

Opdrachtgever : Liandon B.V.
Contactpersoon : Dhr. H. Sattari
Adres : Basisweg 10
Plaats: : 1043 AP Amsterdam

MEMO

Onderwerp : Gesteurde boring Ouderkerk aan den Amstel (RTO-621)

Horizontaal gestuurde boring (HDD 5)

t.b.v. verlegging 150kV kabelverbinding AMV - BZ

Holendrechteweg, Ouderkerk aan den Amstel



Figuur 1 overzicht werklocatie

Versie	Datum	Status	Opgesteld door	Gecontroleerd	Voor akkoord
1	29-03-2017	Definitief	MvE	BV	JV

Tabel 1 Versie- en wijzigingsoverzicht

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	3
2.	Uitgangspunten.....	4
2.1	Informatie	4
2.2	Voorschriften en literatuur	4
2.3	Ontwerp.....	4
3.	Werkomschrijving	5
3.1	Algemeen	5
4.	Materieel	8
4.1	Voorstel in te zetten boormaterieel	8
4.2	In te zetten meetsysteem	8
4.3	Afwijkingen	9
4.4	Boortechnische wijze van uitvoeren.....	9
4.5	Kwaliteitsregistratie van de boring	9
4.6	Registratie bentoniet	10
4.7	Registratie aanmaakwater	10
4.8	Bouwmaterialen	10
5.	Beoordeling gestuurde boring	11
5.1	Tijdschema	11
5.2	Locatie in- en uittredepunt	11
5.3	Geotechnisch onderzoek	12
5.4	Beschrijving grondgesteldheid	12
5.5	Grondwaterstanden.....	12
6.	Berekeningsresultaten.....	13
6.1	Boorspoeldrukken	13
6.2	Sterkteberekening	13
6.3	Trekkracht berekening	14

Lijst met tabellen

Tabel 1	Versie- en wijzigingsoverzicht	1
Tabel 2	Specificaties boring	4
Tabel 3	Specificaties mantelbuizen	4
Tabel 4	Maximale afwijking pilotboring (volgens NEN 3650)	9
Tabel 5	Grondwaterstanden	12
Tabel 6	Toetsing materiaalspanningen (HDPE 200mm).....	14
Tabel 7	Voorspelling trekkracht.....	14

Lijst met figuren

Figuur 1	overzicht werklocatie	1
Figuur 2	pilotboring	5
Figuur 3	ruimfase.....	6
Figuur 4	intrefase	7
Figuur 5	boor-rig	8
Figuur 6	schematische bodemopbouw (D-Geo Pipeline).....	12
Figuur 7	boorspoeldrukken tijdens pilotboring.....	13

Lijst met bijlagen

Bijlage 1	Boortekening.....	15
Bijlage 2	Grondonderzoek	16
Bijlage 3	Resultaten D-Geo Pipeline berekening	17
Bijlage 4	Foto's locatie.....	18
Bijlage 5	Specificaties gyro meetsysteem	19
Bijlage 6	Beschrijving boorvloeistof	20

1. Inleiding

Liandon B.V. bereidt momenteel de verlegging van een hoogspanningsverbinding voor aan de Verlengde Polderweg te Ouderkerk aan den Amstel. Deze verlegging is noodzakelijk i.v.m. de geplande verbreding van de A9 door Rijkswaterstaat.

De bestaande kabelverbinding kruist middels een zinker de Amstel, daarvandaan passeert deze de Rondhoep West en gaat parallel lopen met de A9 en de Verlengde Polderweg. Ter hoogte van de Rondehoep Oost kruist deze opnieuw een water (Bullewijk) in de richting van de Holendrechtseweg. De A9 ter hoogte van de Verlengde Polderweg zal dusdanig worden gereconstrueerd dat deze boven de bestaande kabelverbinding komt te liggen. Vooruitlopend op de werkzaamheden t.a.v. de reconstructie zal de kabelverbinding daarom verlegd moeten worden.

De verlegging zal grotendeels plaatsvinden door het aanbrengen van horizontaal gestuurde boringen. Nadat de nieuwe hoogspanningskabels zijn aangebracht zullen aan weerszijden van de het tracé moffen worden aangebracht om aan te sluiten op de bestaande kabelverbinding.

Dit rapport behandelt de aanleg van de horizontaal gestuurde boring (HDD 5) aan de Holendrechtseweg.

2. Uitgangspunten

2.1 Informatie

Voor dit schrijven hebben de volgende documenten als input gediend:

- Tekening(en):
 - o RTO-621-BO-01B.dwg
 - o bestaand en nieuw trace.dwg
 - o Tekening-stuw-benningh-pdf-132.pdf
- Document(en):
 - o KLIC 16O077492 en gerelateerde detailtekeningen
 - o Legger waterschap Amstel, Gooi en Vecht
- Grondonderzoek
 - o Wiertsema & Partners 67132
 - o GA170132.R01v1.0

2.2 Voorschriften en literatuur

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boringen en de berekeningen zijn gebaseerd op de volgende normen en voorschriften:

- NEN3650-1:2012 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 1: Algemeen
- NEN3650-3:2012 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 3: Kunststoffen
- NEN3651:2012 Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken
- Richtlijn boortechneiken Rijkswaterstaat januari 2004
- DCA (Drilling Contractors Association) Technical Guidelines 2nd Edition february 2001

2.3 Ontwerp

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring is weergegeven op de ontwerptekening welke is opgenomen in Bijlage 1. In onderstaande tabel zijn de eigenschappen van de horizontaal gestuurde boring gespecificeerd:

Omschrijving	Waarde	Eenheid
Lengte	254.9	m
Intredehoek	15	°
Uittredehoek	15	°
Neergaande bochtstraal	300	m
Opgaande bochtstraal	300	m
Horizontale bochtstraal	210	m

Tabel 2 Specificaties boring

Omschrijving	
Materiaal	HPE SDR11
Uitwendige diameter	200mm
Wanddikte	18.2mm
Aantal	4

Tabel 3 Specificaties mantelbuizen

3. Werkomschrijving

3.1 Algemeen

Bij het aanleggen van ondergrondse netwerken, die bestaan uit kabels en leidingen, kunnen horizontaal gestuurde boringen worden toegepast om o.a. wegen, watergangen en andere bovengrondse- en ondergrondse infrastructurele constructies te kruisen. Door het toepassen van deze sleufloze techniek wordt de overlast voor de omgeving tot een minimum beperkt.

Een gestuurde boring bestaat uit 3 fasen, te weten:

- Fase 1, pilotboring;
- Fase 2, ruimen;
- Fase 3, intrekken mantelbuizen.

Tijdens alle fasen wordt er gebruik gemaakt van boorspoeling. De boorspoeling is een water bentonietmengsel waar eventueel additieven aan toegevoegd kunnen worden om gewenste eigenschappen te verkrijgen. De samenstelling van de boorspoeling is met name afhankelijk van het in te zetten materieel, de grondsoort en de kwaliteit van het grondwater.

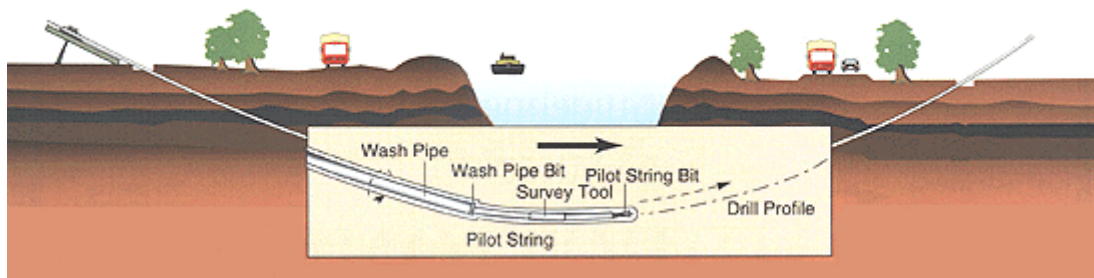
De voornaamste functies van de boorspoeling zijn:

- Medium voor lossputten van grond via nozzles in de boorkop of ruimer;
- Afvoeren / transporteren losgespoten grond;
- In stand houden boorgat;
- Afpleisteren van de tunnelwand (filtercake);
- Smering van de boorstreng en de in te trekken mantelbuizen;
- Koeling van de boorkop / boorbit en aandrijven mudmotor.

De boorspoeling wordt door middel van een hogedrukpomp door de boorstangen naar de boorkop of ruimer gepompt. Vervolgens zal de boorspoeling onder hoge druk via diverse nozzles in de boorkop of ruimer de grond of tunnel in worden gepompt.

Bij een gestuurde boring worden de werkzaamheden vanaf het maaiveld uitgevoerd. Een gestuurde boring bestaat doorgaans uit twee werkterreinen. Een rig-site, (intredepunt) waar onder andere de boor-rig opgesteld is, en een pipe-site (uittredepunt) waar de in te trekken mantelbuizen samengesteld en klaargelegd worden.

Fase 1: De pilotboring



Figuur 2 pilotboring

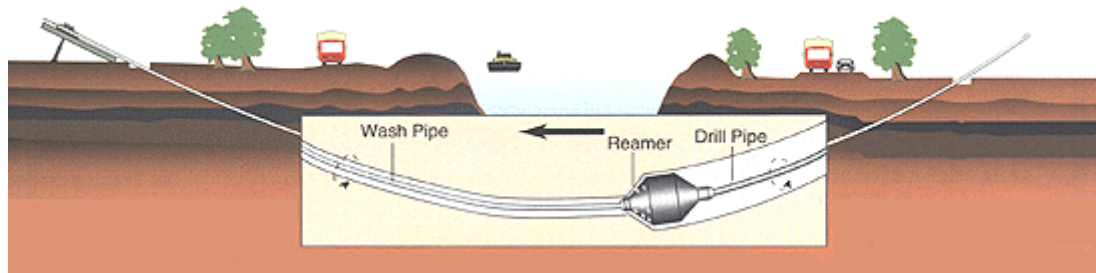
Aan de voorkant van de boorstreng is een boorkop aangebracht. De boorspoeling wordt via de boorstreng naar de boorkop gepompt en wordt samen met de losgewoelde grond langs de buitenzijde van de boorstreng door de boortunnel afgevoerd. Over het eerste gedeelte van de boorstreng kan eventueel een casing / beschermbuis worden aangebracht in de volgende gevallen:

- indien de boorgatstabiliteit in gevaar komt;
- indien gevaar bestaat voor een blow-out op een kwetsbare plek;
- indien gevaar bestaat voor knikken van de boorstang.

Het eerste deel van een gestuurde boring bestaat uit een rechtstand onder een vooraf bepaalde intredehoek. Deze rechtstand gaat over in een neergaande verticale of gecombineerde bocht. Gevolgd door een horizontale rechtstand (eventueel met een horizontale bocht) hierna volgt er een opgaande verticale of gecombineerde bocht met aan het einde een rechtstand tot het uittredepunt, eveneens onder een vooraf bepaalde uittredehoek.

De driedimensionale plaatsbepaling van de boring wordt tijdens deze eerste fase verkregen door de geregistreerde coördinaten tijdens de pilotboring. De locatie van de boring, de eisen van de opdrachtgever, de eisen en wensen van de vergunningverlener, het te kruisen obstakel, storende externe invloeden en de diepte zijn bepalend voor het toe te passen meetsysteem.

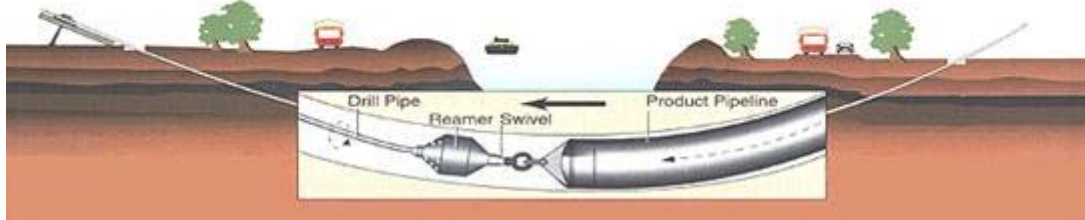
Fase 2: Ruimen van het boorgat



Figuur 3 ruimfase

Nadat de boorstreng bij het uittredepunt boven de grond is gekomen, wordt de boorkop verwijderd en wordt op het uiteinde van de boorstreng een ruimer gemonteerd. Vervolgens wordt de boorstreng met ruimer teruggetrokken richting intredepunt. De ruimer wordt met een draaiende beweging door het voorgeboorde pilotboorgat teruggetrokken. Op de ruimer zijn behalve nozzles, waardoor de boorspoeling naar buiten gespoten wordt, soms ook messen, kammen of tanden aangebracht (afhankelijk van de grondslag waarin geboord wordt). De losgewoelde grond wordt langs de buitenzijde van de boorstreng door het geruimde boorgat in de retourstroom van de boorspoeling afgevoerd naar het maaiveld. Achter de ruimer worden opnieuw boorstangen gekoppeld, zodat de verbinding tussen in- en uittredepunt behouden blijft. Afhankelijk van de grondslag, het pompvermogen en de vereiste boorgatdiameter kunnen meerdere ruimeroperaties achter elkaar worden uitgevoerd.

Fase 3: Intrekken productleiding of mantelbuis:



Figuur 4 intrekfase

Tijdens de laatste fase van het boorproces wordt de productleiding of mantelbuis (eventueel meerdere productleidingen of mantelbuizen in een bundel) samen met een trekkop achter een ruimer gekoppeld en in het geruimde boorgat getrokken. Het boorgat blijft tijdens de intrekoperatie geheel gevuld met de boorspoeling. De boorgatdiameter dient tussen de 30% en 50% groter te zijn dan de diameter van de productleiding of mantelbuis (eventueel gebundeld).

Ten behoeve van het inbrengen van de productleiding of mantelbuis wordt tussen de ruimer en de productleiding een swivel (wartellager) gemonteerd zodat geen rotatie van de productleiding of mantelbuis kan optreden. Nadat de productleiding of mantelbuis in zijn geheel door de boortunnel is getrokken en, indien nodig succesvol is beproefd / getest, is de boring voltooid.

Tijdens de verschillende fasen worden de boorspoeldrukken gecontroleerd en geregistreerd. Bij alle fasen dient de gehele boortunnel gevuld te blijven met boorspoeling zodat er continu druk in de boortunnel blijft staan, dit is belangrijk om achterblijvende holle ruimten in de grond en instorten van de boortunnel te voorkomen.

4. Materieel

4.1 Voorstel in te zetten boormaterieel

Onderstaand treft u een voorstel voor het in te zetten boormaterieel en de daarbij behorende technische specificaties. De berekeningen en het boorontwerp dienen door de aannemer gecontroleerd en indien nodig aangepast te worden in overeenstemming met het in te zetten materieel.



Figuur 5 boor-rig

Merk/type:	D36x50 DR
Trekkkracht:	169Kn
Torque:	7,5Knm
Drive:	210rpm
Motor:	104.4 kW
Gewicht:	13.108kg
Lengte:	7.24m
Breedte:	2,28m
Hoogte:	2,54m
In-uittredehoek:	8 - 22

4.2 In te zetten meetsysteem

Momenteel worden er doorgaans de volgende drie typen meetsystemen toegepast:

Walk-over meetsysteem

Een 'Walk-over' meetsysteem maakt gebruik van sondes die vanuit de boorkop een signaal uitzenden. Deze signalen bevatten gegevens over de richting, de diepte en de hellingshoek van de boorkop. Om het signaal van de boorkop te kunnen ontvangen moet de ontvanger loodrecht boven de boorkop geplaatst zijn. De signalen van de sonde kunnen beïnvloed worden door omgevingsfactoren zoals damwanden, (tram)rails en andere kabels en leidingen in de nabijheid van de boring. Dit meetsysteem is tevens slechts toepasbaar bij geringe boordieptes.

Steeringtool

De Steeringtool is een zeer nauwkeurig meetsysteem waarbij de boorkop gedetecteerd kan worden vanaf de boorslede zonder een (continue) ontvanger boven de boorkop. Ook deze signalen kunnen beïnvloed worden door omgevingsfactoren zoals damwanden, (tram)rails en andere kabels en leidingen. Voordelen ten opzichte van het walk-over meetsysteem zijn dat de steeringtool toepasbaar is bij grotere dieptes.

Gyro steeringtool

De gyroscoop is een computergestuurde meettechniek waarmee lange, diepe en zéér nauwkeurige boringen uitgevoerd kunnen worden. De meting met behulp van een gyroscoop werkt met een data-uitwisseling via een PC. De gyroscoop is een zéér accuraat optisch meetsysteem dat volledig storingsvrij werkt en volgt perfect een vooropgesteld traject (AutoCAD).

Voor de uitvoering van deze gestuurde boring zal een Gyro steeringtool meetsysteem toegepast dienen te worden volgens de specificaties in Bijlage 5.

4.3 Afwijkingen

Het is mogelijk dat een pilotboring onder bepaalde omstandigheden afwijkt van het vooraf geplande boortracé. De boormeester en assistent-boormeester dienen continu en nauwlettend het boorproces in de gaten te houden en eventuele afwijkingen te registreren.

Wanneer de boring buiten de 'maximale toegestane afwijking' treedt zal door de aannemer contact moeten worden opgenomen met de opdrachtgever en vergunningverlener(s).

Volgens de NEN 3650-01 mag de afwijking in de lengte-, breedte- en diepteligging van de hartlijn van de leiding niet groter zijn dan aangegeven in onderstaande tabel.

Richting	Maximale afwijking
verticaal	+1m / -1m
Horizontaal (in lengterichting t.p.v. uittredepunt)	+5m / -2m
Horizontaal (in dwarsrichting t.p.v. uittredepunt)	+1m / -1m
Horizontaal (in dwarsrichting tracé tussen in-/uittredepunt)	+5m / -5m

Tabel 4 Maximale afwijking pilotboring (volgens NEN 3650)

4.4 Boortechnische wijze van uitvoeren

Gedurende de boorwerkzaamheden worden onderstaande handelingen voortdurend verricht, te weten:

- Aflezing van de boorparameters zoals, trekkracht en torque door de analoge meters op de rig;
- Registratie van de meetgegevens op een drillsheet (of vergelijkbaar document);
- Mixen van de boorspoeling met water van voldoende kwaliteit;
- Opvang uitkomende boorspoeling bij intrede- en uittredepunt in de in- en uittrede-gaten, eventueel kunnen vloeistofdichte bakken geplaatst worden voor opvang en / of buffering van de boorspoeling;
- Eventueel kan door de aannemer gekozen worden voor hergebruik van boorspoeling. In dit geval zal een recyclinginstallatie geplaatst worden;
- Leegzuigen van de boorgaten en / of vloeistofdichte bakken met vloeistofdichte zuigwagens;
- Afvoeren overgebleven / overtollige boorspoeling naar een erkend verwerker.

4.5 Kwaliteitsregistratie van de boring

Tijdens de pilotboring, het ruimen van het boorgat en het intrekken van de mantelbuis zullen de volgende gegevens worden geregistreerd:

- Begintijd, stoptijd, koppel en de pomp tijd (uur:min);
- debiet boorvloeistof (ltr/min);
- druk boorvloeistof aan de pomp (bar);
- duwkracht aan de boorinstallatie (ton);
- trekkracht aan de boorinstallatie (ton);
- tevens vindt registratie van de locatie en de hoogteligging (RD coördinaten t.o.v NAP) plaats.
- Azimuth (graden), Pitch (graden), Diepte (meter);

Deze meetgegevens dienen te worden opgenomen in een "drill-sheet" (of vergelijkbaar document) en door het boorbedrijf te worden gearchiveerd. Deze meetgegevens worden samen met de veldmetingen verwerkt tot de vereiste revisie gegevens voor de opdrachtgever.

4.6 Registratie bentoniet

Van de bentoniet welke tijdens de pilotboring, het ruimen van het boorgat en het intrekken van de mantelbuis wordt toegepast zullen de volgende gegevens worden geregistreerd:

- Meettijdstop (uur : min);
- Viscositeit (sec);
- Soortelijk gewicht (kg/M3);
- Cuttings in/ Cuttings uit (-);
- Soort grond (visueel) (-);
- Eventuele toevoegingen (soort – kg/M3);

4.7 Registratie aanmaakwater

Van het water wat tijdens het aanmaken van bentoniet of andere toevoegstoffen wordt gebruikt tijdens de pilotboring, het ruimen van het boorgat en het intrekken van de mantelbuis, zullen de volgende gegevens worden geregistreerd:

- Datum (dd-mm-jj);
- meettijdstop (uur : min);
- PH waarde (-);
- chloride gehalte (μ S/cm);
- hardheid (-);
- Eventuele toevoegingen (soort – kg/M3);

4.8 Bouwmaterialen

Buizen

De buizen zullen in lengtes geleverd worden en door middel van spiegellassen aan elkaar worden verbonden. Dit dient te gebeuren met gekwalificeerd personeel en gecertificeerd materiaal. Tevens dienen de inwendige rillen verwijderd te worden.

Boorvloeistof

Voorafgaand aan de uitvoering zal er door de aannemer in het werkplan aangegeven dienen te worden welke boorvloeistof hij toe zal passen en wat de samenstelling hiervan is.

Boorvloeistof bestaat uit een mengsel van schoon water en bentoniet. De mix hoeveelheid kan van variëren omdat de mengverhouding wordt aangepast aan de lokaal geconstateerde grondslag. In Bijlage 6 is een voorbeeld toegevoegd voor de toepassing en eigenschappen van boorpoeling.

5. Beoordeling gestuurde boring

5.1 Tijdschema

De bepaling van de tijdsduur voor het realiseren van de gestuurde boring is mede afhankelijk van het in te zetten materieel, locatie, in te trekken leiding(en) en de grondslag. Voor de uitvoering van deze gestuurde boring zal onderstaand gemiddelde tijdsschema van toepassing zijn:

- Opstellen boorequipement	: ½	dag(en)
- Uitvoeren van de pilotboring	: 1	dag(en)
- Uitvoeren eerste ruimgang	: 1	dag(en)
- Intrekken van de mantelbuizen	: ½	dag(en)
- Afvoer en opruimen werkterrein	: 1	dag(en)

De startdatum wordt bepaald in overleg met de opdrachtgever. Hierbij dient rekening gehouden te worden met eventuele vergunningen en toestemmingen. De boorwerkzaamheden mogen pas aanvangen na het verkrijgen van alle goedkeuringen / toestemmingen.

5.2 Locatie in- en uittredepunt

De intredelocatie bevindt zich in de berm van de Holendrechteweg. De rijbaan zal over een nader te bepalen afstand moeten worden versmald voor het opstelling van het benodigde materieel. Na intrekken van de mantelbuizen zullen deze moeten worden nagegraven en op een afstand van 1,5m uit de kant van de weg moeten worden weggelegd.

Het uittredepunt bevindt zich in een groenstrook parallel aan de A9 en is bereikbaar vanaf de Rondehoep Oost. Voor het uitleggen en samenstellen van de mantelbuizen kan gekozen worden om dit te doen achter het uittredepunt op maaiveld of in de aanwezige watergang.

De aannemer dient rekening te houden met de bereikbaarheid voor belanghebbenden en omwonenden. Voor de uitvoering van de werkzaamheden zullen de benodigde verkeersplannen opgesteld dienen te worden om goedkeuring te verkrijgen van de wegbeheerders.

In Bijlage 4 is een fotorapportage toegevoegd van de boorlocaties.

5.3 Geotechnisch onderzoek

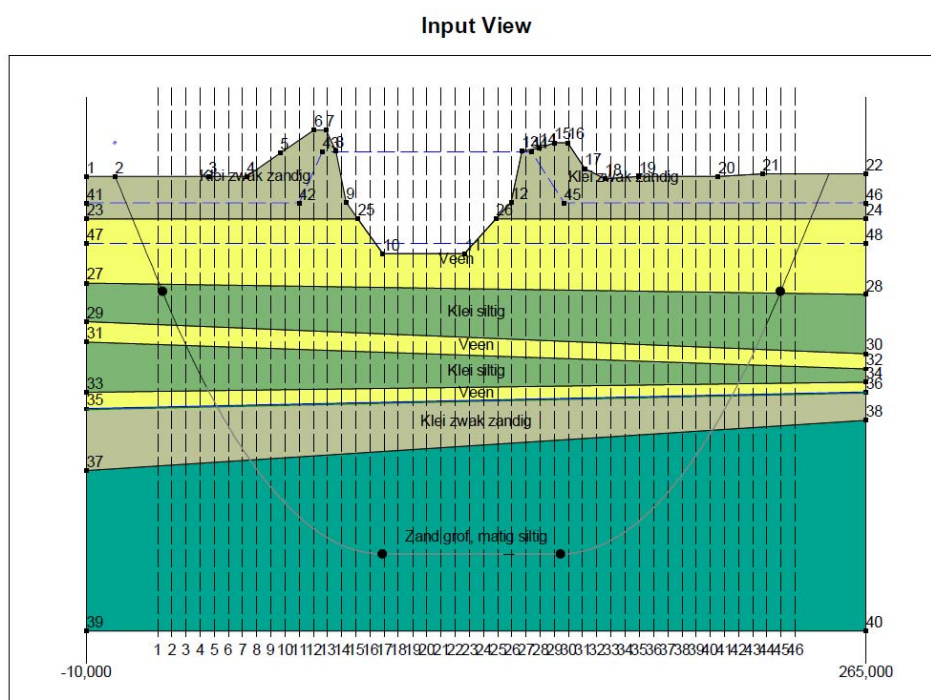
Voorafgaand aan de uitvoering van de gestuurde boring dient de lokale geotechnische informatie te worden verzameld. Indien er geen geotechnische informatie beschikbaar is kan een geotechnisch onderzoek worden uitgevoerd.

Voor deze gestuurde boring zijn gegevens gebruikt vanuit het uitgevoerde grondonderzoek door Wiertsema & Partners en Geonius. De resultaten van deze onderzoeken zijn opgenomen in Bijlage 2.

Deze geotechnische informatie is als input gebruikt voor de sterkte- en mud-druk berekeningen welke middels het programma D-Geo pipeline zijn vervaardigd.

5.4 Beschrijving grondgesteldheid

Onderstaande figuur is afkomstig uit de D-Geo pipeline berekening en geeft een indicatie van de aanwezige bodemopbouw.



Figuur 6 schematische bodemopbouw (D-Geo Pipeline)

Op basis van de beschikbare grondonderzoeken kan worden aangenomen dat de boring zich in de bovengrond voornamelijk bevindt in een pakket van zand (zwak kleilig). Vervolgens wordt een veen/kleilaag gepasseerd waarna de vloerbuis zich gedeeltelijk in matig vast zand bevindt.

5.5 Grondwaterstanden

Ter plaatse van het in en uitredepunt zijn de grondwaterstanden gemeten. Deze waarden worden gebruikt voor de berekeningen zoals beschreven in hoofdstuk 6. In onderstaande tabel zijn de gemeten waarden weergegeven.

Omschrijving	+/- N.A.P.	Waarde
GWS intredepunt (watergang)	-	2,64m
GWS (stijghoogte vanuit watervoerend pakket)	-	3,91m

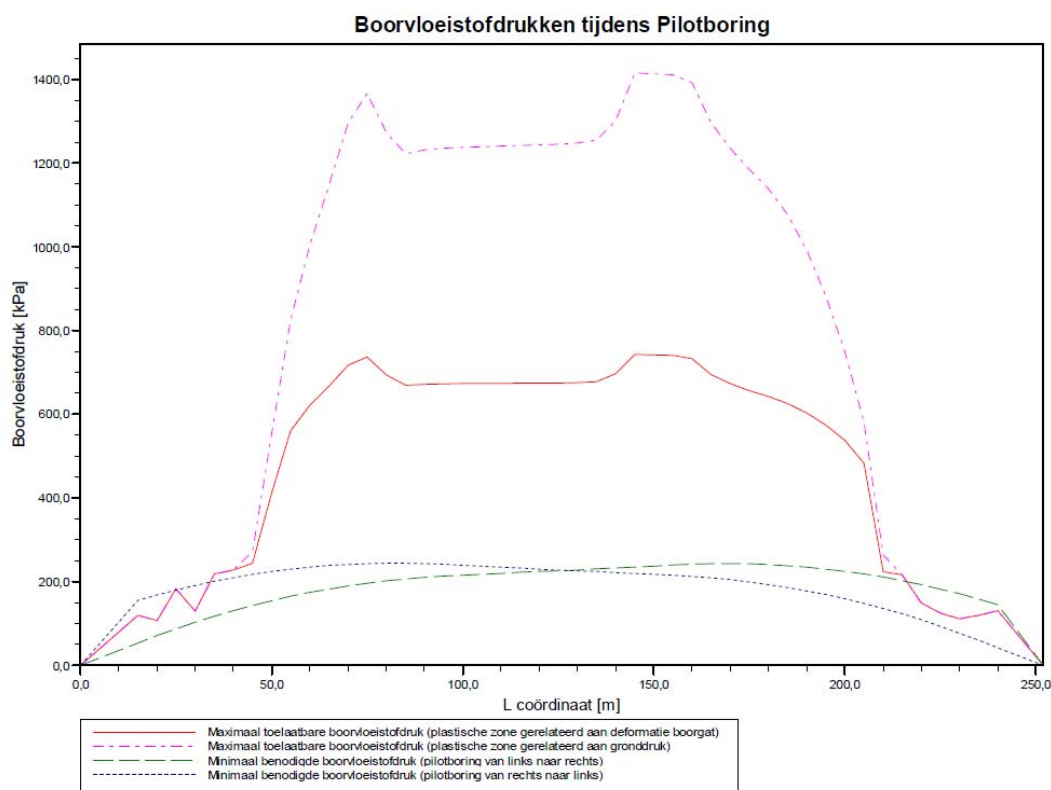
Tabel 5 Grondwaterstanden

6. Berekeningsresultaten

In onderstaande hoofdstukken zijn de resultaten weergegevens uit de sterkte en mud-druk berekeningen vervaardigd in het programma D-Geo Pipeline van Deltares conform de NEN 3650. Deze berekeningen zijn toegevoegd als Bijlage 3.

6.1 Boorspoeldrukken

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring is getoetst door middel van de uitvoering van een mud-druk berekening. Onderstaande figuur geeft de verwachtingswaarde weer voor de boorspoeldrukken gedurende de realisatie van de pilotboring:



Figuur 7 boorspoeldrukken tijdens pilotboring

De benodigde boorspoeldrukken zijn indicatief en onder andere afhankelijk van de boorapparatuur die de aannemer zal inzetten. Uit de grafieken blijkt dat de pilotboring de meest kritische fase is, in bovenstaande figuur is deze fase weergegeven.

6.2 Sterkteberekening

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring is getoetst door middel van de uitvoering van een sterkte berekening. In onderstaande tabel zijn de verwachtingswaarden weergegeven van de materiaalspanningen. De toetsing van de spanningen heeft betrekking op de volgende boorfases:

- 1A: Begin trekoperatie
- 1B: Einde trekoperatie
- 2: Intern op druk brengen
- 3: Bedrijfsfase, drukloos
- 4: Bedrijfsfase, onder druk

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,3	4,6	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tan...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tan...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Tabel 6 Toetsing materiaalspanningen (HDPE 200mm)

De maximale deflectie op de 200mm mantelbuis bedraagt 2,2mm (1.08% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie bedraagt 16.0mm. De optredende maximale deflectie is dus toelaatbaar. De uitwendige druk blijft tijdens de uitvoering en in de eindsituatie tevens onder de toelaatbare uitwendige druk.

Het toegepaste materiaal PE100 SDR11 is hiermee voldoende sterk voor toepassing in deze boring. Dit geldt zowel tijdens het intrekken van de mantelbuis als in de bedrijfsfase.

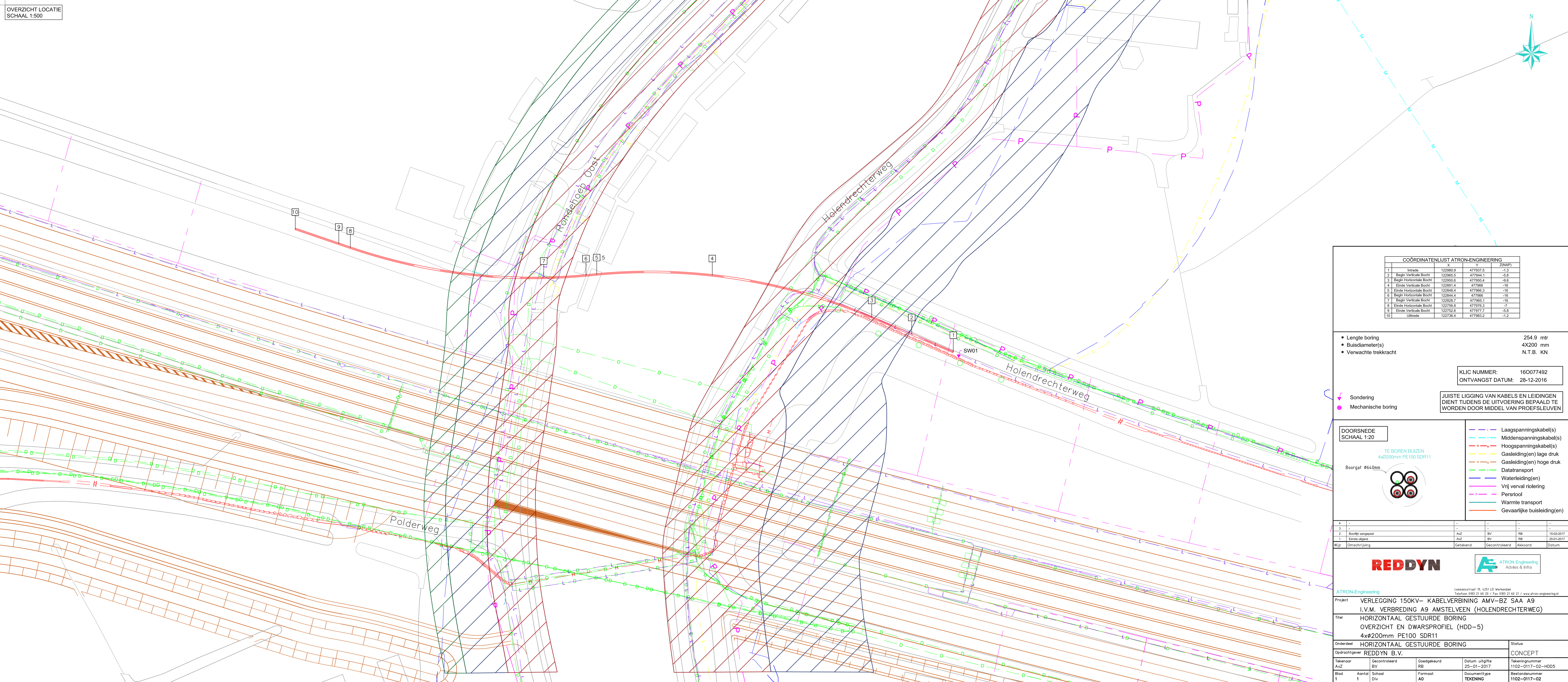
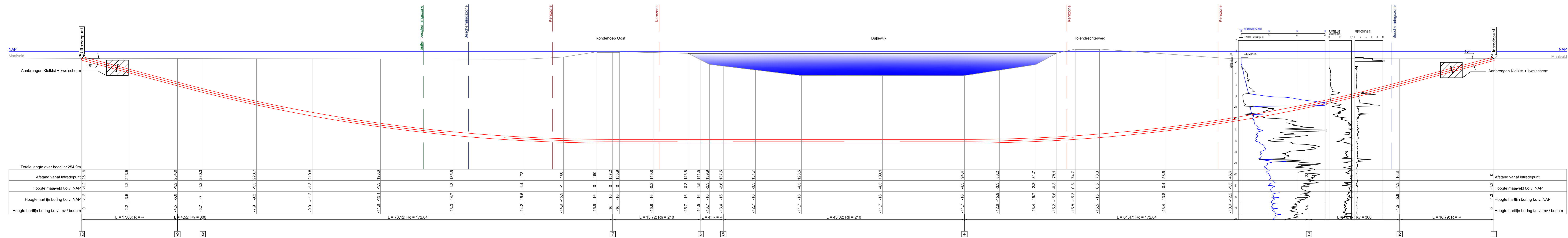
6.3 Trekkraft berekening

In onderstaande tabel zijn de verwachtingswaarden t.a.v. de trekkraft weergegeven. In de berekening wordt ervan uit gegaan dat de mantelbuizen tijdens de intrekfase niet worden afgevuld met water. De benodigde trekkraft voor het intrekken van de boorstreng bedraagt voor de gestuurde boring circa 9,3 ton.

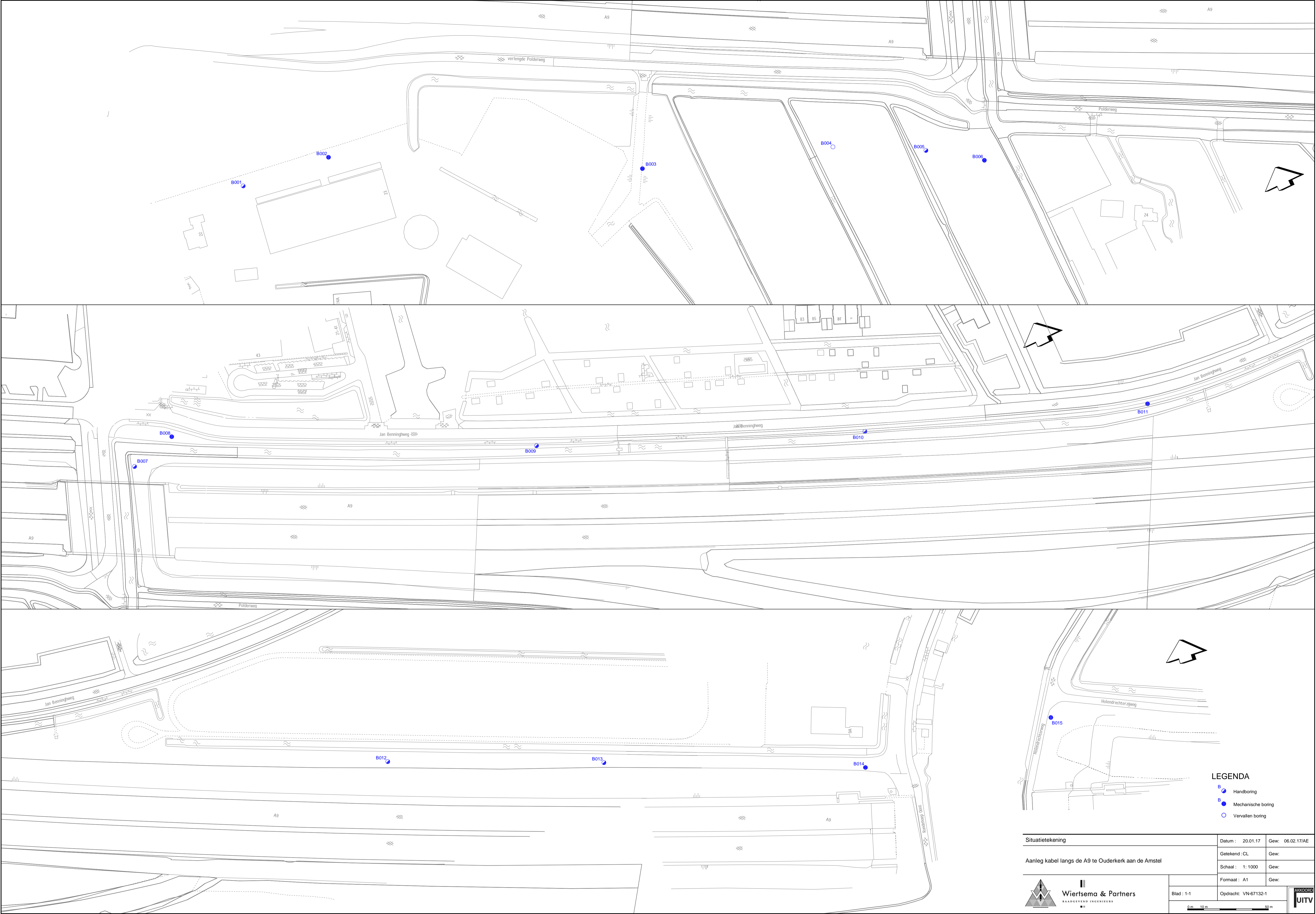
Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkraft (kN)
T1	0	10
T2	18	15
T3	96	40
T4	159	60
T5	238	89
T6	255	93

Tabel 7 Voorspelling trekkraft

Bijlage 1 Boortekening






Bijlage 2 Grondonderzoek



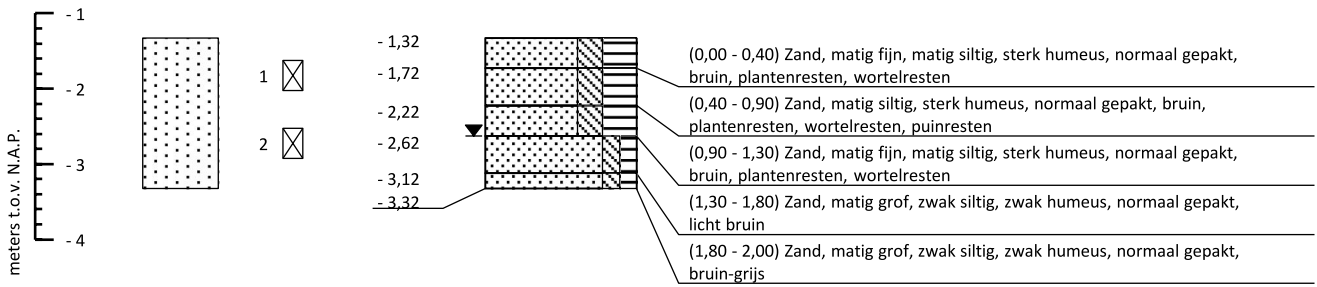
LEGENDA

- B ● Handboring
- B ● Mechanische boring
- Vervallen boring

Situatietekening		Datum : 20.01.17	Gew: 06.02.17/AE
Aanleg kabel langs de A9 te Ouderkerk aan de Amstel		Getekend : CL	Gew:
		Schaal : 1: 1000	Gew:
		Formaat : A1	Gew:
 <div><div>Wiertsema & Partners</div><div>RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU</div><div>■ ■</div></div>	Blad : 1-1	Opdracht: VN-67132-1	
			
			

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
GWS d.d. (26-1-2017): N.A.P. - 2,62 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

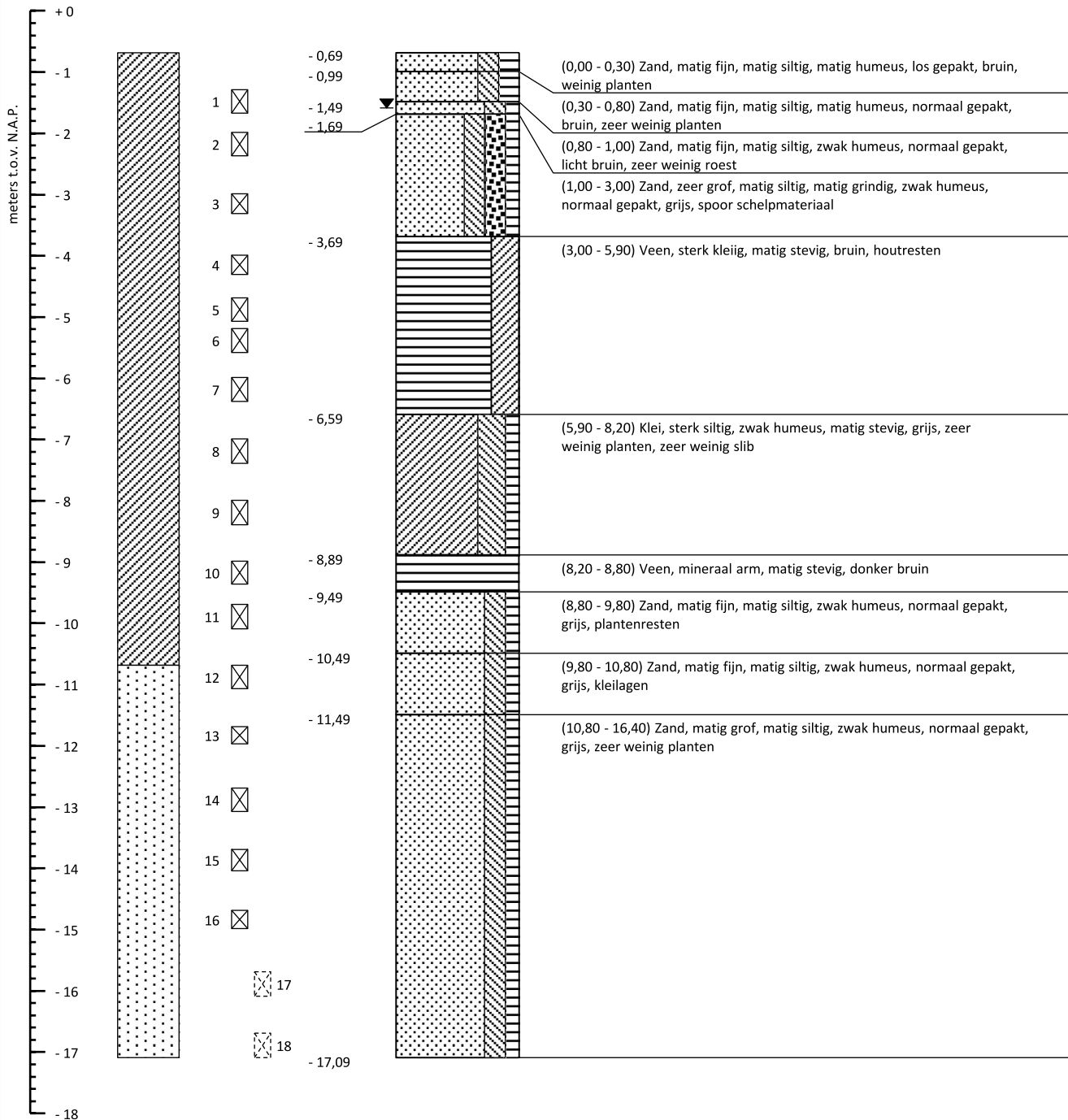
Aanleg kabel langs de A9	RD coördinatensysteem	Ouderkerk aan de Amstel
Liandon B.V.	X = 122 647	Edelmanboring
 Wiertsema & Partners <small>RAADGEVEND INGENIEURS</small>	Y = 478 013	Boormeester: Arthur Zwart
	Uitgevoerd: 26-1-2017	Opdrachtnr.: 67132
	Blad 1 van 1	Boornummer: B013

AKKOORD
UITV

VN-67132-1-6013110 & 67132_6013_C001.110

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
GWS d.d. (26-1-2017): N.A.P. - 1,59 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

Aanleg kabel langs de A9	RD coördinatensysteem	Ouderkerk aan de Amstel
Liandon B.V.	X = 122 799	Pulsboring
	Y = 477 960	Boormeester: Arthur Zwart
	Uitgevoerd: 26-1-2017	Opdrachtnr.: 67132
	Blad 1 van 1	Boornummer: B014



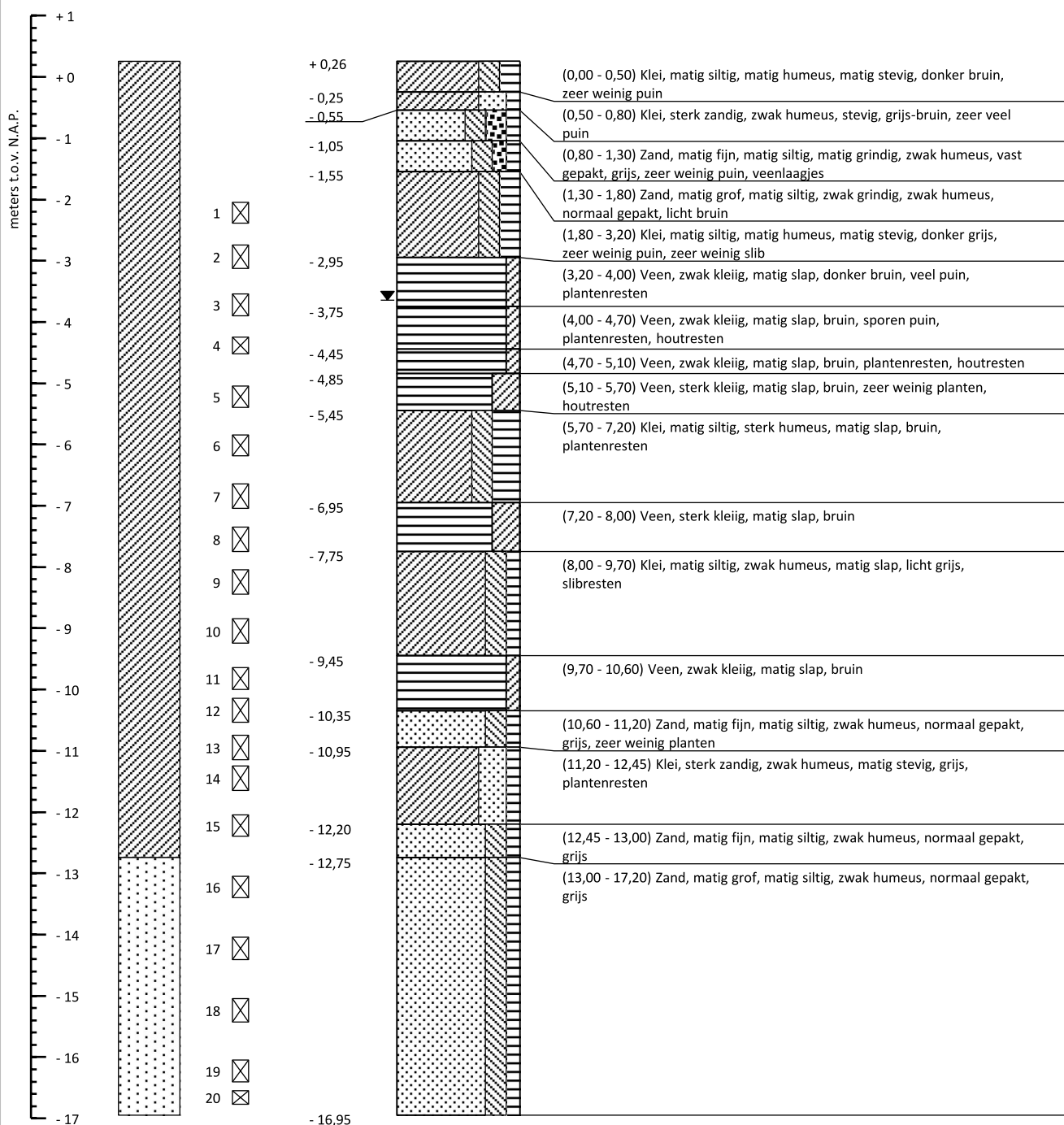
Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



VA-67132-1-8014-110 & 67132-8014-CH01.110

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
GWS d.d. (30-1-2017): N.A.P. - 3,65 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

Aanleg kabel langs de A9	RD coördinatensysteem	Ouderkerk aan de Amstel
Liandon B.V.	X = 122 918	Pulsboring
	Y = 477 954	Boormeester: Arthur Zwart
	Uitgevoerd: 30-1-2017	Opdrachtnr.: 67132
	Blad 1 van 1	Boornummer: B015



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



VA-67132-1-8015.10 & 67132_8015_C001.10

NEN 5104 Grondsoorten Hoofdgrondsoort / bijmenging

	Grind / grindig
	Zand / zandig
	Leem / siltig
	Klei / kleiig
	Veen / humeus

Geohydrologische gegevens

	Actuele grondwaterstand direct na boren bepaald
	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)
	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)

Monsternamen

	Geroerd monster
	Ongeroid monster

Peilbuizen

	Blinde buis / stijgbuis
	Filter
	Zandvang

Hellingmeetbuizen

	Hellingmeetbuis
--	-----------------

Niet NEN 5104 hoofdbestanddelen

	Gesloten verharding
	Puin
	Schelpen
	Hout
	Water
	Overige niet binnen NEN 5104 gedefinieerde hoofdbestanddelen

Aanvullingen

	Filterzand
	Filtergrind / Aanvulgrind
	Zwelkleikorrels
	Mikolit / Mikolit 00 / Mikolit 300
	Mikolit B / Bentoniet
	QSE
	Grond (vrijgekomen / opgeboord)
	Aanvulzand
	Klei
	Grout

Legenda boorprofiel met aanvullende gegevens



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

AKKOORD
UITV

INHOUDSOPGAVE

1.0	INLEIDING	1
2.0	GRONDONDERZOEK.....	2
2.1	Algemeen	2
2.2	Diepsondering.....	2
2.3	Inmeting	2
2.4	Grondwater	3

Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Sondeergrafiek



2.0 GRONDONDERZOEK

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek is in maart 2017 één diepsondering met waterspanning uitgevoerd. Daarnaast is op de locatie met de sondeerwagen een peilbuis weggedrukt tot 12,0 m- maaiveld, hetgeen overeenkomt met NAP -13,0 m. Het uitgevoerde onderzoek wordt hieronder nader beschreven.

2.2 Diepsondering

De sondering is genummerd GA170132 SW01. De diepsondering is gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand 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 en waterspanning 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 in Nederland ongeveer de navolgende relaties:

<u>Wrijvingsgetal in %</u>	<u>Grondsoort</u>
0.3 - 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 - 2.5	Silt (leem)
2.5 - 5.0	Klei
> 5.0	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. Er zijn geen noemenswaardige afwijkingen vastgesteld.

2.3 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is met GPS ingemeten en is op situatietekening GA170132.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd.

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-gps ingemeten ten opzichte van het Rijksdriehoekstelsel en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 5 centimeter. Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.



2.4 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in het sondeergat en de peilbuis naar de actuele grondwaterstand gepeild. Het grondwater in het sondeergat geeft een indicatie van de freatische grondwaterstand, de waterstand in de peilbuis geeft een indicatie van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket. In het sondeergat werd de grondwaterstand aangetroffen op een diepte van ca. 1,5 m-maaiveld, wat overeenkomt met ca. NAP -2,5 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

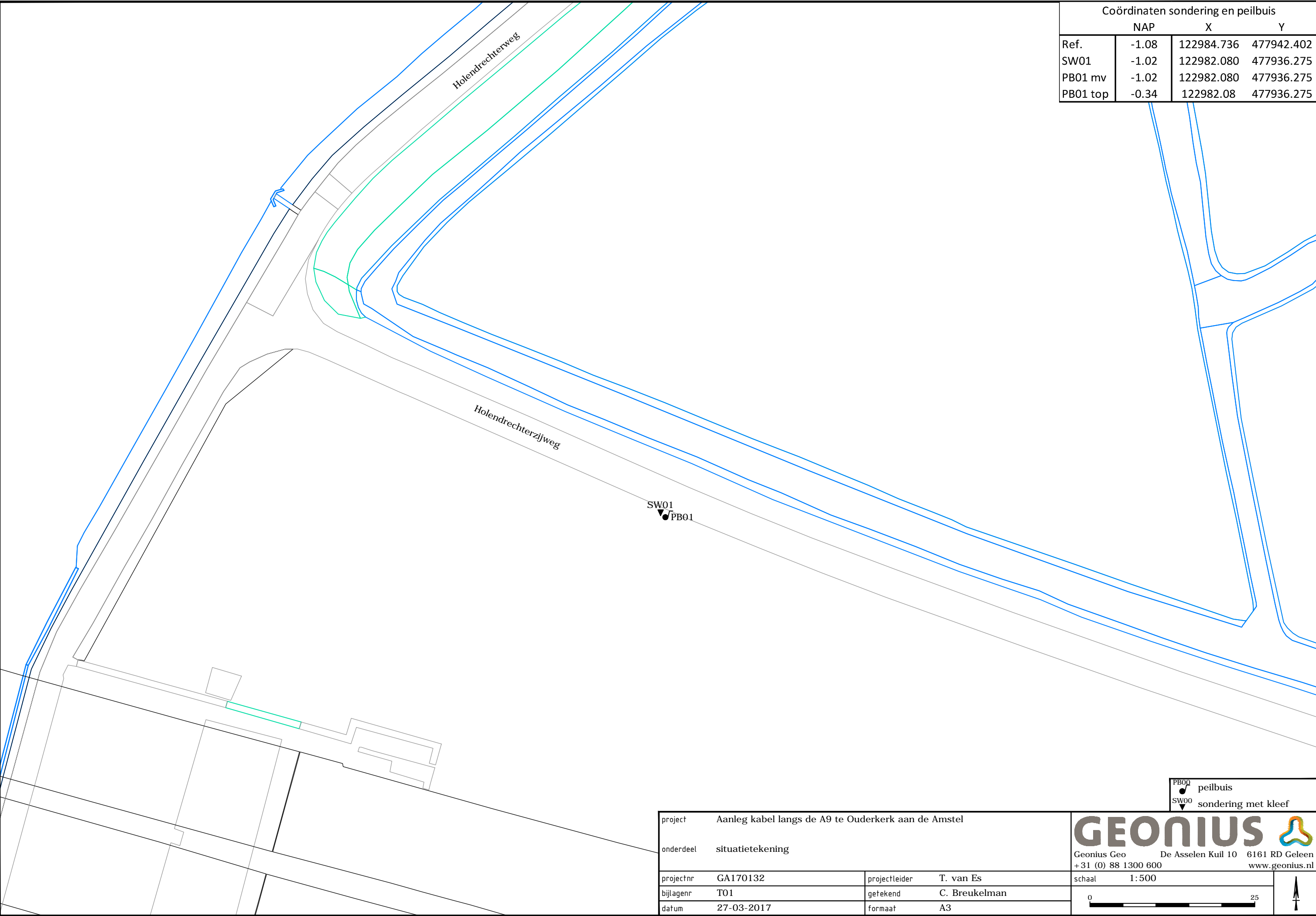
In de peilbuis werd de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket gepeild op ca. NAP -3,91 m.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen.



Bijlage 1

Situatietekening



Coördinaten sondering en peilbuis			
	NAP	X	Y
Ref.	-1.08	122984.736	477942.402
SW01	-1.02	122982.080	477936.275
PB01 mv	-1.02	122982.080	477936.275
PB01 top	-0.34	122982.08	477936.275

PB00 peilbuis
SW00 sondering met kleef

project	Aanleg kabel langs de A9 te Ouderkerk aan de Amstel		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA170132	projectleider	T. van Es
bijlagenr	T01	getekend	C. Breukelman
datum	27-03-2017	formaat	A3

GEONIUS
Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

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

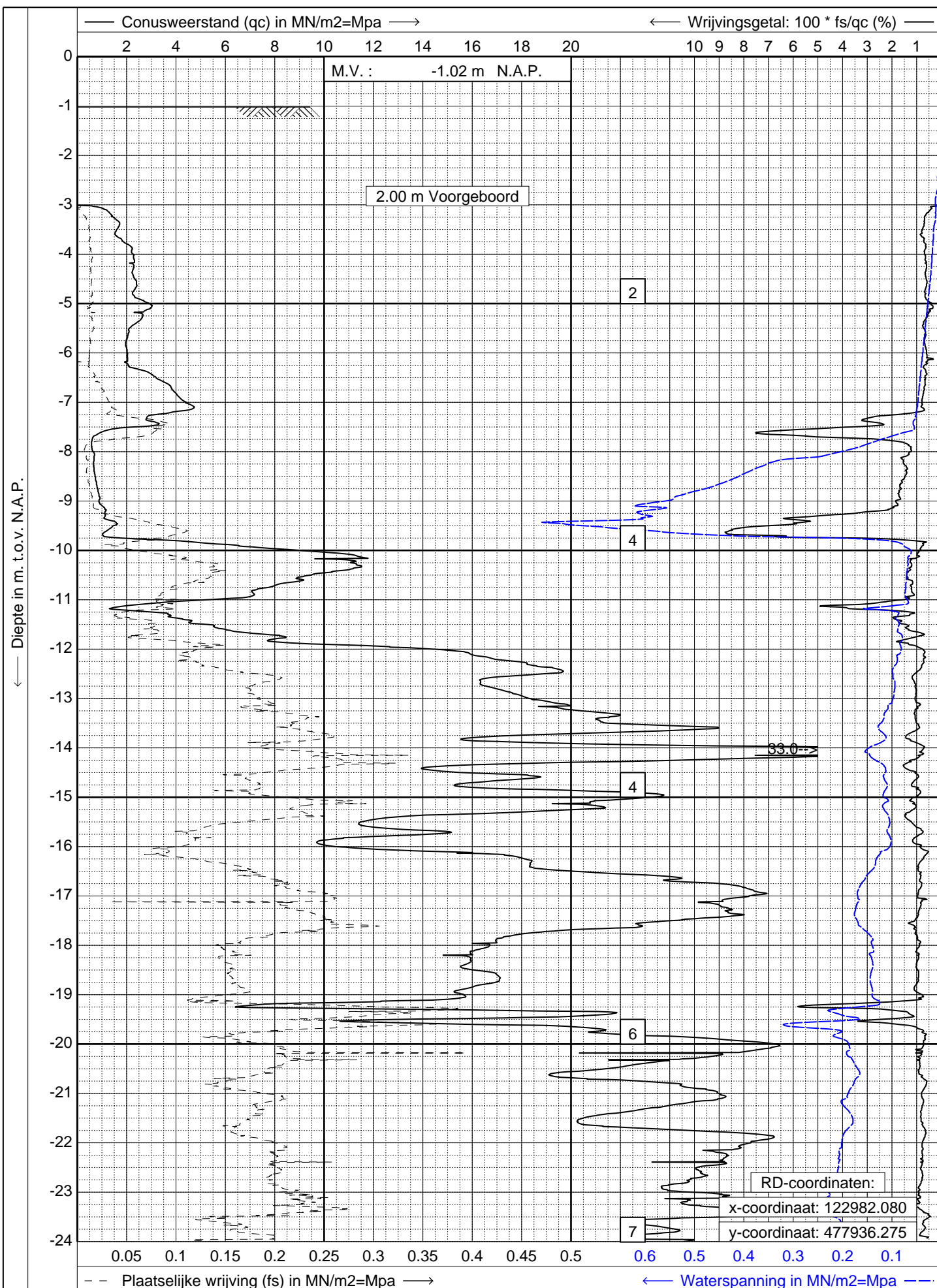
De Asselen Kuil 10
6161 RD Geleen
www.geonius.nl

1:500

0 25

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 : Aanleg kabel langs A9

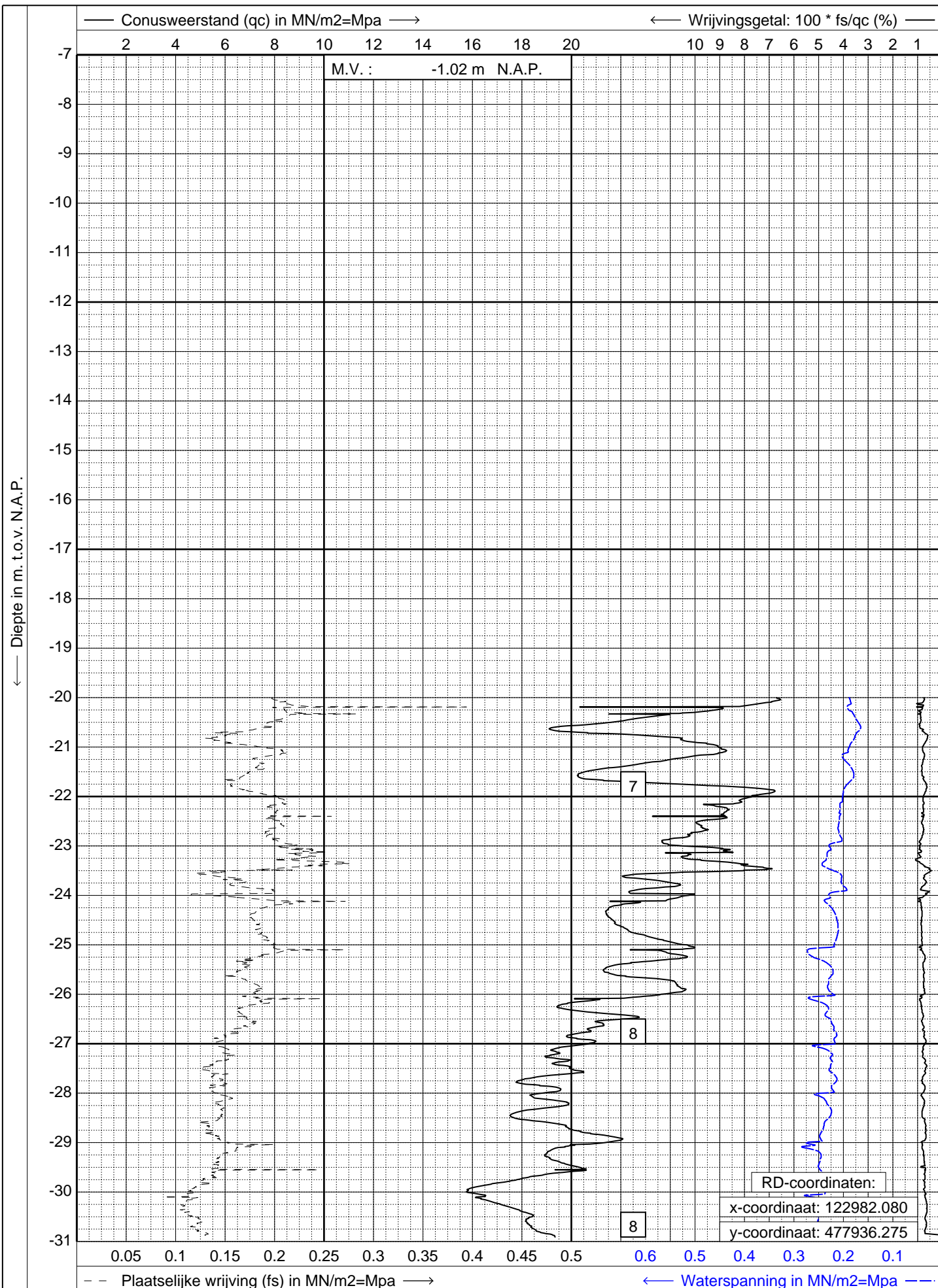
Locatie : Ouderkerk a/d Amstel

Datum : 21-03-2017

Conus : S15-CFIP.1481

Opdracht : GA170132

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 : **Aanleg kabel langs A9**

Locatie : **Ouderkerk a/d Amstel**

Datum : **21-03-2017**

Conus : **S15-CFIP.1481**

Opdracht : **GA170132**

Sondering : **01**

Bijlage 3 Resultaten D-Geo Pipeline berekening

Rapport voor D-Geo Pipeline 16.1

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: ATRON-Engineering Advies & Infra

Datum van rapport: 29-3-2017
Tijd van rapport: 8:33:00

Bestandsnaam: \\Client\D\$\D-Geo\D-Geo HDD 5 Amstelveen

Projectbeschrijving: Horizontaal gestuurde boring
4xØ200mm PE100 SDR11
HDD 5 Holendrechteweg Ouderkerk aan den Amstel

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	4
2.1 Gebruikt Model	4
2.2 Laagscheidingen	4
2.3 PN-Lijnen	4
2.4 Freatische Lijn	5
2.5 Grondprofielen	5
2.6 Grenslagen	5
2.7 Configuratie van de Pijpleiding	5
2.8 Berekenings Verticalen	5
2.9 Materiaaltypen	6
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding	7
2.11 Gegevens voor Leidingberekening	8
2.12 Geometrie	9
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail	9
2.12.2 Geometrie Boven aanzicht	10
2.13 Boorvloeistof Gegevens	10
2.14 Factoren	10
3 Boorvloeistofdrukken	12
3.1 Boorvloeistof Gegevens	12
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	14
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken	16
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	16
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	17
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	18
4 Grondmechanische Parameters	19
4.1 Grondmechanische Parameters 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	19
4.2 Grondmechanische Parameters 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	21
4.3 Grondmechanische Parameters 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	23
4.4 Grondmechanische Parameters 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	25
5 Gegevens voor Spanningsanalyse	28
5.1 Algemene gegevens	28
5.2 Ballasten Leiding	28
5.3 Trekkkrachtberekening	28
6 Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	30
6.1 Materiaalgegevens of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	30
6.2 Resultaten Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	30
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	31
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	31
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	31
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	31
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	32
6.3 Controle van de Berekende Spanningen of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	32
6.3.1 Toetsing op Implosie of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	33
7 Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	34
7.1 Materiaalgegevens of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	34
7.2 Resultaten Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	34
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	35
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	35
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	35
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	35
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	36
7.3 Controle van de Berekende Spanningen of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	36
7.3.1 Toetsing op Implosie of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	37
8 Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	38
8.1 Materiaalgegevens of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	38
8.2 Resultaten Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	38
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	39

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	39
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	39
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	39
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	40
8.3 Controle van de Berekende Spanningen of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	40
8.3.1 Toetsing op Implosie of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	41
9 Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	42
9.1 Materiaalgegevens of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	42
9.2 Resultaten Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	42
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	43
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	43
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	43
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	43
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	44
9.3 Controle van de Berekende Spanningen of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	44
9.3.1 Toetsing op Implosie of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4	45

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt Model

Gebruikt Model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
9 - X -	-10,000	0,000	33,000	46,400	58,300
9 - Y -	-1,300	-1,300	-1,300	-1,300	-0,400
9 - X -	70,100	74,500	77,900	81,500	85,692
9 - Y -	0,500	0,500	-0,300	-2,300	-2,950
9 - X -	94,400	123,300	134,370	139,700	143,600
9 - Y -	-4,300	-4,300	-2,950	-2,300	-0,300
9 - X -	149,700	155,000	159,800	165,800	172,800
9 - Y -	-0,200	0,000	0,000	-1,000	-1,400
9 - X -	184,800	212,800	228,300	265,000	
9 - Y -	-1,300	-1,300	-1,200	-1,200	
8 - X -	-10,000	85,692	94,400	123,300	134,370
8 - Y -	-2,950	-2,950	-4,300	-4,300	-2,950
8 - X -	139,700	143,600	149,700	155,000	159,800
8 - Y -	-2,300	-0,300	-0,200	0,000	0,000
8 - X -	165,800	172,800	184,800	212,800	228,300
8 - Y -	-1,000	-1,400	-1,300	-1,300	-1,200
8 - X -	265,000				
8 - Y -	-1,200				
7 - X -	-10,000	85,692	94,400	123,300	134,370
7 - Y -	-2,950	-2,950	-4,300	-4,300	-2,950
7 - X -	265,000				
7 - Y -	-2,950				
6 - X -	-10,000	265,000			
6 - Y -	-5,450	-5,900			
5 - X -	-10,000	265,000			
5 - Y -	-6,950	-8,200			
4 - X -	-10,000	265,000			
4 - Y -	-7,750	-8,800			
3 - X -	-10,000	265,000			
3 - Y -	-9,700	-9,310			
2 - X -	-10,000	265,000			
2 - Y -	-10,350	-9,710			
1 - X -	-10,000	265,000			
1 - Y -	-12,750	-10,800			
0 - X -	-10,000	265,000			
0 - Y -	-19,000	-19,000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	-10,000	64,977	73,052	146,960	158,556
1 - Y -	-2,340	-2,340	-0,350	-0,350	-2,340
1 - X -	265,000				
1 - Y -	-2,340				
2 - X -	-10,000	265,000			
2 - Y -	-3,910	-3,910			

2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
9	Klei zwak zandig	1	1
8	Klei zwak zandig	1	1
7	Veen	1	1
6	Klei siltig	1	1
5	Veen	1	1
4	Klei siltig	1	1
3	Veen	1	1
2	Klei zwak zandig	1	1
1	Zand grof, matig siltig	2	2

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: Klei zwak zandig

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: Klei zwak zandig

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0,00	[m]
Y coördinaat linker punt	-1,30	[m]
Z coördinaat linker punt	0,00	[m]
X coördinaat rechter punt	242,86	[m]
Y coördinaat rechter punt	-1,20	[m]
Z coördinaat rechter punt	53,87	[m]
Hoek links	15,00	[graden]
Hoek rechts	15,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-16,00	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	100,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	300,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	300,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	2	[-]

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

Bocht nr.	X1-coord [m]	Z1-coord [m]	X2-coord [m]	Z2-coord [m]	Kromtestraal [m]	Richting [-]
1	32,96	0,00	133,20	25,47	210,00	rechts
2	136,71	27,38	221,32	52,26	210,00	links

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele zetting [mm]
1	15,00	-5,32	0,00
2	20,00	-6,64	0,00
3	25,00	-7,87	0,00
4	30,00	-9,02	0,00
5	35,00	-10,07	0,00
6	40,00	-11,03	0,00
7	45,00	-11,91	0,00

Verticaal nr.	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele zetting [mm]
8	50,00	-12,70	0,00
9	55,00	-13,41	0,00
10	60,00	-14,03	0,00
11	65,00	-14,56	0,00
12	70,00	-15,01	0,00
13	75,00	-15,37	0,00
14	80,00	-15,66	0,00
15	85,00	-15,85	0,00
16	90,00	-15,97	0,00
17	95,00	-16,00	0,00
18	100,00	-16,00	0,00
19	105,00	-16,00	0,00
20	110,00	-16,00	0,00
21	115,00	-16,00	0,00
22	120,00	-16,00	0,00
23	125,00	-16,00	0,00
24	130,00	-16,00	0,00
25	135,00	-16,00	0,00
26	140,00	-16,00	0,00
27	145,00	-16,00	0,00
28	150,00	-16,00	0,00
29	155,00	-16,00	0,00
30	160,00	-15,99	0,00
31	165,00	-15,90	0,00
32	170,00	-15,73	0,00
33	175,00	-15,47	0,00
34	180,00	-15,13	0,00
35	185,00	-14,71	0,00
36	190,00	-14,20	0,00
37	195,00	-13,61	0,00
38	200,00	-12,93	0,00
39	205,00	-12,16	0,00
40	210,00	-11,31	0,00
41	215,00	-10,38	0,00
42	220,00	-9,35	0,00
43	225,00	-8,23	0,00
44	230,00	-7,03	0,00
45	235,00	-5,73	0,00
46	240,00	-4,39	0,00

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coördinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coördinaat.

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
Klei (slap)	14,00	14,00	0,00	17,50	25,00	25,00	1000	1000
Klei	13,40	17,90	10,00	17,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei (vast)	19,00	19,00	25,00	17,50	100,00	100,00	4000	4000
Veen	2,30	10,30	1,00	15,00	100,00	100,00	200	200
Zand (fijn)	15,20	19,10	0,00	30,00	0,00	0,00	25000	25000
Zand siltig	17,20	19,20	0,00	32,50	0,00	0,00	50000	50000
Zand (vast)	18,50	20,50	0,00	35,00	0,00	0,00	50000	50000
Zand zwak siltig	15,60	19,30	0,00	32,50	0,00	0,00	35000	35000
Klei zwak zandig	15,00	18,80	10,00	22,50	80,00	80,00	3000	3000
Zand matig	17,00	19,40	0,00	30,00	0,00	0,00	30000	30000
Klei siltig	17,10	18,10	0,00	27,50	0,00	0,00	2000	2000

Naam	Gamma onverz [kN/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	Cohesie [kN/m ²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m ²]	Cu onder [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod onder [kN/m ²]
Leem	20,30	21,30	2,50	27,50	44,00	44,00	5000	5000
Zand matig siltig	19,00	21,00	0,00	37,50	0,00	0,00	90000	90000
Zand grof, mati...	19,00	21,00	0,00	37,50	0,00	0,00	90000	90000

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Klei (slap)	-	-	0,45
Klei	-	-	0,45
Klei (vast)	-	-	0,45
Veen	-	-	0,40
Zand (fijn)	-	-	0,30
Zand siltig	-	-	0,30
Zand (vast)	-	-	0,30
Zand zwak siltig	-	-	0,30
Klei zwak zandig	-	-	0,45
Zand matig	-	-	0,30
Klei siltig	-	-	0,35
Leem	-	-	0,35
Zand matig siltig	-	-	0,30
Zand grof, mati...	-	-	0,30

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[deg C]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[deg C]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]

Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[deg C]

Invoergegevens leiding no. 4

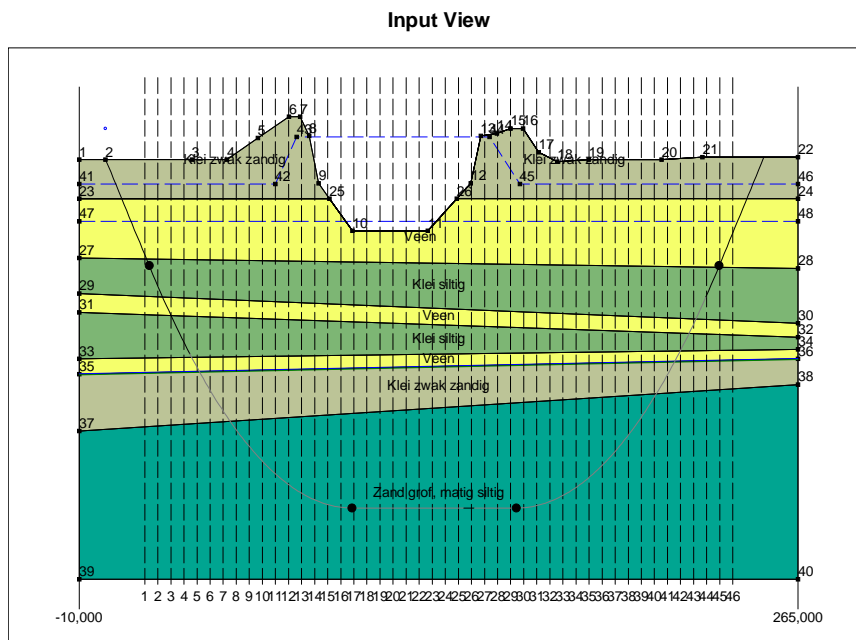
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[deg C]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m ³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld (alpha_g) voor stalen,	0,00	[mm/mmK]
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld (alpha_g) voor PE,	0,00	[mm/mmK]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m ²]
Opleghoek	30	[graden]
Belastingshoek	30	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

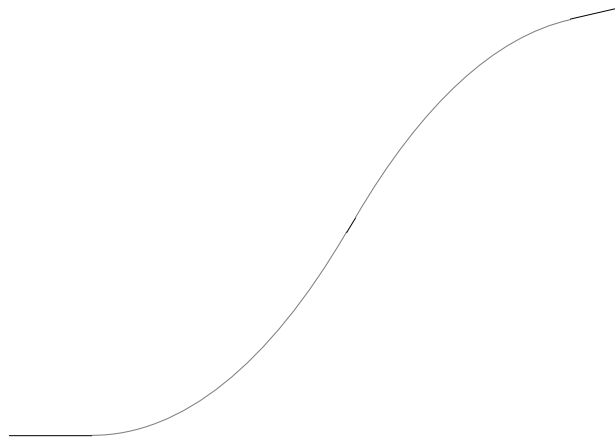
2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View



2.13 Boorvloeistof Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,251	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,090	[m]
Diameter boorgat voorruimen	0,640	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,090	[m]
Diameter uiteindelijke boorgat	0,640	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,400	[m]
Debiet tijdens pilotboring	1000,2	[liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	750,0	[liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	600,0	[liter/minute]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	11,5	[kN/m ³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,015	[kN/m ²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m ²]

2.14 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht		
materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]

Onzekerheidsfactor trekkracht	1,80	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor druk boorgat	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment (Staal)	1,27	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment (Polyetheen)	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Toelaatbare deflectie stalen leiding	5,00	[%]
Toelaatbare 'piggability' stalen leiding	5,00	[%]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	8,00	[%]
Toelaatbare piggability polyetheen leiding	5,00	[%]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m ³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,67	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	119	119	53	155
2	107	107	71	168
3	183	183	87	180
4	130	130	103	191
5	218	218	117	201
6	228	228	131	209
7	244	271	143	217
8	412	555	154	224
9	560	824	165	230
10	621	1003	174	235
11	667	1148	182	239
12	717	1297	190	241
13	737	1366	196	243
14	694	1274	202	244
15	669	1222	206	244
16	671	1232	210	243
17	672	1236	213	242
18	673	1238	215	239
19	673	1239	217	237
20	673	1241	219	235
21	674	1242	222	233
22	674	1244	224	230
23	675	1245	226	228
24	676	1248	228	226
25	678	1255	231	224
26	697	1301	233	221
27	743	1415	235	219
28	742	1413	237	217
29	741	1411	240	215
30	733	1392	242	212
31	695	1297	243	209
32	673	1236	243	205
33	656	1185	243	199
34	643	1140	241	193
35	626	1078	238	186
36	603	993	235	178
37	574	885	230	169
38	538	750	225	159
39	483	581	218	148
40	223	263	211	136
41	216	216	202	123
42	149	149	193	109
43	125	125	182	93
44	111	111	171	77
45	119	119	158	60
46	131	131	145	42

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	119	119	48	53
2	107	107	64	71

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
3	183	183	78	87
4	130	130	92	103
5	218	218	105	117
6	228	228	117	131
7	244	244	127	143
8	412	366	137	154
9	560	516	146	163
10	621	641	153	169
11	667	755	160	175
12	717	882	166	179
13	737	950	170	183
14	694	887	174	186
15	669	852	177	187
16	671	864	179	188
17	672	869	180	188
18	673	870	180	187
19	673	872	181	187
20	673	873	182	186
21	674	875	182	186
22	674	876	183	185
23	675	878	183	185
24	676	880	184	184
25	678	887	184	184
26	697	924	185	183
27	743	1019	186	182
28	742	1017	186	182
29	741	1017	187	181
30	733	1001	187	181
31	695	919	187	179
32	673	864	185	176
33	656	816	183	173
34	643	771	180	168
35	626	713	175	163
36	603	640	170	157
37	574	555	164	149
38	538	460	156	141
39	483	354	148	132
40	223	223	136	121
41	216	216	123	110
42	149	149	109	97
43	125	125	93	84
44	111	111	77	70
45	119	119	60	54
46	131	131	42	38

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	119	119	50	48
2	107	107	67	64
3	183	183	82	78
4	130	130	97	92
5	218	218	110	105
6	228	228	123	117
7	244	244	134	127
8	412	366	145	137
9	560	516	154	146
10	621	641	163	153
11	667	755	170	160

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
12	717	882	177	166
13	737	950	182	170
14	694	887	186	174
15	669	852	187	177
16	671	864	188	179
17	672	869	188	180
18	673	870	187	180
19	673	872	187	181
20	673	873	186	182
21	674	875	186	182
22	674	876	185	183
23	675	878	185	183
24	676	880	184	184
25	678	887	184	184
26	697	924	183	185
27	743	1019	182	186
28	742	1017	182	186
29	741	1017	181	187
30	733	1001	181	187
31	695	919	179	187
32	673	864	176	185
33	656	816	173	183
34	643	771	168	180
35	626	713	163	173
36	603	640	157	166
37	574	555	149	158
38	538	460	141	149
39	483	354	132	139
40	223	223	121	128
41	216	216	110	116
42	149	149	97	102
43	125	125	84	88
44	111	111	70	73
45	119	119	54	57
46	131	131	38	40

De minimaal vereiste mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende maximaal toelaatbare mud drukken. De maximale druk gebaseerd op deformatie houdt rekening met de vorming van scheuren rond het boorgat, terwijl de maximale druk gebaseerd op gronddruk een frac-out aangeeft richting maaiveld.

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

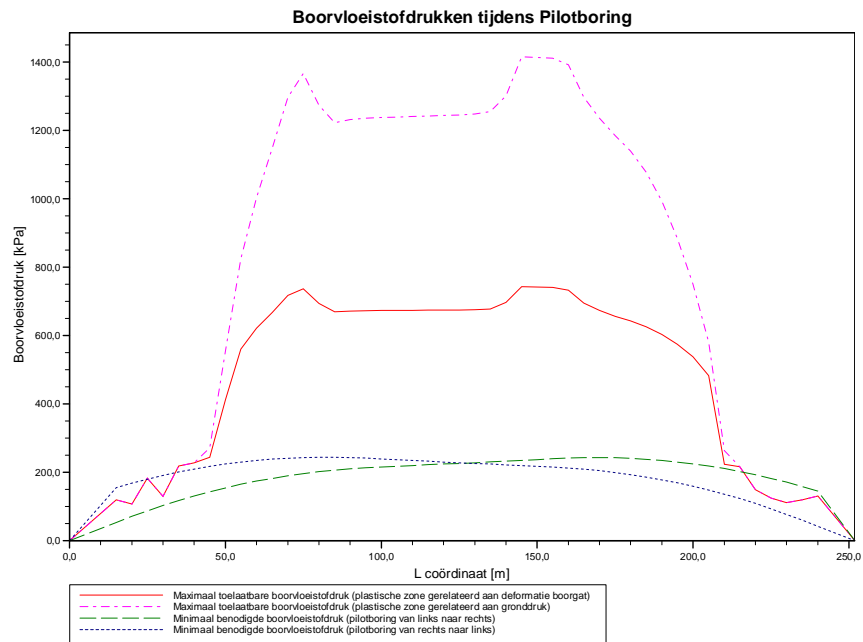
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	46	30	1,55	voldoet
2	61	43	1,43	voldoet
3	76	55	1,37	voldoet
4	89	67	1,33	voldoet
5	101	77	1,31	voldoet
6	112	87	1,29	voldoet
7	122	96	1,28	voldoet
8	131	88	1,49	voldoet
9	139	95	1,47	voldoet
10	147	101	1,45	voldoet
11	153	107	1,43	voldoet
12	158	111	1,42	voldoet
13	162	115	1,41	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
14	165	117	1,41	voldoet
15	168	119	1,40	voldoet
16	169	121	1,40	voldoet
17	169	121	1,40	voldoet
18	169	121	1,40	voldoet
19	170	121	1,40	voldoet
20	170	121	1,40	voldoet
21	170	121	1,40	voldoet
22	170	121	1,40	voldoet
23	170	121	1,40	voldoet
24	170	121	1,40	voldoet
25	170	121	1,40	voldoet
26	170	121	1,40	voldoet
27	170	121	1,40	voldoet
28	170	121	1,40	voldoet
29	170	121	1,40	voldoet
30	170	121	1,40	voldoet
31	169	120	1,41	voldoet
32	167	118	1,41	voldoet
33	164	116	1,42	voldoet
34	160	112	1,43	voldoet
35	155	108	1,44	voldoet
36	149	103	1,45	voldoet
37	142	97	1,47	voldoet
38	135	90	1,49	voldoet
39	126	83	1,53	voldoet
40	116	74	1,57	voldoet
41	105	80	1,31	voldoet
42	94	70	1,34	voldoet
43	81	59	1,37	voldoet
44	67	47	1,43	voldoet
45	52	34	1,54	voldoet
46	37	21	1,79	voldoet

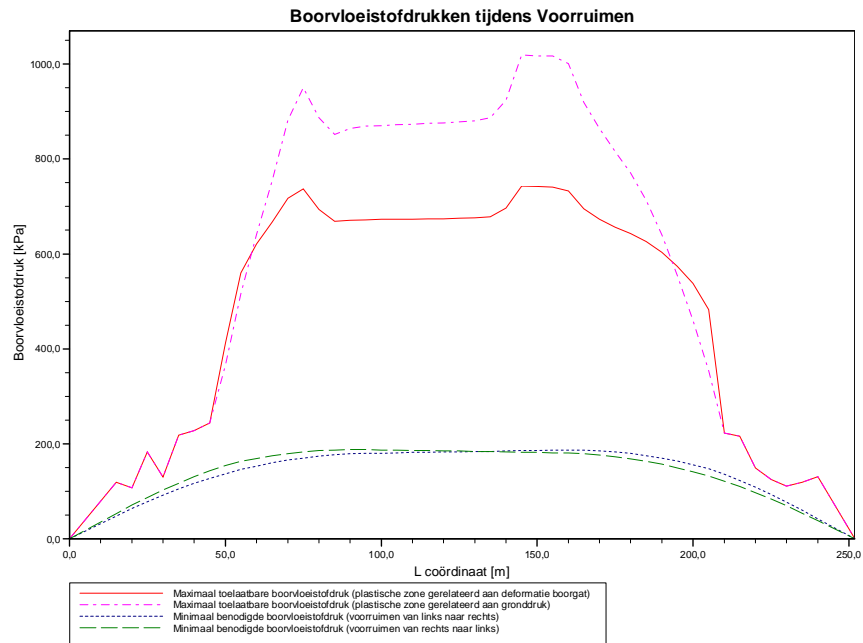
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

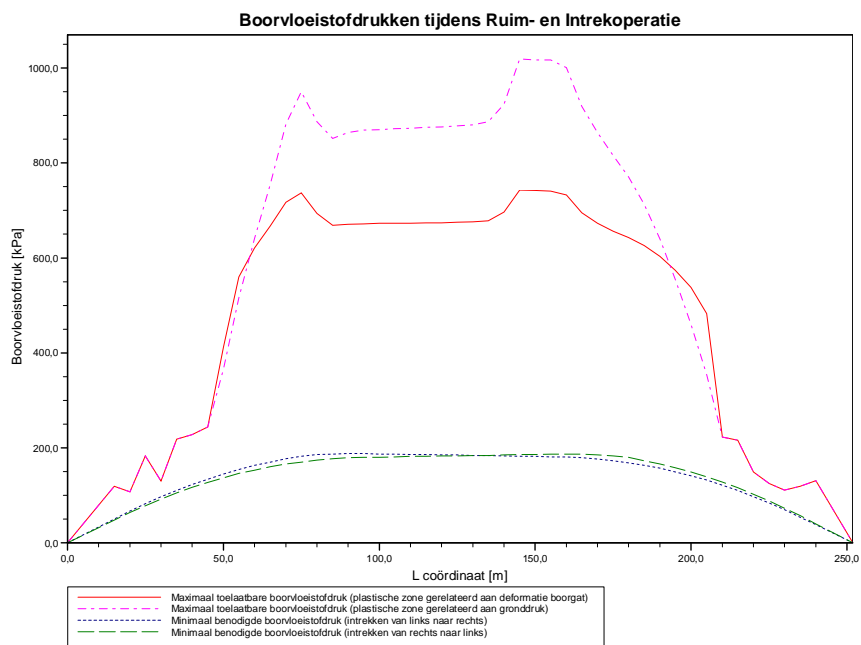
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Parameters

4.1 Grondmechanische Parameters 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv;r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
kv;top,max	Maximaal verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv;r;n [kN/m ²]	kv;top [kN/m ³]
1	44	22	10	13	491
2	131	30	13	17	5459
3	62	35	14	18	2123
4	167	43	15	21	5459
5	81	49	15	21	3779
6	241	56	16	22	6465
7	258	63	18	24	9367
8	1308	91	13	18	98750
9	1434	104	11	15	335771
10	1545	117	10	13	335771
11	1643	128	9	12	335771
12	1766	144	9	12	335771
13	1807	149	9	12	335771
14	1666	132	8	11	335771
15	1583	122	8	11	335771
16	1582	122	8	11	335771
17	1581	122	8	11	335771
18	1582	122	8	11	335771
19	1583	122	8	11	335771
20	1584	122	8	11	335771
21	1584	122	8	11	335771
22	1585	123	8	11	335771
23	1587	123	8	11	335771
24	1592	123	8	11	335771
25	1602	124	8	11	335771
26	1656	130	8	11	335771
27	1793	147	8	11	335771
28	1789	147	8	11	335771
29	1787	146	9	11	335771
30	1764	144	9	12	335771
31	1658	130	9	11	335771
32	1596	123	9	11	335771
33	1555	118	9	11	335771
34	1529	115	9	12	335771
35	1495	111	9	12	335771
36	1446	105	9	12	335771

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv;r;n [kN/m ²]	kv;top [kN/m ³]
37	1387	99	9	13	335771
38	1317	92	10	14	335771
39	1234	83	13	17	283507
40	1138	74	17	23	16338
41	229	50	15	20	4729
42	172	45	15	20	3546
43	70	41	15	20	4877
44	136	32	13	18	5459
45	46	23	10	14	491
46	46	23	9	12	491

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	5097	343	3568	44	0,05	8
2	0	2176	635	1523	131	0,05	8
3	0	5459	716	3822	62	0,05	8
4	0	3078	902	2155	167	0,05	8
5	0	8613	676	6029	81	0,05	8
6	0	9367	952	6557	241	0,05	8
7	0	222462	1046	155724	258	0,05	8
8	0	335771	5819	235040	1308	0,05	8
9	0	335771	6672	235040	1434	0,05	8
10	0	335771	7467	235040	1545	0,05	8
11	0	335771	8206	235040	1643	0,05	8
12	0	335771	9180	235040	1766	0,05	8
13	0	335771	9516	235040	1807	0,05	8
14	0	335771	8402	235040	1666	0,05	8
15	0	335771	7779	235040	1583	0,05	8
16	0	335771	7790	235040	1582	0,05	8
17	0	335771	7804	235040	1581	0,05	8
18	0	335771	7809	235040	1582	0,05	8
19	0	335771	7815	235040	1583	0,05	8
20	0	335771	7820	235040	1584	0,05	8
21	0	335771	7825	235040	1584	0,05	8
22	0	335771	7831	235040	1585	0,05	8
23	0	335771	7841	235040	1587	0,05	8
24	0	335771	7859	235040	1592	0,05	8
25	0	335771	7918	235040	1602	0,05	8
26	0	335771	8328	235040	1656	0,05	8
27	0	335771	9401	235040	1793	0,05	8
28	0	335771	9366	235040	1789	0,05	8
29	0	335771	9344	235040	1787	0,05	8
30	0	335771	9162	235040	1764	0,05	8
31	0	335771	8317	235040	1658	0,05	8
32	0	335771	7849	235040	1596	0,05	8
33	0	335771	7543	235040	1555	0,05	8
34	0	335771	7352	235040	1529	0,05	8
35	0	335771	7101	235040	1495	0,05	8
36	0	335771	6753	235040	1446	0,05	8
37	0	335771	6347	235040	1387	0,05	8
38	0	335771	5881	235040	1317	0,05	8
39	0	335771	5356	235040	1234	0,05	8
40	0	335771	4770	235040	1138	0,05	8
41	0	112886	888	79020	229	0,05	8
42	0	5845	275	4091	172	0,05	8
43	0	3876	245	2713	70	0,05	8
44	0	5020	675	3514	136	0,05	8
45	0	5359	447	3751	46	0,05	8
46	0	491	144	344	46	0,05	8

Maximale grondbelasting : $P_{v;n;max} = 149 \text{ kN/m}^2$
 Maximale gereduceerde grondbelasting : $P_{v;r;n;max} = 24 \text{ kN/m}^2$
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : $k_{v;max} = 335771 \text{ kN/m}^3$
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : $k_{v;max} = 688060 \text{ kN/m}^3$

4.2 Grondmechanische Parameters 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

$P_{v;p}$	Passieve grondbelasting	kN/m^2
$P_{v;n}$	Neutrale grondbelasting	kN/m^2
$Ph;n$	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m^2
$P_{v;r;n}$	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m^2
$k_{v;top}$	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m^3
$k_{v;top,max}$	Maximaal verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m^3
d_v	Verticale verplaatsing	mm
k_v	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m^3
$P_{v;e}$	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m^2
k_h	Horizontaal beddinggetal	kN/m^3
$Ph;e$	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m^2
t_{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m^2
d_{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	$P_{v;p}$ [kN/m ²]	$P_{v;n}$ [kN/m ²]	$Ph;n$ [kN/m ²]	$P_{v;r;n}$ [kN/m ²]	$k_{v;top}$ [kN/m ³]
1	44	22	10	13	491
2	131	30	13	17	5459
3	62	35	14	18	2123
4	167	43	15	21	5459
5	81	49	15	21	3779
6	241	56	16	22	6465
7	258	63	18	24	9367
8	1308	91	13	18	98750
9	1434	104	11	15	335771
10	1545	117	10	13	335771
11	1643	128	9	12	335771
12	1766	144	9	12	335771
13	1807	149	9	12	335771
14	1666	132	8	11	335771
15	1583	122	8	11	335771
16	1582	122	8	11	335771
17	1581	122	8	11	335771
18	1582	122	8	11	335771
19	1583	122	8	11	335771
20	1584	122	8	11	335771
21	1584	122	8	11	335771
22	1585	123	8	11	335771
23	1587	123	8	11	335771
24	1592	123	8	11	335771
25	1602	124	8	11	335771
26	1656	130	8	11	335771
27	1793	147	8	11	335771
28	1789	147	8	11	335771
29	1787	146	9	11	335771
30	1764	144	9	12	335771
31	1658	130	9	11	335771
32	1596	123	9	11	335771
33	1555	118	9	11	335771
34	1529	115	9	12	335771

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv;r;n [kN/m ²]	kv;top [kN/m ³]
35	1495	111	9	12	335771
36	1446	105	9	12	335771
37	1387	99	9	13	335771
38	1317	92	10	14	335771
39	1234	83	13	17	283507
40	1138	74	17	23	16338
41	229	50	15	20	4729
42	172	45	15	20	3546
43	70	41	15	20	4877
44	136	32	13	18	5459
45	46	23	10	14	491
46	46	23	9	12	491

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	5097	343	3568	44	0,05	8
2	0	2176	635	1523	131	0,05	8
3	0	5459	716	3822	62	0,05	8
4	0	3078	902	2155	167	0,05	8
5	0	8613	676	6029	81	0,05	8
6	0	9367	952	6557	241	0,05	8
7	0	222462	1046	155724	258	0,05	8
8	0	335771	5819	235040	1308	0,05	8
9	0	335771	6672	235040	1434	0,05	8
10	0	335771	7467	235040	1545	0,05	8
11	0	335771	8206	235040	1643	0,05	8
12	0	335771	9180	235040	1766	0,05	8
13	0	335771	9516	235040	1807	0,05	8
14	0	335771	8402	235040	1666	0,05	8
15	0	335771	7779	235040	1583	0,05	8
16	0	335771	7790	235040	1582	0,05	8
17	0	335771	7804	235040	1581	0,05	8
18	0	335771	7809	235040	1582	0,05	8
19	0	335771	7815	235040	1583	0,05	8
20	0	335771	7820	235040	1584	0,05	8
21	0	335771	7825	235040	1584	0,05	8
22	0	335771	7831	235040	1585	0,05	8
23	0	335771	7841	235040	1587	0,05	8
24	0	335771	7859	235040	1592	0,05	8
25	0	335771	7918	235040	1602	0,05	8
26	0	335771	8328	235040	1656	0,05	8
27	0	335771	9401	235040	1793	0,05	8
28	0	335771	9366	235040	1789	0,05	8
29	0	335771	9344	235040	1787	0,05	8
30	0	335771	9162	235040	1764	0,05	8
31	0	335771	8317	235040	1658	0,05	8
32	0	335771	7849	235040	1596	0,05	8
33	0	335771	7543	235040	1555	0,05	8
34	0	335771	7352	235040	1529	0,05	8
35	0	335771	7101	235040	1495	0,05	8
36	0	335771	6753	235040	1446	0,05	8
37	0	335771	6347	235040	1387	0,05	8
38	0	335771	5881	235040	1317	0,05	8
39	0	335771	5356	235040	1234	0,05	8
40	0	335771	4770	235040	1138	0,05	8
41	0	112886	888	79020	229	0,05	8
42	0	5845	275	4091	172	0,05	8
43	0	3876	245	2713	70	0,05	8
44	0	5020	675	3514	136	0,05	8
45	0	5359	447	3751	46	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
46	0	491	144	344	46	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n;max = 149 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv;r;n;max = 24 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv;max = 335771 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv;max = 688060 kN/m³

4.3 Grondmechanische Parameters 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv;r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
kv;top,max	Maximaal verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv;r;n [kN/m ²]	kv;top [kN/m ³]
1	44	22	10	13	491
2	131	30	13	17	5459
3	62	35	14	18	2123
4	167	43	15	21	5459
5	81	49	15	21	3779
6	241	56	16	22	6465
7	258	63	18	24	9367
8	1308	91	13	18	98750
9	1434	104	11	15	335771
10	1545	117	10	13	335771
11	1643	128	9	12	335771
12	1766	144	9	12	335771
13	1807	149	9	12	335771
14	1666	132	8	11	335771
15	1583	122	8	11	335771
16	1582	122	8	11	335771
17	1581	122	8	11	335771
18	1582	122	8	11	335771
19	1583	122	8	11	335771
20	1584	122	8	11	335771
21	1584	122	8	11	335771
22	1585	123	8	11	335771
23	1587	123	8	11	335771
24	1592	123	8	11	335771
25	1602	124	8	11	335771
26	1656	130	8	11	335771
27	1793	147	8	11	335771
28	1789	147	8	11	335771
29	1787	146	9	11	335771
30	1764	144	9	12	335771
31	1658	130	9	11	335771

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv;r;n [kN/m ²]	kv;top [kN/m ³]
32	1596	123	9	11	335771
33	1555	118	9	11	335771
34	1529	115	9	12	335771
35	1495	111	9	12	335771
36	1446	105	9	12	335771
37	1387	99	9	13	335771
38	1317	92	10	14	335771
39	1234	83	13	17	283507
40	1138	74	17	23	16338
41	229	50	15	20	4729
42	172	45	15	20	3546
43	70	41	15	20	4877
44	136	32	13	18	5459
45	46	23	10	14	491
46	46	23	9	12	491

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	5097	343	3568	44	0,05	8
2	0	2176	635	1523	131	0,05	8
3	0	5459	716	3822	62	0,05	8
4	0	3078	902	2155	167	0,05	8
5	0	8613	676	6029	81	0,05	8
6	0	9367	952	6557	241	0,05	8
7	0	222462	1046	155724	258	0,05	8
8	0	335771	5819	235040	1308	0,05	8
9	0	335771	6672	235040	1434	0,05	8
10	0	335771	7467	235040	1545	0,05	8
11	0	335771	8206	235040	1643	0,05	8
12	0	335771	9180	235040	1766	0,05	8
13	0	335771	9516	235040	1807	0,05	8
14	0	335771	8402	235040	1666	0,05	8
15	0	335771	7779	235040	1583	0,05	8
16	0	335771	7790	235040	1582	0,05	8
17	0	335771	7804	235040	1581	0,05	8
18	0	335771	7809	235040	1582	0,05	8
19	0	335771	7815	235040	1583	0,05	8
20	0	335771	7820	235040	1584	0,05	8
21	0	335771	7825	235040	1584	0,05	8
22	0	335771	7831	235040	1585	0,05	8
23	0	335771	7841	235040	1587	0,05	8
24	0	335771	7859	235040	1592	0,05	8
25	0	335771	7918	235040	1602	0,05	8
26	0	335771	8328	235040	1656	0,05	8
27	0	335771	9401	235040	1793	0,05	8
28	0	335771	9366	235040	1789	0,05	8
29	0	335771	9344	235040	1787	0,05	8
30	0	335771	9162	235040	1764	0,05	8
31	0	335771	8317	235040	1658	0,05	8
32	0	335771	7849	235040	1596	0,05	8
33	0	335771	7543	235040	1555	0,05	8
34	0	335771	7352	235040	1529	0,05	8
35	0	335771	7101	235040	1495	0,05	8
36	0	335771	6753	235040	1446	0,05	8
37	0	335771	6347	235040	1387	0,05	8
38	0	335771	5881	235040	1317	0,05	8
39	0	335771	5356	235040	1234	0,05	8
40	0	335771	4770	235040	1138	0,05	8
41	0	112886	888	79020	229	0,05	8
42	0	5845	275	4091	172	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
43	0	3876	245	2713	70	0,05	8
44	0	5020	675	3514	136	0,05	8
45	0	5359	447	3751	46	0,05	8
46	0	491	144	344	46	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n;max = 149 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv;r;n;max = 24 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv;max = 335771 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv;max = 688060 kN/m³

4.4 Grondmechanische Parameters 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv;r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
kv;top,max	Maximaal verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv;r;n [kN/m ²]	kv;top [kN/m ³]
1	44	22	10	13	491
2	131	30	13	17	5459
3	62	35	14	18	2123
4	167	43	15	21	5459
5	81	49	15	21	3779
6	241	56	16	22	6465
7	258	63	18	24	9367
8	1308	91	13	18	98750
9	1434	104	11	15	335771
10	1545	117	10	13	335771
11	1643	128	9	12	335771
12	1766	144	9	12	335771
13	1807	149	9	12	335771
14	1666	132	8	11	335771
15	1583	122	8	11	335771
16	1582	122	8	11	335771
17	1581	122	8	11	335771
18	1582	122	8	11	335771
19	1583	122	8	11	335771
20	1584	122	8	11	335771
21	1584	122	8	11	335771
22	1585	123	8	11	335771
23	1587	123	8	11	335771
24	1592	123	8	11	335771
25	1602	124	8	11	335771
26	1656	130	8	11	335771
27	1793	147	8	11	335771
28	1789	147	8	11	335771

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv;r;n [kN/m ²]	kv;top [kN/m ³]
29	1787	146	9	11	335771
30	1764	144	9	12	335771
31	1658	130	9	11	335771
32	1596	123	9	11	335771
33	1555	118	9	11	335771
34	1529	115	9	12	335771
35	1495	111	9	12	335771
36	1446	105	9	12	335771
37	1387	99	9	13	335771
38	1317	92	10	14	335771
39	1234	83	13	17	283507
40	1138	74	17	23	16338
41	229	50	15	20	4729
42	172	45	15	20	3546
43	70	41	15	20	4877
44	136	32	13	18	5459
45	46	23	10	14	491
46	46	23	9	12	491

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	5097	343	3568	44	0,05	8
2	0	2176	635	1523	131	0,05	8
3	0	5459	716	3822	62	0,05	8
4	0	3078	902	2155	167	0,05	8
5	0	8613	676	6029	81	0,05	8
6	0	9367	952	6557	241	0,05	8
7	0	222462	1046	155724	258	0,05	8
8	0	335771	5819	235040	1308	0,05	8
9	0	335771	6672	235040	1434	0,05	8
10	0	335771	7467	235040	1545	0,05	8
11	0	335771	8206	235040	1643	0,05	8
12	0	335771	9180	235040	1766	0,05	8
13	0	335771	9516	235040	1807	0,05	8
14	0	335771	8402	235040	1666	0,05	8
15	0	335771	7779	235040	1583	0,05	8
16	0	335771	7790	235040	1582	0,05	8
17	0	335771	7804	235040	1581	0,05	8
18	0	335771	7809	235040	1582	0,05	8
19	0	335771	7815	235040	1583	0,05	8
20	0	335771	7820	235040	1584	0,05	8
21	0	335771	7825	235040	1584	0,05	8
22	0	335771	7831	235040	1585	0,05	8
23	0	335771	7841	235040	1587	0,05	8
24	0	335771	7859	235040	1592	0,05	8
25	0	335771	7918	235040	1602	0,05	8
26	0	335771	8328	235040	1656	0,05	8
27	0	335771	9401	235040	1793	0,05	8
28	0	335771	9366	235040	1789	0,05	8
29	0	335771	9344	235040	1787	0,05	8
30	0	335771	9162	235040	1764	0,05	8
31	0	335771	8317	235040	1658	0,05	8
32	0	335771	7849	235040	1596	0,05	8
33	0	335771	7543	235040	1555	0,05	8
34	0	335771	7352	235040	1529	0,05	8
35	0	335771	7101	235040	1495	0,05	8
36	0	335771	6753	235040	1446	0,05	8
37	0	335771	6347	235040	1387	0,05	8
38	0	335771	5881	235040	1317	0,05	8
39	0	335771	5356	235040	1234	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
40	0	335771	4770	235040	1138	0,05	8
41	0	112886	888	79020	229	0,05	8
42	0	5845	275	4091	172	0,05	8
43	0	3876	245	2713	70	0,05	8
44	0	5020	675	3514	136	0,05	8
45	0	5359	447	3751	46	0,05	8
46	0	491	144	344	46	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n;max = 149 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv;r;n;max = 24 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv;max = 335771 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv;max = 688060 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes= 4 [-]
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Volumegegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,50 kN/m ³
Minimale kromtestraal	:	Rmin = 172 m
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 100 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 349528 kN/m ³

5.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 0% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	145	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	40	[kg/m]

Resultaat	:	105	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkraft in de leiding.
 De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekkoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkraft wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	10
T2	18	15
T3	96	40
T4	159	60
T5	238	89
T6	255	93

De berekende waarden van de trekkracht zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 1,80 gebruikt en een belasting factor van 1,00 (alleen voor staal).

6 Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 200,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 18,20$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $dt = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 255$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Constante van Poisson	: $\nu = 0,40$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $sf = 1,10$
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale verticale grondbelasting	: $P_{v;r;n;max} = 24$ kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: $k_v;max = 688060$ kN/m ³
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{Install} = 1,00$
Belastingsfactor Q_n	: $f_{Qn1} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_M = 1,40$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,00$
Onzekerheidsfactor Q_n	: $f_{Qn2} = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 1,60$
Samengestelde factor op het moment (bijdrage van 3 factoren)	: $f_k = f_M * f_{Install} / f_R = 1,40$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,00018$ mm/mmK

6.2 Resultaten Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 1,4 \quad [N/mm^2]$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_1/A = 0,4 \quad [N/mm^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 1,3 \quad [N/mm^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,8 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_{max}/A = 4,0 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 4,6 \quad N/mm^2$$

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot Y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (f_R \cdot D_o \cdot R)$$

$$\lambda = (k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 5,3E-3 \quad mm^{-1}$$

$$q_r = 0,0113 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,7 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t,max} = 0,7 \quad N/mm^2$$

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad N/mm^2$$

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 0,3 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,2 \quad N/mm^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 2,2 \quad N/mm^2$$

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	1,7	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = \Delta t \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Rerounding factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{Rerounding factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$$

6.3 Controle van de Berekende Spanningen of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,3	4,6	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tan...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tan...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,08% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 10,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

6.3.4 Toetsing op Implosie of 1x200mm PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 187 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 121 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

7 Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevens of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 200,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 18,20$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $dt = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 255$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Constante van Poisson	: $\nu = 0,40$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $sf = 1,10$
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale verticale grondbelasting	: $P_{v;r;n;max} = 24$ kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: $k_v;max = 688060$ kN/m ³
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{Install} = 1,00$
Belastingsfactor Q_n	: $f_{Qn1} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_M = 1,40$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,00$
Onzekerheidsfactor Q_n	: $f_{Qn2} = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 1,60$
Samengestelde factor op het moment (bijdrage van 3 factoren)	: $f_k = f_M * f_{Install} / f_R = 1,40$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,00018$ mm/mmK

7.2 Resultaten Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 1,4 \quad [N/mm^2]$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T1/A = 0,4 \quad [N/mm^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 1,3 \quad [N/mm^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,8 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_{max}/A = 4,0 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 4,6 \quad N/mm^2$$

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot Y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (f_R \cdot D_o \cdot R)$$

$$\lambda = (k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 5,3E-3 \quad mm^{-1}$$

$$q_r = 0,0113 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,7 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t,max} = 0,7 \quad N/mm^2$$

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad N/mm^2$$

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 0,3 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,2 \quad N/mm^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 2,2 \quad N/mm^2$$

Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	1,7	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\Sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\Sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{px} = 0,5 \cdot \Sigma_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{Temp} = \Delta t \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \Sigma_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Rerounding factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{Rerounding factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\Sigma_{t,max} = \Sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \Sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \Sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \Sigma_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$$

7.3 Controle van de Berekende Spanningen of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

Belasting combinatie 1

- $\Sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\Sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\Sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\Sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\Sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\Sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\Sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\Sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,3	4,6	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tan...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tan...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,08% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 10,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

7.3.4 Toetsing op Implosie of 1x200mm PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 187 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 121 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

8 Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 200,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 18,20$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $dt = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 255$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Constante van Poisson	: $\nu = 0,40$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $sf = 1,10$
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale verticale grondbelasting	: $P_{v;r;n;max} = 24$ kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: $k_v;max = 688060$ kN/m ³
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{Install} = 1,00$
Belastingsfactor Qn	: $f_{Qn1} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_M = 1,40$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,00$
Onzekerheidsfactor Qn	: $f_{Qn2} = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 1,60$
Samengestelde factor op het moment (bijdrage van 3 factoren)	: $f_k = f_M * f_{Install} / f_R = 1,40$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,00018$ mm/mmK

8.2 Resultaten Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 1,4 \quad [N/mm^2]$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T1/A = 0,4 \quad [N/mm^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 1,3 \quad [N/mm^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,8 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_{max}/A = 4,0 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 4,6 \quad N/mm^2$$

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot Y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (f_R \cdot D_o \cdot R)$$

$$\lambda = (k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 5,3E-3 \quad mm^{-1}$$

$$q_r = 0,0113 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,7 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t,max} = 0,7 \quad N/mm^2$$

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad N/mm^2$$

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 0,3 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,2 \quad N/mm^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 2,2 \quad N/mm^2$$

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	1,7	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = \Delta t \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Rerounding factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{Rerounding factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$$

8.3 Controle van de Berekende Spanningen of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,3	4,6	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tan...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tan...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,08% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 10,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

8.3.4 Toetsing op Implosie of 1x200mm PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 187 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 121 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

9 Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buiten- diameter	: $D_o = 200,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 18,20$ mm
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $dt = 0,00$ deg Celcius
Lengte leiding	: $L = 255$ m
Elasticiteitsmodulus (kort)	: $E = 975$ N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	: $E = 350$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	: $S = 10$ N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	: $S = 8$ N/mm ²
Importantie factor (S)	: $S = 1,00$
Constante van Poisson	: $\nu = 0,40$
Volumegegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $sf = 1,10$
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale verticale grondbelasting	: $P_{v;r;n;max} = 24$ kN/m ²
Maximale beddingsconstante	: $k_v;max = 688060$ kN/m ³
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{Install} = 1,00$
Belastingsfactor Q_n	: $f_{Qn1} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;comb} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{temp} = 1,00$
Onzekerheidsfactor buigend moment	: $f_M = 1,40$
Onzekerheidsfactor kromte straal	: $f_R = 1,00$
Onzekerheidsfactor Q_n	: $f_{Qn2} = 1,10$
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	: $f_{kv} = 1,60$
Samengestelde factor op het moment (bijdrage van 3 factoren)	: $f_k = f_M * f_{Install} / f_R = 1,40$
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,00018$ mm/mmK

9.2 Resultaten Spanningsanalyse of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 1,4 \quad [N/mm^2]$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T1/A = 0,4 \quad [N/mm^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 1,3 \quad [N/mm^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b) = 0,8 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_{max}/A = 4,0 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 4,6 \quad N/mm^2$$

Tangentele spanning:

 Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot Y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (f_R \cdot D_o \cdot R)$$

$$\lambda = (k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 5,3E-3 \quad mm^{-1}$$

$$q_r = 0,0113 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,7 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t,max} = 0,7 \quad N/mm^2$$

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad N/mm^2$$

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 0,3 \quad N/mm^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,2 \quad N/mm^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 2,2 \quad N/mm^2$$

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	1,7	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{ol} \cdot W_b) = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = \Delta t \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Rerounding factor } F_{rr} = 1,000$$

$$\text{Rerounding factor } F'_{rr} = 1,000$$

$$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t,max} = 1,7 \text{ N/mm}^2$$

9.3 Controle van de Berekende Spanningen of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\sigma_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,3	4,6	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tan...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tan...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,08% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 10,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

9.3.4 Toetsing op Implosie of 1x200mm PE100 SDR11 (4): leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 187 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 121 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Einde Rapport

Bijlage 4 Foto's locatie

Opdrachtgever : Liandon B.V.
Contactpersoon : Dhr. H. Sattari
Adres : Basisweg 10
Plaats: : 1043 AP Amsterdam

MEMO

Onderwerp : Foto's locatieopname Ouderkerk aan den Amstel (RTO-621)



Figuur 1 overzicht intredepunt HDD 1 (Roendehoep West - Polderweg)



Figuur 2 overzicht uittredepunt HDD 1 (Polderweg)



Figuur 3 overzicht intredepunt HDD 2 (Polderweg)



Figuur 4 overzicht uittredepunt HDD 2 (Polderweg)



Figuur 5 overzicht intredepunt HDD 3 (Jan Benninghweg)



Figuur 6 overzicht uittredepunt HDD 3 (Jan Benninghweg)



Figuur 7 overzicht intredepunt HDD 4 (Jan Benninghweg)



Figuur 8 zicht richting intredepunt HDD 4 (Jan Benninghweg)



Figuur 9 overzicht uittredepunt HDD 4 (Jan Benninghweg)



Figuur 10 overzicht uittredepunt HDD 5 (vanaf Rondehoep Oost)



Figuur 11 Rondehoep Oost



Figuur 12 Rondehoep Oost (richting intredepunt Bullewijk)



Figuur 13 Holendrachterweg (langs Bullewijk)



Figuur 14 Holendrechteweg (zicht op intreidelocatie)



Figuur 15 Holendrechteweg (zicht op A9)



Figuur 16 Holendrechteweg (richting uittredepunt Bullewijk)

Bijlage 5 Specificaties 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.

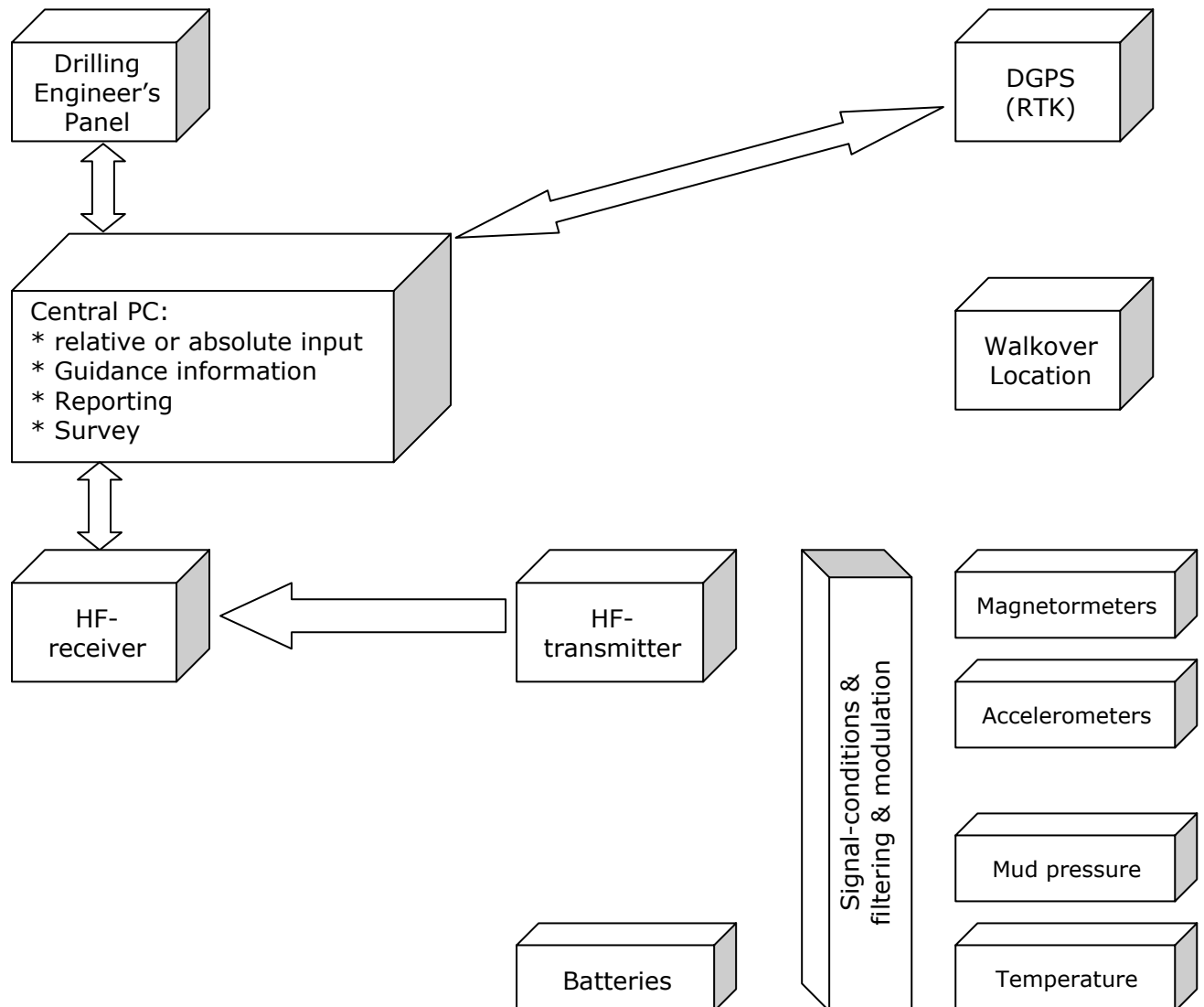


Figure 1. Overview of elements of magnetometer based navigation tool. The downhole data is wireless transmitted in order to save time for wireline connections during drilling.

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 built 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 built. 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.

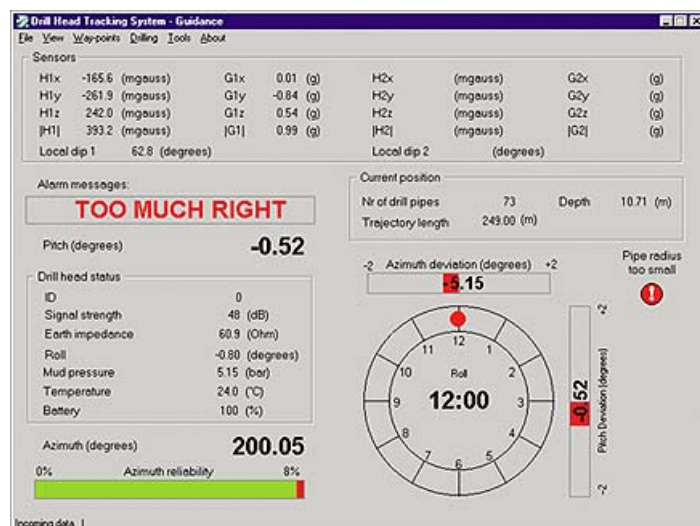


Figure 3. Guidance display of present magnetometer based navigation system. When the azimuth and pitch deviation is kept at zero, the desired track is followed. The reliability bar indicates whether a disturbance of the Earth's magnetic field exists.

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.

Bijlage 6 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
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 ³	40 kg/m ³	50 kg/m ³	60 kg/m ³
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
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.

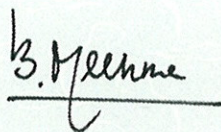
Nummer	K2112/03	Vervangt	K2112/02
Uitgegeven	2006-07-01	D.d.	2004-11-01

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.



ing. B. Meekma
Directeur Certificatie en Keuringen, Kiwa N.V.

Dit certificaat is afgegeven conform het 'Kiwa-Reglement voor ATA-Product-certificatie: 2004' van 1 december 2004.

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 ZH

Tel. (070) 414 44 00
Fax (070) 414 44 20
E-mail certif@kiwa.nl
www.kiwa.nl

kiwa



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

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;
- specifieke producteisen (zie 'ATA-PRODUCTEISEN').

ATA-PRODUCTEISEN

De gehalten aan zware metalen mogen niet meer bedragen dan:

	mg/kg
Arseen	100
Cadmium	20
Chroom	100
Kwik	1
Lood	100
Nikkel	100

TOEPASSING EN GEBRUIK

'Cebogel OCMA' wordt gebruikt voor:

- spoelingen bij diepteboringen (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 (verwerkings)richtlijnen van de leverancier.
4. Controleer of dit certificaat nog geldig is. Raadpleeg hiertoe www.kiwa.nl.

OVERIGE VOORWAARDEN

De middelen voor en de wijze van transporteren, opslaan en verpakken dienen in overeenstemming te zijn met de door de afnemer, met het oog op de toepassing van het product, gegeven richtlijnen (deze richtlijnen maken geen deel uit van de ATA-criteria).