchem  
Telefoon algemeen : 0183-645060  
Telefax algemeen : 0183-648550

Contactpersoon : Dhr. P.C. Verwolf  
Telefoon : 06-23444918

Telefoon werkvoorbereiding : 0183-645069  
Telefax werkvoorbereiding : 0183-648550

Certificering : NEN-EN-ISO 9001:2000 / VCA\*\* /CKB/KIWA

Coördinatie van afspraken vindt plaats tussen de contactpersonen.

#### 4.6 Interne communicatie en voorlichting

De uitvoerder verstrekt aan de boormeester een projectmap met alle voor de uitvoering benodigde gegevens. Waar nodig geeft hij aan de boormeester mondelinge toelichting.

De boormeester licht bij aankomst op de werklocatie zijn assistenten in over alle te nemen maatregelen.

Maandelijks vindt er veiligheidsoverleg binnen elke ploeg plaats ondersteund door een onderwerp op schrift.

Een rapportage van de veiligheidsinspectie wordt maandelijks door de uitvoerder op de werklocaties opgesteld.

#### 4.7 V&G risico's en beschermende maatregelen

Activiteit	Risico's	Oorzaak	Maatregelen
Parkeren en manoeuvreren van materieel	Aanrijdgevaar	Overig wegverkeer	- Materieel in de berm plaatsen - PBM en verkeersvoorzieningen
Metten van positie boorkop	Aanrijdgevaar boorpersoneel	Overig wegverkeer	- dragen van verkeersvesten - verhoogde oplettendheid tijdens verblijf op de weggedeelten
Bediening boormachine	Aanraking draaiende delen	In werking zijnde machine	- correcte kleding - veiligheidsvoorschriften bediening in acht nemen
Bediening boormachine	Aanraking met bentoniet onder hoge druk	In werking zijnde machine	- veiligheidsvoorschriften bediening in acht nemen
Bediening boormachine	Gehoorbeschadiging	Lawaai in werking zijnde machine	- gehoorbescherming gebruiken
Boren	Blow-through	Te hoge druk op boorspoeling	- maximaal toegestane boordrukken niet overschrijden
Boren	Beschadiging aanwezige kabels en leidingen	Onvoldoende afstand	- KLIC gegevens hanteren - gepland boorprofiel zo goed mogelijk in acht nemen
Boren	Milieuvervuiling	Boorvloeistof met vervuilde grond	- Bij overvloedige aanwezigheid van boorvloeistof afvoeren conform projectinstructies
Trekken van boorstangen en buis	Breken van stangen	Te hoge trekkrachten	- maximaal toegestane trekkrachten niet overschrijden

#### 4.8 Noodsituaties

In geval van calamiteiten beschikt elke boorploeg over:

- verbandtrommel
- brandblusser
- mobiele telefoon
- een BHV-er
- standaard instructies voor maatregelen in noodsituaties

Het personeel heeft de plicht gevaarlijke situaties en ongevallen direct te melden bij de uitvoerder respectievelijk de directie.

**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



## **BIJLAGE I**

Grondonderzoek

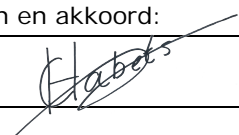
**Rapportage grondonderzoek**  
**Aan de Rijnkade – Verlengde Rijnkade**  
**Te Weesp**

**Opdrachtnummer:** GA170007.027  
**Rapportnummer:** R01  
**Versie:** V1.0

**Uw referentie:** 217048604

**Datum rapport:** 15 mei 2017

**Opdrachtgever:** Van Vulpen  
Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Opgesteld door	Ing. C. Habets	
Controle	Ing. K. Kalisz	



**Geonius Geotechniek B.V.**  
Breinderveldweg 15  
6365 CM Schinnen

**GEONIUS**  
CIVIEL GEOTECHNIEK MILIEU



Tel: 088-1300600  
Fax: 088-1300669  
Email: [info@geonius.eu](mailto:info@geonius.eu)  
Website: [www.geonius.eu](http://www.geonius.eu)

## INHOUDSOPGAVE

<b>1.0</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
<b>2.0</b>	<b>GRONDONDERZOEK .....</b>	<b>2</b>
2.1	Algemeen .....	2
2.2	Diepsonderingen .....	2
2.3	Inmeting .....	2

### Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Sondeergrafiek



## **1.0 INLEIDING**

Door Van Vulpen BV werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven om een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek.



## **2.0 GRONDONDERZOEK**

### **2.1 Algemeen**

Ten behoeve van het grondonderzoek is medio mei in totaal 1 diepsondering met waterspanningsmeting uitgevoerd.

### **2.2 Diepsonderingen**

De sondering is genummerd GA170007.027 SW01. De diepsondering is gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand en waterspanning continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sondering is uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

Bij de sondering is tevens de lokale wrijving gemeten. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige ongeroerde grondlagen.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende gronden ongeveer de navolgende relaties:

#### **Wrijvingsgetal in %**

0.3 - 1.5  
1.5 - 2.5  
2.5 - 5.0  
> 5.0

#### **Grondsoort**

Zand, grof tot fijn  
Silt  
Klei  
Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle mogelijk op een eventueel afwijken van de verticaal. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

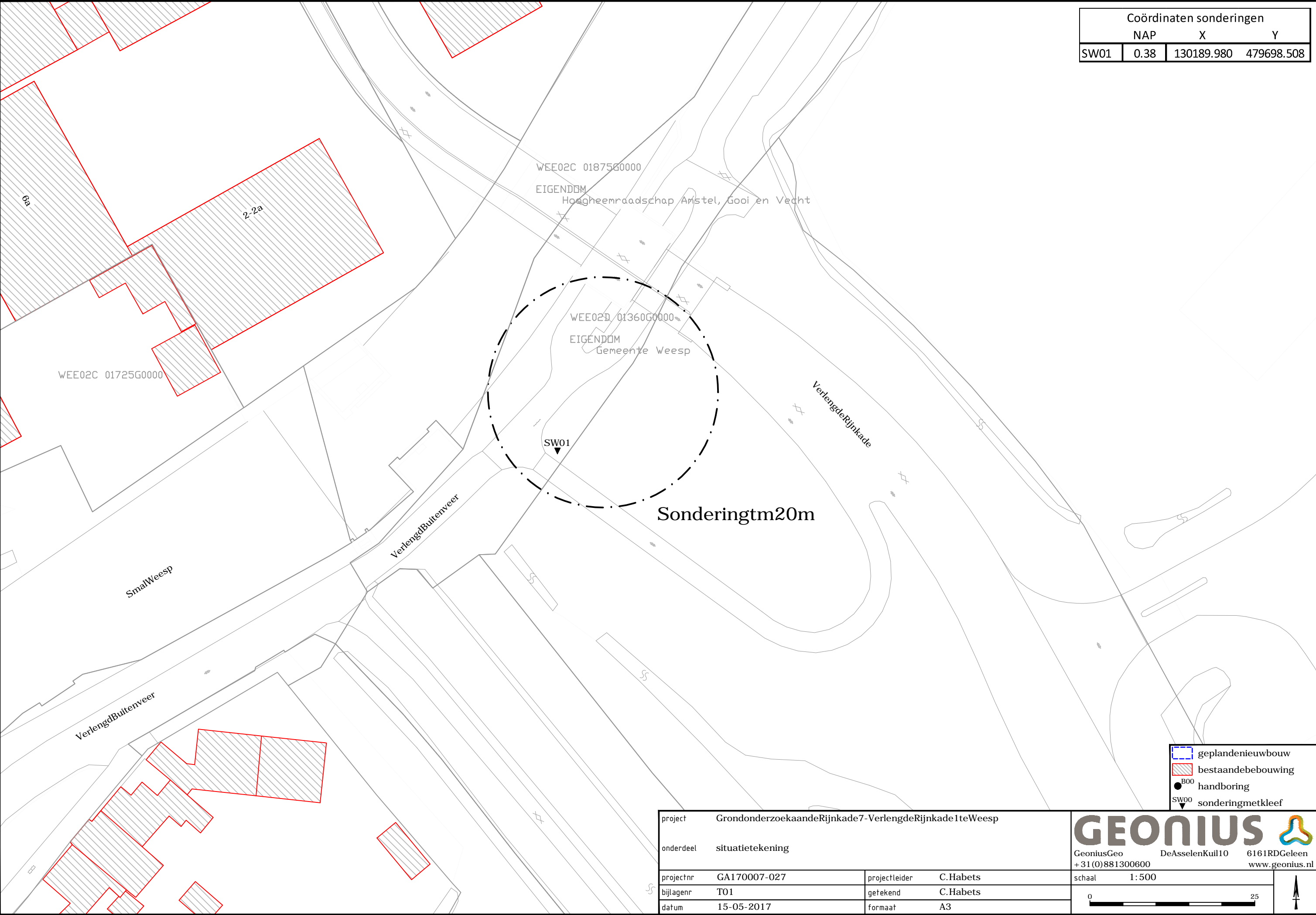
### **2.3 Inmeting**

De ligging van het onderzoekspunt is op de situatietekening in bijlage 1 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De ligging en hoogte van de sondering is door middel van 06-GPS ingemeten.



**Bijlage 1**

**Situatietekening**



Coördinaten sonderingen			
	NAP	X	Y
SW01	0.38	130189.980	479698.508

- geplanden nieuwbouw
- bestaande bebouwing
- handboring
- sondering met kleef

project	Grondonderzoek aan de Rijnkade 7 - Verlengde Rijnkade 1 te Weesp		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA170007-027	projectleider	C.Habets
bijlagenr	T01	getekend	C.Habets
datum	15-05-2017	formaat	A3

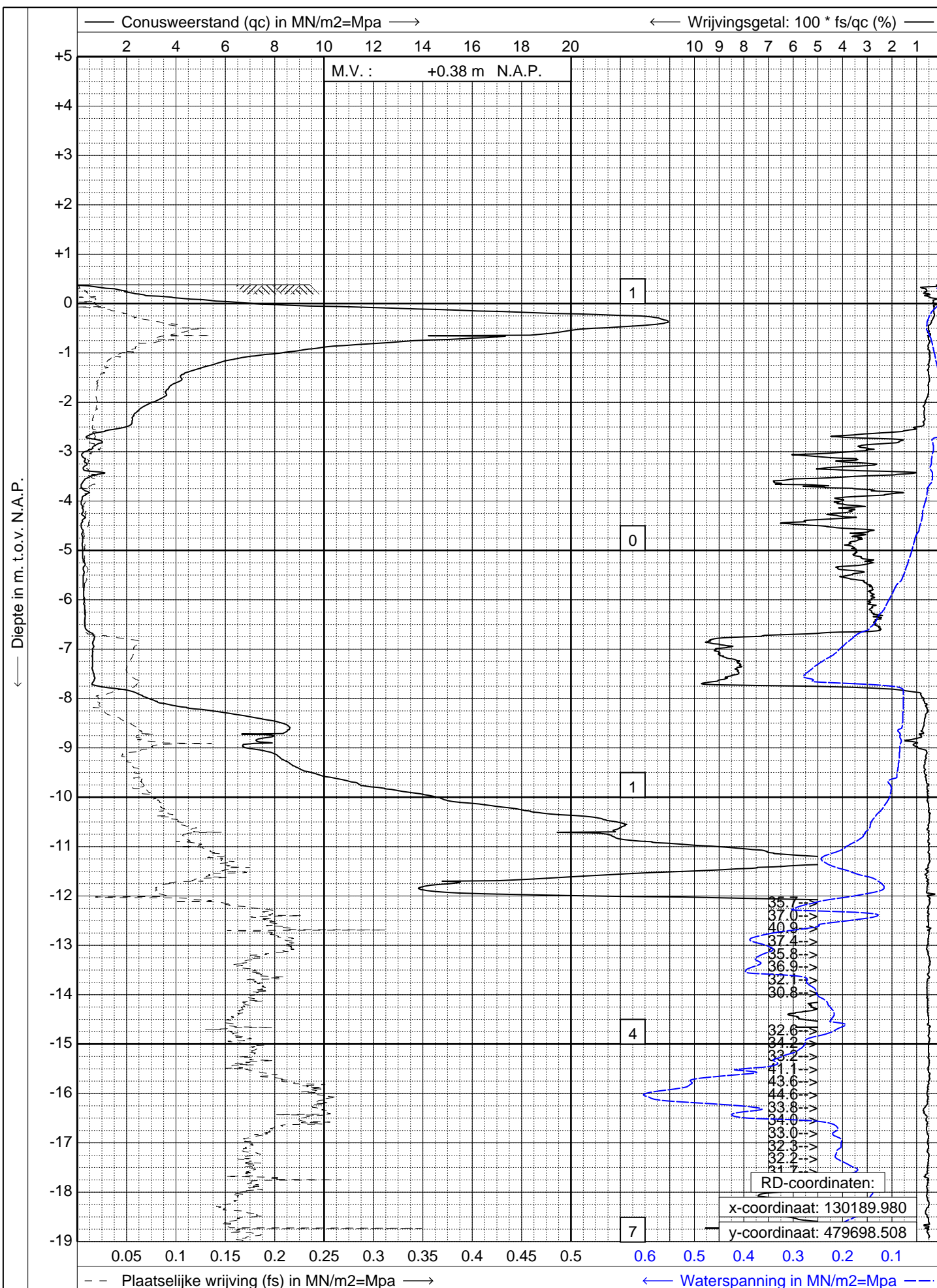
**GEONIUS**  
GeoniusGeo  
+31(0)881300600

De Asselen Kuil 10  
6161 RD Geleen  
www.geonius.nl

schaal 1:500

**Bijlage 2**

**Sondeergrafiek**



**GEONIUS**

www.geonius.eu  
 E-mail: info@geonius.eu  
 Tel.: 088-1300600  
 Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Grondonderzoek aan de Rijnkade**

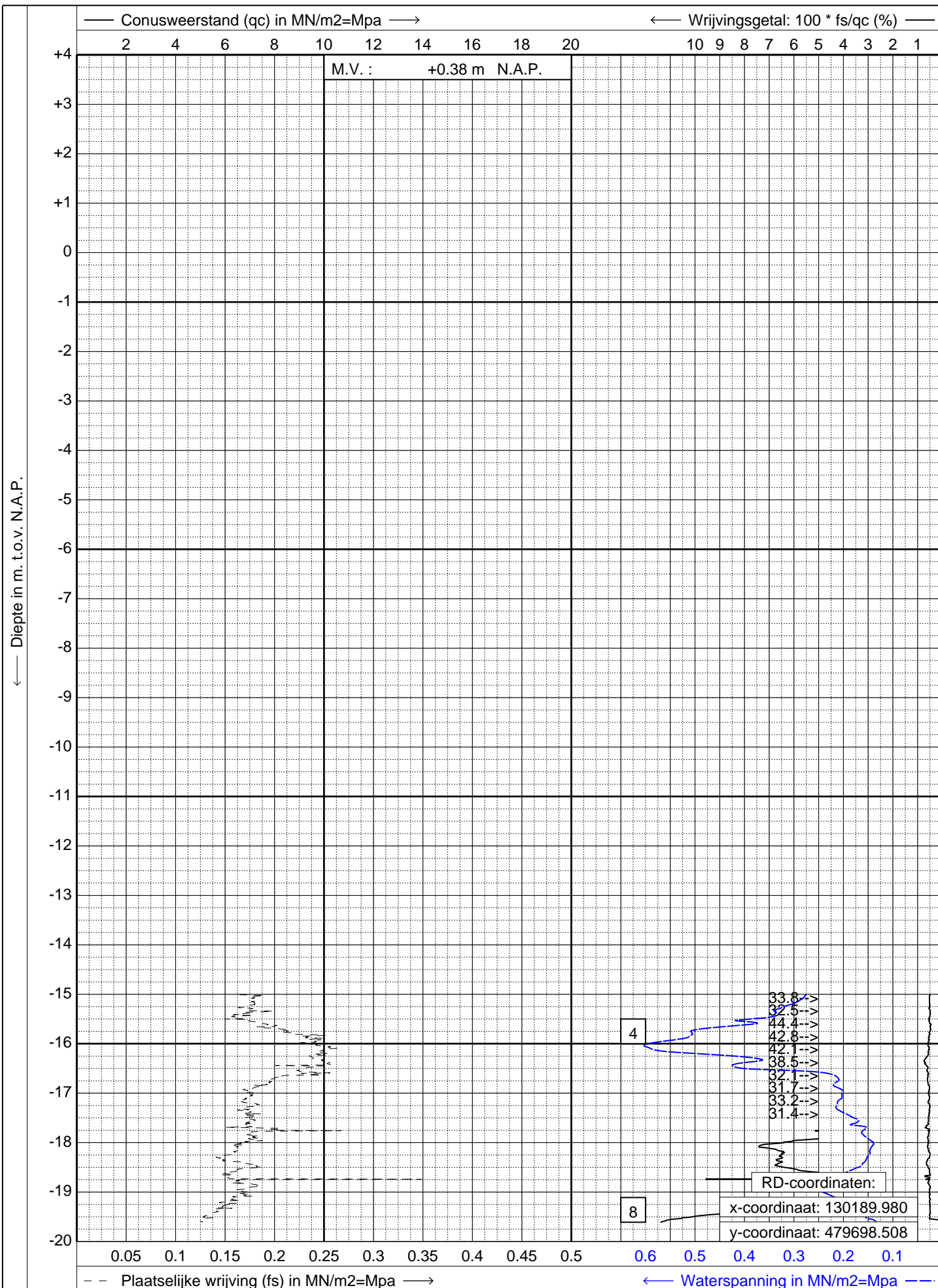
Locatie : **Weesp**

Datum : **15-05-2017**

Conus : **S15-CFIP.1481**

Opdracht : **GA170007-027**

Sondering : **01**



**GEONIUS**

www.geonius.eu  
E-mail: info@geonius.eu  
Tel.: 088-1300600  
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Grondonderzoek aan de Rijnkade**

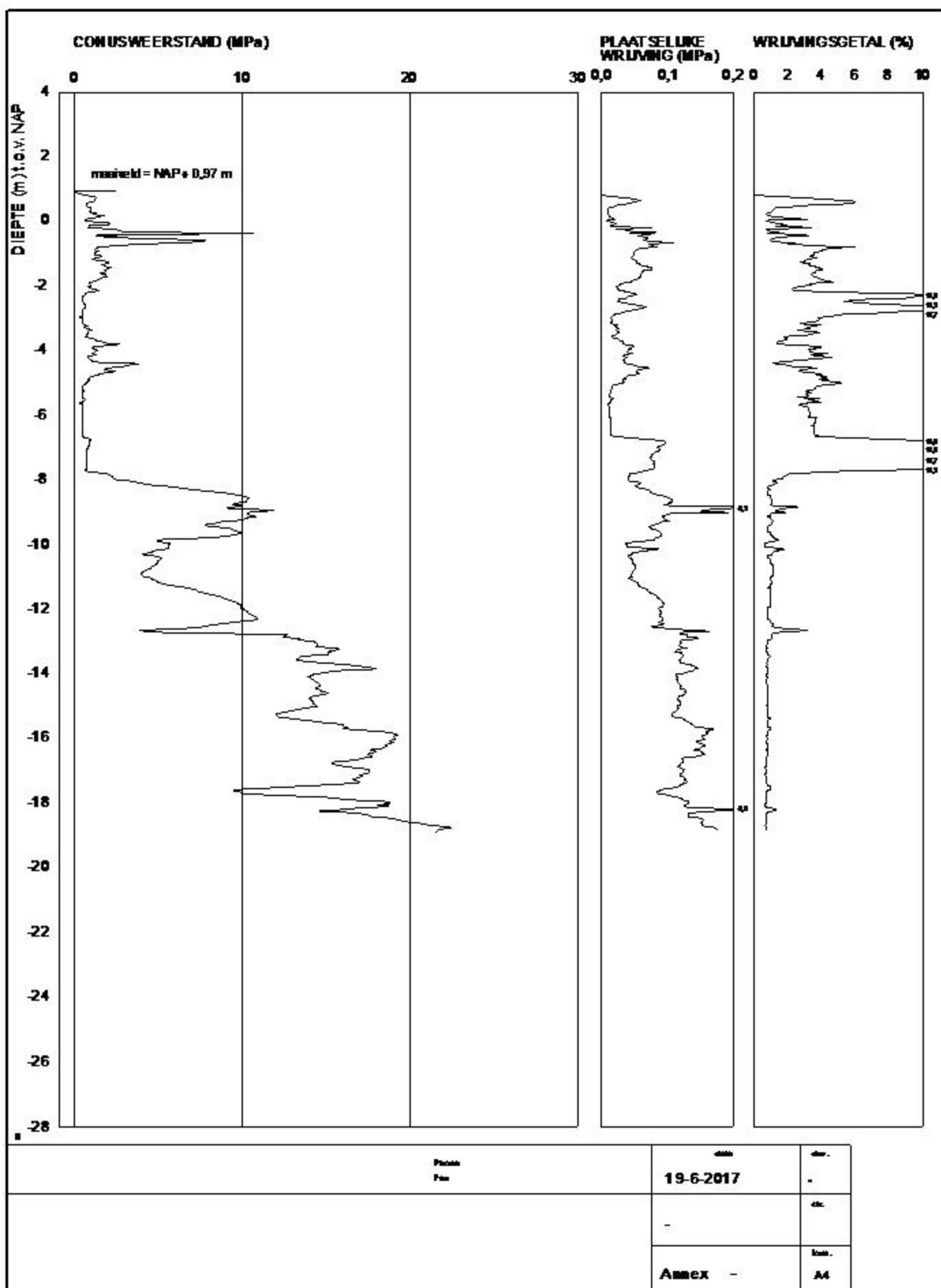
Locatie : **Weesp**

Datum : **15-05-2017**

Conus : **S15-CFIP.1481**

Opdracht : **GA170007-027**

Sondering : **01**



**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



## **BIJLAGE II**

Beschrijving boorvloeistof

## CEBOGEL OCMA

### Toepassing

- Aanmaken boorvloeistof voor gestuurde boringen. CEBOGEL OCMA is een allround boorproduct dat met name geschikt is voor machines met een trekkracht vanaf circa 30 ton.
- Aanmaken boorvloeistof voor grondboringen.

Voor een optimaal rendement heeft het **aanmaakwater** van de spoeling de volgende eigenschappen:

- Geleidbaarheid :  $\leq 1000 \mu\text{S/cm}$
- pH : 4,5 - 9

### Omschrijving

De basis voor CEBOGEL OCMA is een geactiveerde natrium bentoniet. CEBOGEL OCMA voldoet aan de OCMA-specificaties zoals vastgesteld voor olieboringen en is tevens KIWA-gecertificeerd.

### Voordelen

- Stabiliseert het boorgat
- Verbetert de afvoer van boorgruis
- Vermindert de torsie
- Makkelijk te recyclen
- Uitstekende prijs-kwaliteitverhouding
- Gecertificeerd volgens KIWA-ATA, dus veilig voor gebruik in drinkwatergebieden.

### Specificatie

- Voldoet aan de specificaties voor bentoniet zoals opgesteld door de "Oil Companies Materials Association DFCP-4"
- Wordt onder Kiwa Attest Toxicologische aspecten (ATA) geleverd, hetgeen garant staat voor een 100 % milieuvriendelijk product.

Parameter	Methode	Eis	Typische Waarde
Yield	OCMA DFCP-4	$\geq 16,0 \text{ m}^3/\text{ton}$	$17,4 \text{ m}^3/\text{ton}$
API Filtraatwaterverlies	OCMA DFCP-4	$\leq 15 \text{ ml}$	13 ml
Droge zeefanalyse door $150 \mu\text{m}$	OCMA DFCP-4	$\geq 98 \%$	99 %

Cebo Holland BV  
Westerduinweg 1  
NL-1976 BV IJMUIDEN  
P.O. Box 70  
NL-1970 AB IJMUIDEN

Tel.: +31 255546262  
Fax: +31 255546202  
e-mail : [sales@ceboholland.com](mailto:sales@ceboholland.com)  
[www.ceboholland.com](http://www.ceboholland.com)

Voor zover wij kunnen beoordelen is bovengenoemde informatie correct. Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.

Parameter	Methode	Eis	Typische Waarde
Natte zeefanalyse 75 µm	OCMA DFCP-4	≤ 2,5 %	2 %
Vochtgehalte	OCMA DFCP-4	≤ 15,0 %	9,8 %

## Chemische en fysische eigenschappen

Samenstelling	Hoogwaardige geactiveerde natrium bentoniet
Kleur	Geelbeige
Vorm	Zacht poeder

## Spoelingseigenschappen

Bij verschillende concentraties CEBOGEL OCMA aangemaakt in gedestilleerd water.

Parameter	Methode	30 kg/m <sup>3</sup>	40 kg/m <sup>3</sup>	50 kg/m <sup>3</sup>	60 kg/m <sup>3</sup>
Vloeigrens kogelnummer	Kugelharfengerät DIN 4126	1	1	2	4
Dichtheid	Mudbalans	1,02 g/ml	1,03 g/ml	1,03 g/ml	1,04 g/ml
Filtraatwaterverlies	DIN 4127	15,5 ml	13 ml	10 ml	8 ml
Marshfunnel API	API RP 13B 2 (1 liter uit)	31 s	38,5 s	46 s	54 s

## Verpakking

- 25 kg zakken per 1000 kg verpakt op een pallet met krimpfolie
- big bags van 1000 kg
- bulk

Cebo Holland BV  
Westerduinweg 1  
NL-1976 BV IJMUIDEN  
P.O. Box 70  
NL-1970 AB IJMUIDEN

Tel.: +31 255546262  
Fax: +31 255546202  
e-mail : [sales@ceboholland.com](mailto:sales@ceboholland.com)  
[www.ceboholland.com](http://www.ceboholland.com)

Revisiedatum : 28.09.2005  
Document nr : OC01IP

Voor zover wij kunnen beoordelen is bovengenoemde informatie correct. Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.

Nummer	K2112/02	Vervangt	K2112/01
Uitgegeven	2004-11-01	D.d.	1993-10-01

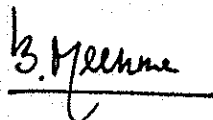
**Kiwa-ATA  
Cebogel OCMA**

Op grond van onderzoek, alsmede regelmatig door Kiwa uitgevoerde controles, wordt elk door

**Cebo Holland B.V.**

geleverd product, dat gespecificeerd is in dit certificaat, en dat voorzien is van het onder 'MERKEN' aangegeven Kiwa-ATA-keur, bij aflevering geacht te voldoen aan de Kiwa-ATA-criteria, zoals die zijn vastgelegd in de Kiwa-ATA-certificatieovereenkomst nr. K2112.

Kiwa N.V.



ing. B. Meekma  
Directeur  
Certificatie en Keuringen

Dit certificaat is afgegeven conform het 'Kiwa-Reglement voor het Product-certificaat: Attest Toxicologische Aspecten (ATA)' van 1 januari 1994.  
Dit certificaat bestaat uit 2 pagina's.  
Openbaarmaking van het certificaat is toegestaan.

Kiwa N.V.  
Certificatie en Keuringen  
Sir W. Churchill-laan 273  
Postbus 70  
2280 AB Rijswijk

Telefoon 070 41 44 400  
Fax 070 41 44 420  
E-mail [certif@kiwa.nl](mailto:certif@kiwa.nl)  
Internet [www.kiwa.nl](http://www.kiwa.nl)



**Leverancier**  
Cebo Holland B.V.  
Postbus 70  
1970 AB IJmuiden

Telefoon (0255) 54 62 62  
Telefax (0255) 54 62 02  
Internet site [www.ceboholland.nl](http://www.ceboholland.nl)

## Cebogel OCMA

### PRODUCTSPECIFICATIE

Dit certificaat heeft betrekking op de bentoniet 'Cebogel OCMA'.

### TOELATING

De producten zijn toegelaten op basis van de eisen die zijn vastgelegd in de 'Regeling materialen en chemicaliën leidingwatervoorziening' (gepubliceerd in de Staatscourant).

### ATA-CRITERIA

Aan de ATA-productcertificering liggen twee hoofdcriteria ten grondslag. Permanent dient voldaan te worden aan de:

- tijdens de toelatingsprocedure goedgekeurde productreceptuur. Wijzigingen hierin mogen uitsluitend doorgevoerd worden nadat de hiervoor geldende toelatingsprocedure met goed gevolg is doorlopen;
- de specifieke producteisen<sup>1</sup> (zie 'ATA-PRODUCTEISEN').

### ATA-PRODUCTEISEN

Het gehalte aan de volgende parameters in Cebogel OCMA dient minder te zijn dan de er achter genoemde zuiverheidseisen:

arsen:	100 mg/kg;
cadmium:	20 mg/kg;
chromium:	100 mg/kg;
kwik:	1 mg/kg;
lood:	100 mg/kg;
nikkel:	100 mg/kg.

### TOEPASSING EN GEBRUIK

Cebogel OCMA wordt gebruikt voor:

- Spoelingen bij dieptebooringen (voor aardoliewinning), geologisch bodemonderzoek, plaatsen van bronnen en (gestuurde) horizontale boringen;
- Bentoniet-suspensies als steunvloeistof bij het maken van diepen dichtwanden;
- Bentoniet-cement-suspensies bij het aanbrengen van diep- en dichtwanden;
- Glijmiddel bij het neerlaten van schachten en bij doorpersingen.

### MERKEN

Uitvoering van het voorgeschreven Kiwa-ATA-merk:

- Kiwa-ATA, opdruk met inkt of zegel.

Plaats van het merk:

- op het product, op de verpakking of op de begeleidende vrachtbrief (afleverbon).

Verplichte merken:

- 'Kiwa-ATA';
- 'Cebogel OCMA';
- 'K2112'.

### WENKEN VOOR DE AFNEMER

1. Inspecteer bij de aflevering of:
  - 1.1 geleverd is wat is overeengekomen;
  - 1.2 het merk en wijze van merken juist zijn;
  - 1.3 de producten geen zichtbare gebreken vertonen als gevolg van transport en dergelijke.
2. Indien u op grond van het hiervoor gestelde tot afkeuring overgaat, neem dan contact op met
  - 2.1 Cebo Holland B.V.  
en zo nodig met:
  - 2.2 Kiwa N.V.
3. Raadpleeg voor de juiste wijze van opslag en transport de verwerkingsrichtlijnen van de producent.
4. Controleer of dit certificaat nog geldig is. Raadpleeg hiertoe de Internet site van Kiwa ([www.kiwa.nl](http://www.kiwa.nl)).

### OVERIGE VOORWAARDEN

Er zijn geen overige voorwaarden van toepassing.

## Bewijs van Geschiktheid

**Colclay® D 90** wordt geproduceerd van natuurlijke calcium-bentoniet, welke is omgezet tot een natrium-bentoniet door middel van soda-activering. Door deze omzetting ontstaat een zeer plastische klei welke:

- zeer sterk de viscositeit van water verhoogt.
- sterk afsluitend, stabiliserend en smerend werkt.

**Colclay® D 90** wordt geproduceerd door deze klei te vermalen tot een fijn poeder met een constante fijnheid en vochtgehalte.

De gestandaardiseerde kwaliteit van **Colclay® D 90** is geborgd door middel van een ISO\_9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementplan. De controles van de grondstoffen alsook de controles tijdens productie garanderen een hoge en constante kwaliteit.

### Toepassing

- Zand-bentoniet afdichtingslagen
  - Met Colclay® D 90 kunnen afdichtingslagen worden gerealiseerd met een zeer lage doorlatendheidscoëfficiënt.
- Boorspoelingen
  - Met Colclay® D 90 zakt het zand niet uit en wordt het beter afgevoerd. Daarnaast wordt de wand gestabiliseerd en wordt verlies van spoeling voorkomen.

### Bouwstoffenbesluit

Het bouwstoffenbesluit is van toepassing op materialen die onder deel uitmaken van een bouwwerk die:

- steenachtig zijn;
- in een werk worden toegepast en
- buiten worden toegepast

Het bouwstoffenbesluit is bedoeld om van bouwstoffen vast te stellen hoe deze gedurende het bestaan van het bouwwerk de bodem kunnen beïnvloeden als gevolg van uitlogingen uit het bouwwerk.

Voor een boorspoeling is het BSB niet van toepassing omdat het vloeibaar is maar vooral omdat het geen onderdeel uitmaakt van het bouwwerk.

### FYSISCH EIGENSCHAPPEN

Typische waarden. Deze waarden zijn niet gegarandeerd.

			Methode
- 125 µm	%	97.5	Alpine air jet
Vochtgehalte	%	9.5	Halogeen vocht balans (105 °)
Water absorptie	%	800	Enslin, 24 uur
Methylene blue absorptie	mgMB/g	310	CUR 33/B
Stort gewicht	kg/m <sup>3</sup>	850	Böhme
pH		10	10% in water
Hardheid		1.5	Mohs' schaal
Dichtheid	g/cm <sup>3</sup>	2.4	He-pyknometer

### RHEOLOGISCHE EIGENSCHAPPEN

Typische waarden. Deze waarden zijn niet gegarandeerd.

			Methode
Fann viscositeit 600 tpm		35	API
Fann viscositeit 300 tpm		25	API
Marsh trechter viscositeit	s/l	50	API

**CHEMICAL ANALYSIS**

Typische waarden. Deze waarden zijn niet gegarandeerd.	gewicht %	Methode
Na <sub>2</sub> O	3.5	XRF
K <sub>2</sub> O	1	XRF
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17	XRF
SiO <sub>2</sub>	57	XRF
MgO	2.5	XRF
CaO	2.0	XRF
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7	XRF
TiO <sub>2</sub>	1	XRF
L.o.i.	8	1000 °C, 1 uur

**PRODUCT BESCHIKBAARHEID**

Dit product is beschikbaar in papieren zakken (25 kg) Big Bags en Bulk.



MineralsPlus  
mineralsplus.sibelco.com

**Worldwide**

Tel: +31 (0)43 3663755

[sales.mineralsplus@sibelco.com](mailto:sales.mineralsplus@sibelco.com)

[mineralsplus.sibelco.com](http://mineralsplus.sibelco.com)

Sibelco Europe MineralsPlus  
P.O. Box 423  
6200 AK Maastricht  
The Netherlands

December 2012

Deze informatie is alleen bedoeld om gebruikt te worden door personen welke gekwalificeerd zijn om de geschiktheid van dit product in de betreffende toepassing te kunnen beoordelen. Er wordt geen garantie gegeven, noch aansprakelijkheid geaccepteerd. De toepassing van deze gegevens en het gebruik van dit product gebeurt op eigen risico. De informatie op dit blad bevat alleen typische eigenschappen. Geen van deze gegevens mogen worden geïnterpreteerd als minimale of maximale waarden.

**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

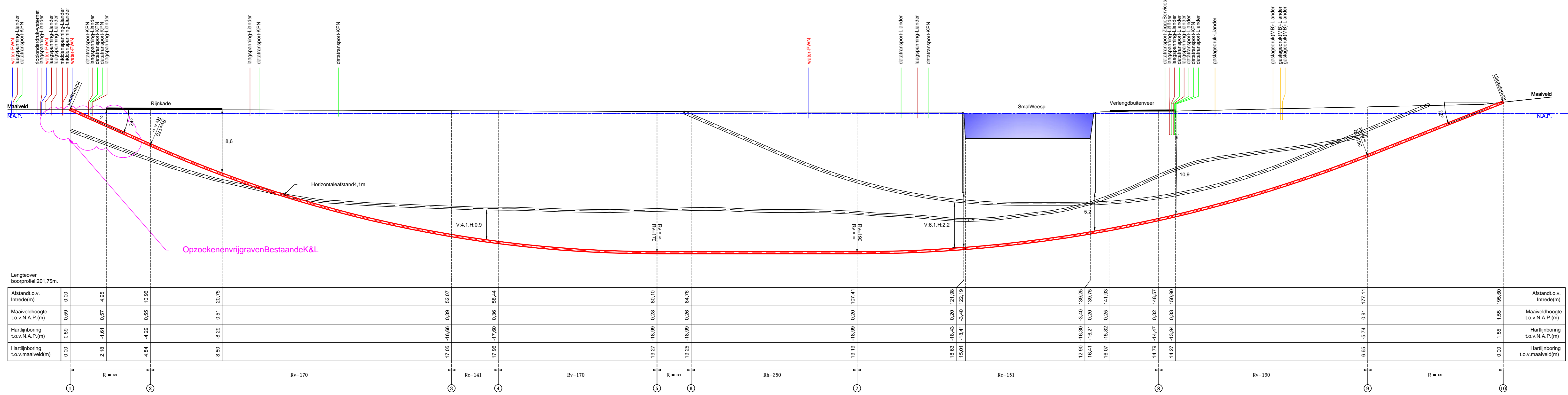
T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



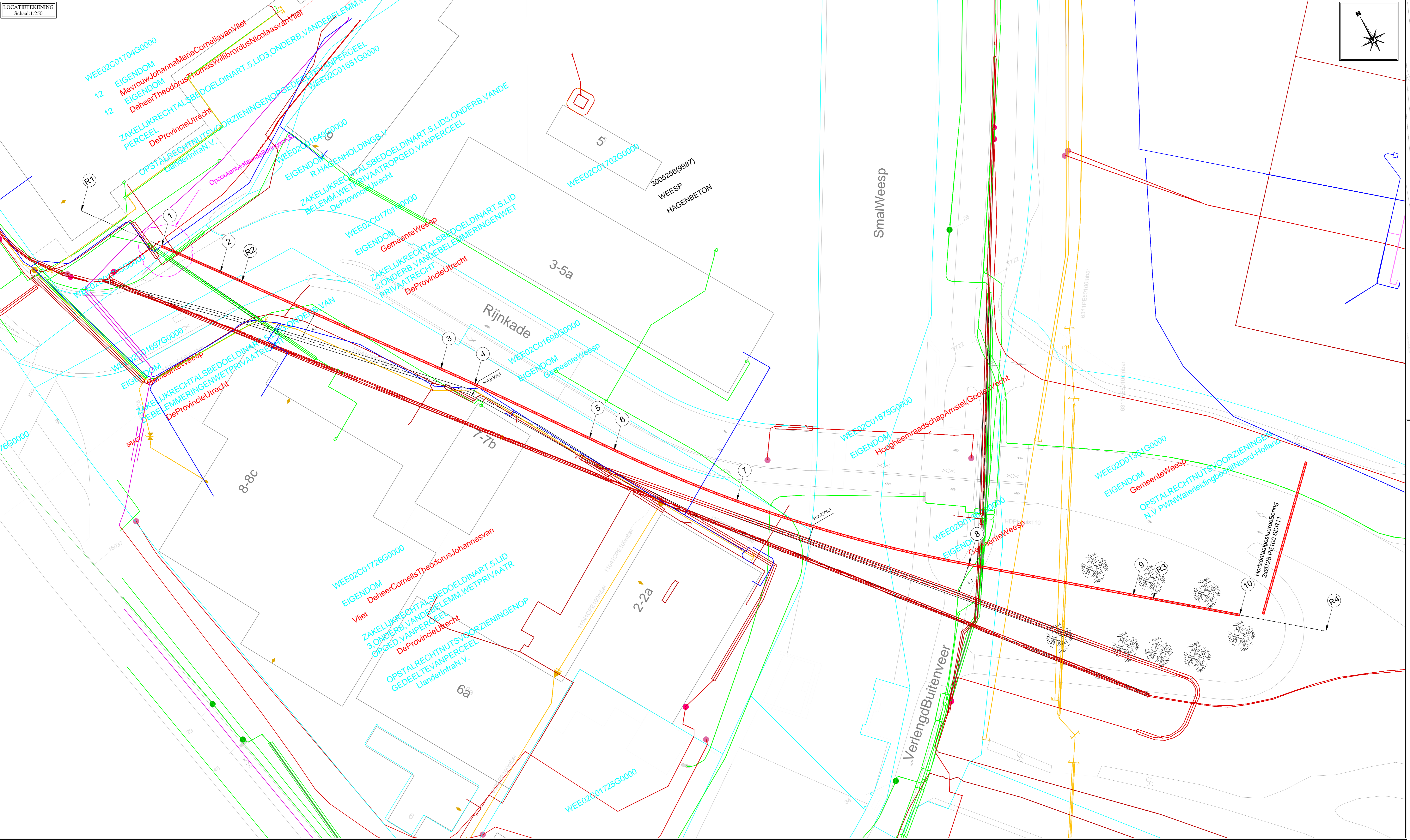
## **BIJLAGE III**

Tekeningen

DWARSPROFIEL  
Schaal: 1:250

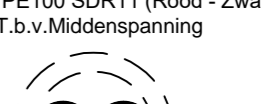


LOCATIE TEKENING  
Schaal: 1:250



OVERZICHTTEKENING  
Schaal: 1:1000



Dwarsdoorsnede: Schaal: 1:20		Codelijst Bakings Rechtsgevoel 75m				
TEBONEDORP 2x67x10 PE10 SDRII (Road - Zwart) 1 x 4x6x10mm		NR	Omschrijving	X-Coord	Y-Coord	Z-Coord
		R1	15m voorsteedpunt	130093.82	479840.62	0.00
		1	15m voorsteedpunt	130102.79	479838.53	0.50
		2	Beginverkeersbaan	130109.27	479819.69	-4.29
		R2	5m voorsteedpunt	130111.66	479816.63	0.00
		3	Beginverkeersbaan	130133.68	479786.54	-18.86
		4	Endverkeersbaan	130137.28	479781.35	-17.6
		5	Endverkeersbaan	130140.64	479763.56	-18.99
		6	Beginverkeersbaan	130152.3	479762.14	-18.99
		7	Beginverkeersbaan	130160.05	479741.75	-18.99
		8	Endverkeersbaan	130194.97	479712.62	-14.47
		9	Endverkeersbaan	130214.64	479693.96	-5.74
		R3	15m voorsteedpunt	130219.29	479691.69	0.00
		10	15m voorsteedpunt	130226.68	479681.93	1.55
		R4	15m voorsteedpunt	130242.98	479672.15	0.00

Legendebestanden: Schaal: 1:20		Legendebestanden: Schaal: 1:1000																							
<table><tr><td>—</td><td>Dataproject</td></tr><tr><td>—</td><td>Gasleiding</td></tr><tr><td>—</td><td>Laagspanning</td></tr><tr><td>—</td><td>Mediumspanning</td></tr><tr><td>—</td><td>Risicobestuur</td></tr><tr><td>—</td><td>Risicobestuur</td></tr><tr><td>—</td><td>Water</td></tr></table>		—	Dataproject	—	Gasleiding	—	Laagspanning	—	Mediumspanning	—	Risicobestuur	—	Risicobestuur	—	Water	<table><tr><td>—</td><td>Bestaande bouw</td></tr><tr><td>—</td><td>Nieuwbouw</td></tr><tr><td>—</td><td>Kadastrale grens</td></tr><tr><td>—</td><td>Sondering</td></tr></table>		—	Bestaande bouw	—	Nieuwbouw	—	Kadastrale grens	—	Sondering
—	Dataproject																								
—	Gasleiding																								
—	Laagspanning																								
—	Mediumspanning																								
—	Risicobestuur																								
—	Risicobestuur																								
—	Water																								
—	Bestaande bouw																								
—	Nieuwbouw																								
—	Kadastrale grens																								
—	Sondering																								

Opmerkingen:

De getoonde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oorspronkelijke tekening(en) 70022303. De kabels en leidingen van de tekening(en) 70022303 zijn afkomstig uit de oorspronkelijke tekening(en) 70022303.

De getoonde kabels en leidingen zijn afkomstig uit de oorspronkelijke tekening(en) 70022303. De kabels en leidingen van de tekening(en) 70022303 zijn afkomstig uit de oorspronkelijke tekening(en) 70022303.

Werkomschrijving:

HDD1  
2xØ160 PE100 SDR11 (Rood - Zwart)

14xv-Middenspanning

Locatie:

Rijksweg7-VerlengdeRijksweg1

Verzameling:

Utrechtseweg8  
6912AHARNHEM

Opdrachtgever:

Lander  
Dijkgraaf4  
6921KLDUIVEN

Geometrieel:

FK

Datum:

16-6-2017

Schaal:

Druiven

Formaat:

A0

Projectnummer:

217048604

Van Vulpen

**Bezoekadres**

Vaart 18  
4206 CG Gorinchem

**Postadres**

Postbus 231  
4200 AE Gorinchem

T: 0183 64 50 60  
F: 0183 64 85 50



## **BIJLAGE IV**

Beschrijving Gyro meetsysteem

# ***Gyro Steering Tools***

## **Advantages with respect to downhole measurements with magnetic steering tools :**

- No read-out errors due to the disturbance of the Earth's magnetic field.
- No need for use of non-magnetic materials ( "Non-Mags").
- Insensitive to shocks and vibrations.
- Far higher accuracy of azimuth and pitch possible, resulting in more accurate following of the desired trajectory.
- Measurement with respect to true North ( North Seeking while drilling).

## **Specifications :**

**Length / diameter** of measuring drillstring, installed directly behind the drillhead : 2000/ 170 mm.

## **Accuracy :**

- Pitch, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,01 [degr.]
- Azimuth , accuracy (3 Sigma) : +/- 0,04 [degr.]

## **Installation :**

The measuring drillstring is provided with standard API threaded connections, making installation easy.  
The mudflow is not interrupted. Mudflow channels are provided.

Since many years Brownline used magnetometer / accelerometer based strap-down probes for drillhead guidance. The surveyor at the job is needed for this type of probes, as a lot of experience is required to translate the information from these magnetometer based probes. Magnetometers using the Earth magnetic field as reference can give wrong read-outs due to the presence of materials, which can be or are magnetized and due to electric current carrying wires. Only due the surveyor's experience these disturbances of the Earth magnetic field can be filtered.

Brownline started a new magnetometer based probe design early 1999. The emphasis was to automatically compensate for the disturbances of the Earth magnetic field. This automatic compensation already proved in the first months of the project to be very difficult to realize. Consequently Brownline started a simultaneous new design, where gyroscopic sensors were used in order to avoid these magnetic disturbances. The emphasis for this type of gyroscopic probe not only was on magnetic disturbance insensitivity, but also on a far higher accuracy, such that this gyroscopic system in conjunction with a dead-reckoning program could match the trajectory accuracy of the artificial magnetic field systems.

Moreover the aim was to get a trajectory position measuring system, which is predictable and which can be used by less experienced engineers or by automated drilling systems.

Presently Brownline co-operates with iMAR of St. Ingbert, Germany for the joint development and marketing of gyroscopic based navigation tools for the drilling industry.

## 1. NAVIGATION BY MAGNETOMETERS AND ACCELEROMETERS AND WIRELESS TRANSMISSION.

Figure 1 shows the present Browline magnetometer based system, which was developed in the years 1999 / 2000. Navigation is achieved by the use of three magneto-resistive magnetometers and three accelerometers. This is a well-known configuration. However the wireless signal transmission developed for this probe uses new technology. Downhole electronics are used to modulate the signals. A downhole transmitter sends signals via the drillstring. The negative pole can be placed anywhere above the drillstring at the surface. the signals are demodulated at the surface in the receiver electronics. This wireless transmission system sends three times per second data to the surface. The data string contains the azimuth, pitch and roll angles of the drillhead, as well as downhole internal probe temperature and the mud pressure.

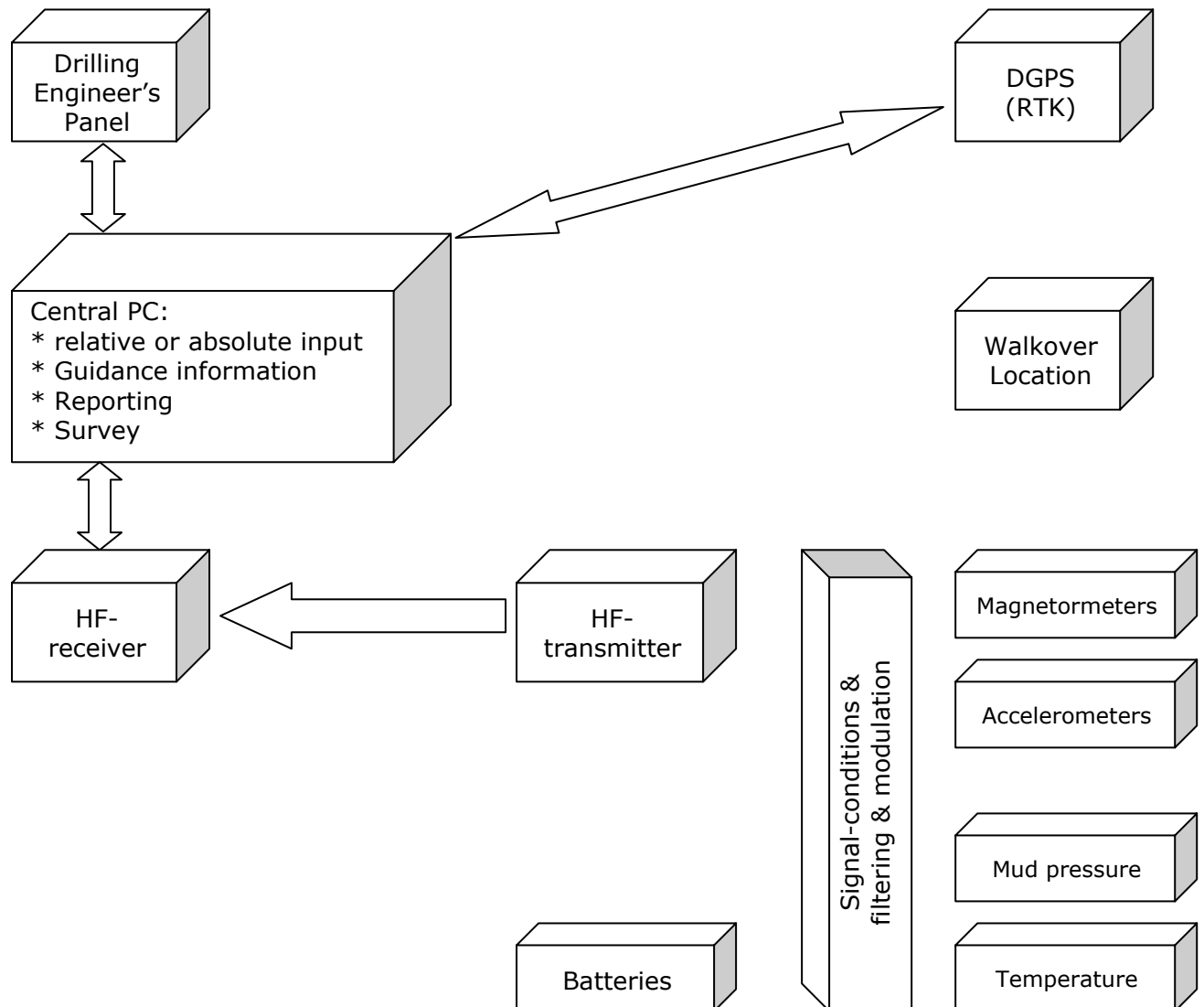


Figure 1. Overview of elements of magnetometer based navigation tool. The downhole data is wireless transmitted in order to save time for wireline connections during drilling.

The original idea was to compensate for disturbances of the Earth magnetic field via the application of two downhole sensor units at a certain distance. Via a gradiometer like principle a compensation could be achieved. However, very accurate sensing of the magnetic field is required.

## 2. GYROSCOPIC SENSORS.

Various tests proved that it is extremely difficult to compensate for the disturbance of the Earth magnetic field. Very accurate measurement of the Hx, Hy and Hz vectors is required. Brownline already in late 2000 started investigations for other sensors as the magnetic based ones. The present Brownline simplex magnetic based sensor probe has an accuracy of the azimuthing angle of 0.40 [degrees]. This is not sufficient accurate for drilling jobs in highly urbanized areas or for drillings over long distances in conjunction with dead-reckoning. So Brownline did not simply look for a direct replacement of the magnetometer based probe, but also looked for a far higher accuracy. Various gyroscopes were investigated. Mechanical dynamical tuned types proved to be too unreliable. Vibrating gyroscopes still were too inaccurate, although the dimensions are small. This led to the choice of fiber optic gyroscopes (FOG) and Ring Laser Gyroscopes (RLG) to start with. By using FOGs or RLGs very accurate azimuthing angles with respect to the geographic North can be measured. An accuracy of ten times better as for magnetic sensor based probes is possible. Having an azimuthing accuracy of 0.04 [degrees] and a reliable drillstring stroke measurement will give a trajectory measurement accuracy, which is better than possible with other navigation means.

Figure 2 shows a typical RLG, which is used as base for the new gyroscopic navigation tool. Data are transmitted either via wireline (10 times per second) or wireless (3 times per second).



Figure 2.

Probe with Ring Laser Gyroscope, the robust housing is suitable for a rough environment with high vibrations and shock loading.

The unit contains three perpendicular installed RLG's and three perpendicular installed servo-balanced accelerometers, as well as micro-controllers for processing and filtering of the measured data.

The total unit is build into the drillstring close to the drillhead.

This drillstring part contains a second micro-controller for processing of strain gage and mud pressure signals, as well as for modulation and transmission.

The Brownline gyroscopic probe system is presently being build. For the gyroscopic systems Brownline cooperates with iMAR of St Ingbert, Germany.

The gyroscopic navigation tool gives the following signals at a rate of ten times per second via a wireline to the surface receiver :

- Roll, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,02 [degr.]
- Pitch, accuracy (3 Sigma) : +/- 0,01 [degr.]
- Azimuth , accuracy (3 Sigma) : +/- 0,04 [degr.]
- Vibration level
- Temperature, accuracy : +/- 0,5 [degr. C]
- Mud pressure, accuracy : +/- 0.05 [bar]
- E-power state
- Too high RPM (binary : TRUE or FALSE)
- Error message
- Status message
- North seeking state
- Pulling / pushing force.
- Bending moment (radius).
- Steering torque.

The wireline connection is a single wire used for electric power supply to the downhole system and used for signal transmission to the surface. Downhole batteries are provided for continuation of power supply, while a drill pipe is connected. The wireless option, as used for the magnetometer based systems could also be used, but the update rate is lower and larger downhole battery packs are required.

The downhole processing is very powerful, extensive filter technologies are used, based on iMAR's well-known system algorithm for sea and land navigation systems.

### 3.SIGNAL PROCESSING AND HUMAN MACHINE INTERFACES ( HMI).

For both the magnetometer based and the gyroscopic navigation systems, Brownline uses a receiver unit at the surface. This receiver unit receives the downline string, either wireless or via a wireline and demodulates the signals. Also the cylinder stroke measurement signal of the drilling machine is received on this receiver unit. The receiver unit is connected with a PC, where the trajectory advice is computed. The planned trajectory is compared with the trajectory calculated from the measured downhole pipe length, the actual azimuth angle and the actual pitch.

Figure 3 depicts the HMI guidance display for the magnetometer based system.

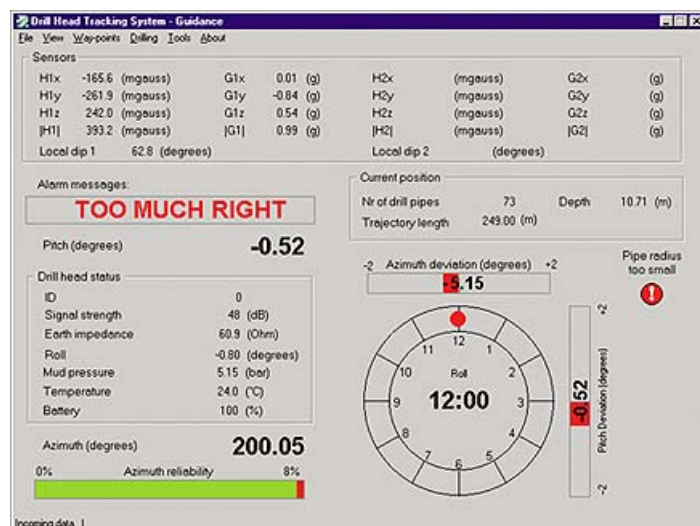


Figure 3. Guidance display of present magnetometer based navigation system. When the azimuth and pitch deviation is kept at zero, the desired track is followed. The reliability bar indicates whether a disturbance of the Earth's magnetic field exists.

At the drilling machine a drilling engineer display is installed giving information on the actual difference between the desired and the actual track and the roll angle of the tool face. Also warnings etc. are given in case of dangerous steering actions. Figure 4 shows the drilling engineer's display. At the surveyors' display, at different pages, also information (graphical and numerical) is given on the planned and the actual track.

Reports can be given in local grid co-ordinates or in WGS84 format. The Ring Laser Gyroscope unit also is very well suitable to be used for surveying after reaming and installation of a pipe. This unit will then be used in conjunction with a DGPS (RTK) system. The DGPS is used to precisely measure the entry and the exit location of the drilled trajectory. This combination gives unsurpassed surveying accuracy. Again reports are given in local grid co-ordinates or in WGS84 format.



Figure 4. The display of the drilling engineer, which additional to the PC display of the surveyor. The drilling engineer pushes a button to let the software count for the number of pipes of known length. For RLG system the drilling machine cylinder stroke is measured to avoid human errors.