

OPDRACHTGEVER Solutions 30
ADRES Titaniumlaan 68
PLAATS 5221 CK 's-Hertogenbosch

MEMO

Onderwerp HDD Amstellandlaan x Stammerlandweg te Weesp

t.b.v. aanleg glasvezelkabel



Figuur 1 Overzicht werklocatie

VERSIE	DATUM	STATUS	GEMAAKT DOOR	GECONTROLEERD DOOR	VOOR AKKOORD
1	08-10-2025	Voor vergunning			
2	27-10-2025	Voor vergunning			
3	05-11-2025	Opmerkingen toetser RWS			

Tabel 1 Versie- en wijzigingsoverzicht

ONDERWERP	HDD AMSTELLANDLAAN X STAMMERLANDWEG TE WEESP	1
	T.B.V. AANLEG GLASVEZELKABEL	1
INLEIDING		3
UITGANGSPUNTEN		4
	INFORMATIE	4
	VOORSCHRIFTEN EN LITERATUUR	4
	ONTWERP	4
WERKOMSCHRIJVING		5
	ALGEMEEN	5
MATERIEEL		8
	VOORSTEL IN TE ZETTEN BOORMATERIEEL	8
	IN TE ZETTEN MEETSYSTEEM	8
	AFWIJKINGEN	9
	BOORTECHNISCHE WIJZE VAN UITVOEREN	9
	KWALITEITSREGISTRATIE VAN DE BORING	10
	REGISTRATIE BOORVLOEISTOF	10
	REGISTRATIE AANMAAKWATER	10
	BOUWMATERIALEN	10
BEOORDELING GESTUURDE BORING		11
	TIJDSHEMA	11
	LOCATIE IN- EN UITTREDEPUNT	12
	GEOTECHNISCH ONDERZOEK	12
	GRONDWATERSTANDEN	12
BEREKENINGSRESULTATEN		13
BIJLAGE 1 BOORTEKENINGEN (HDD)		14
BIJLAGE 2 BESCHRIJVING GYRO-MEETSYSTEEM		15
BIJLAGE 3 BESCHRIJVING BOORSPOELING EN DRILLGROUT		16
BIJLAGE 4 GRONDONDERZOEK		17
BIJLAGE 5 STERKTEBEREKENING DGEO PIPELINE		18

Inleiding

Solutions 30 heeft Bob den Boer B.V. opdracht verleend voor het ontwerp en uitvoering van een horizontaal gestuurde boring t.b.v. een glasvezelkabelverbindingen van Solutions30 tussen de Amstellandlaan x Stammerland te Weesp.

De horizontaal gestuurde boring kruist het Amsterdam Rijnkanaal en diverse watergangen. Het Amsterdam Rijnkanaal is in beheer van Rijkswaterstaat en de watergangen van Waterschap Amstel Gooi en Vecht.

De beoogde horizontaal gestuurde boring heeft één mantelbuis met een diameter van Ø160mm PE100 SDR11.

Het intredepunt van de horizontaal gestuurde boring is gesitueerd op het terrein van de Gemeente Weesp bij Amstelland 118 en 120. Het uittredepunt is gesitueerd in een weiland nabij Stammerland.

Deze MEMO is opgesteld voor de realisatie van de bovengenoemde horizontaal gestuurde boring met kenmerk 250071

Dit document dient uitsluitend gebruikt te worden voor: vergunningaanvragen en voor de werkzaamheden welke door Bob den Boer BV uitgevoerd worden. Door derden kunnen aan dit document geen rechten worden ontleend.

De uitvoerende partij behoudt absolute verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid voor de werkzaamheden voortvloeiend uit deze MEMO en de engineering. Bob den Boer BV is nimmer aansprakelijk als de werkzaamheden door derden worden uitgevoerd.

Uitgangspunten

Informatie

Voor dit schrijven hebben de volgende documenten als input gediend:

Tekening(en)

- Schets opdrachtgever

Document(en)

- KLIC: 25O0030449
- Richtlijn boortechnieken Rijkswaterstaat Juni 2019;
- Leggerkaart, Algemene regel en Keur Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht
- Leggerkaart regionale kering RWS
- Email RWS damwandgegevens Dhr. [REDACTED] RWS MN/ Dhr. [REDACTED] RWS WNN (26-03-2025)

Grondonderzoek

- Geotechnisch onderzoek Geonius met kenmerk GA251276.R01.V1.0

Voorschriften en literatuur

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

- NEN3650-1:2020 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 1: Algemeen
- NEN3650-3:2020 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 3: Kunststoffen
- NEN3651:2020 Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken
- Richtlijn boortechnieken Rijkswaterstaat Juni 2019
- DCA (Drilling Contractors Association) Technical Guidelines 2nd Edition february 2001

Ontwerp

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

OMSCHRIJVING	BT	EENHEID
Lengte	327,7	m
Intredehoek	17	°
Uittredehoek	17	°
Neergaande bochtstraal	150	m
Opgaande bochtstraal	150	m
Horizontale straal	-	m
Combistraal 1	-	m

Tabel 2 Specificaties boringen

OMSCHRIJVING	BT		
Materiaal	PE100 SDR11	Wanddikte	14.2
Uitwendige diameter	160 mm	Aantal	1

Tabel 3 Specificaties mantelbuis

Werkomschrijving

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 (indien noodzakelijk)
- Fase 3 Intrekken mantelbuis

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.

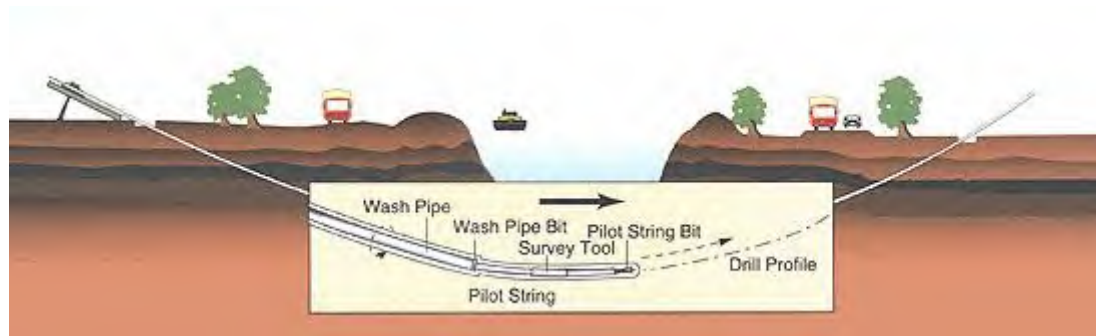
De voornaamste functies van de boorspoeling zijn:

- 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);
- Smearing van de boorstreng en de in te trekken mantelbuis;
- 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 mantelbuis samengesteld en klaargelegd worden.

Fase 1: De pilotboring



Figuur 2 Pilotboring

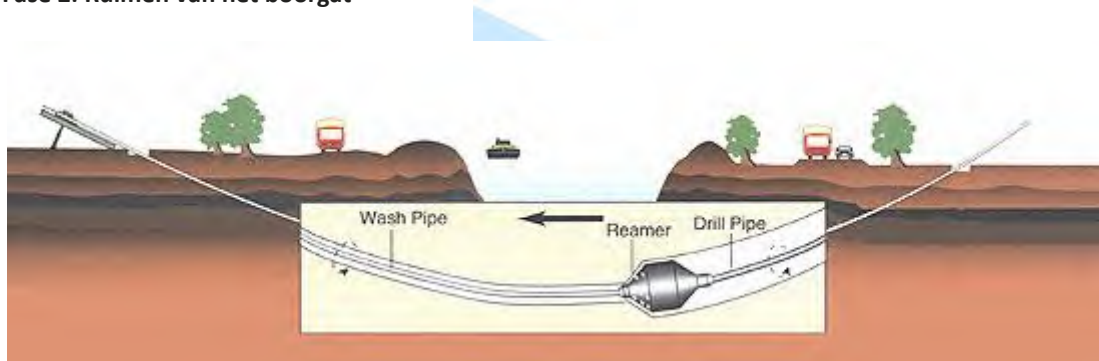
Aan de voorkant van de boorstreng is een boorkop aangebracht. De boorspoeling wordt via de boorstreng naar de boorkop gepompt en wordt samen met de losgeweelde grond langs de buitenzijde van de boorstreng door de boortunnel afgevoerd. Over het eerste gedeelte van de boorstreng kan eventueel een casing / beschermhuis 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.

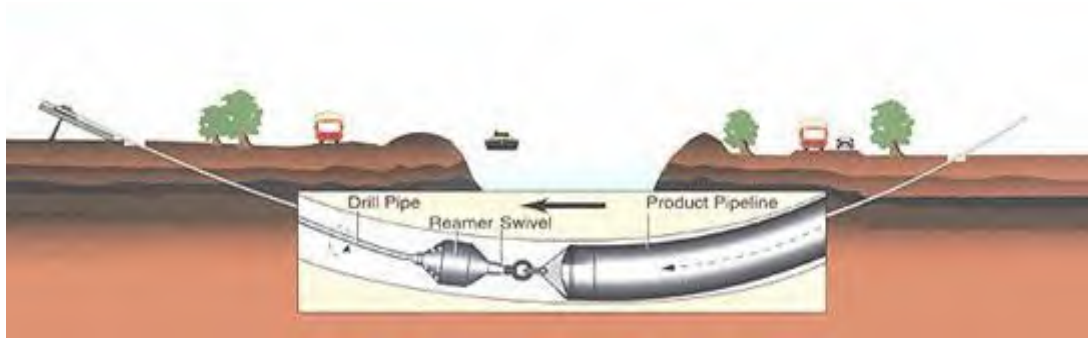
Fase 2: Ruimen van het boorgat



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 losgeweelde 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 mantelbuis 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.

Materieel

Voorstel in te zetten boormaterieel

Hieronder een voorstel voor het in te zetten boormaterieel en de daarbij behorende technische specificaties weergegeven. Het boormaterieel is geschikt voor het ontwerp en de boorparameters (trekkracht, drukken, etc.) volgend uit de berekeningen.



Figuur 5 Boor-rig

MERK/TYPE	DW JT30
Trekkracht	445kN
Torque	16.3kNm
Motor	194 kW
Gewicht	21.532 kg
Lengte	9,36 m
Breedte	2,57 m
Hoogte	2,79 m
In-uittredehoek	10 - 20 gr.
Diameter boorstang	92 mm
Min. Buigradius boorstangen	63 m

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-meetsysteem worden ingezet.

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 direct contact opgenomen worden 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 3 Maximale afwijking pilotboring (volgens NEN 3650)

Boortechnische wijze van uitvoeren

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

- Aflezing van de boorparameters zoals, trekkacht 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 uittredegangen, eventueel kunnen vloeistofdichte bakken geplaatst worden voor opvang en / of buffering van de boorspoeling;
- Eventueel wordt er gekozen voor hergebruik van boorspoeling;
- Leegzuigen van de boorgaten en / of vloeistofdichte bakken met vloeistofdichte zuigwagens;
- Afvoeren overgebleven / overtollige boorspoeling naar een erkend verwerker.

Kwaliteitsregistratie van de boring

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

- Debiet boorvloeistof aan de pomp (ltr/min);
- Druk boorvloeistof aan de pomp (bar);
- Trekkraft 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 worden opgenomen en gearchiveerd in een “drill-sheet” (of vergelijkbaar document). Deze meetgegevens worden samen met de veldmetingen verwerkt tot de vereiste revisie gegevens voor de opdrachtgever en vergunningverlener(s).

Registratie boorvloeistof

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

- Meettijdstip (uur : min);
- Viscositeit (sec);
- Soortelijk gewicht (kg/M3);
- Soort grond (visueel) (-);
- Eventuele toevoegingen (soort – kg/M3).

10

Registratie aanmaakwater

Van het water wat tijdens het aanmaken van de boorvloeistof 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);
- Meettijdstip (uur : min);
- PH waarde (-);
- Chloride gehalte (μ S/cm);
- Hardheid (-);
- Eventuele toevoegingen (soort – kg/M3).

Bouwmaterialen

Buizen

De buis zal op een haspel of in lengtes geleverd worden. In het geval van lengtes zullen deze door middel van lassen aan elkaar worden verbonden. Dit gebeurt door gekwalificeerd personeel en gecertificeerd materiaal. De inwendige lasrillen dienen in dat geval verwijderd te worden.

Boorvloeistof

Boorvloeistof bestaat uit een mengsel van schoon water en bentoniet. De mix hoeveelheid kan variëren omdat de mengverhouding wordt aangepast aan de lokaal geconstateerde grondslag. In Bijlage 3 is een voorbeeld toegevoegd voor de toepassing en eigenschappen van boorspoeling.

Vrijkomende grond / boorspoeling

Op de projectlocatie wordt enkel gerecyclede boorspoeling toegepast mits deze is voorzien van een geldig keuringscertificaat. In andere gevallen dient de boorspoeling vers te worden aangemaakt op de projectlocatie.

Alle vrijkomende grond die, op basis van chemische verontreinigingen dan wel op basis van fysische eigenschappen, niet geschikt is om herverwerkt te worden, boorspoeling of overtollige grond wordt geacht voor de opdrachtgever geen waarde te hebben.

Overtollige boorspoeling of vrijgekomen cuttings worden afgevoerd naar een bewerkings-, verwerkings- of eindverwerkingsinrichting, als bedoeld in de Wet milieubeheer. Hierbij behoort tevens het afgeven van de grond aan de desbetreffende inrichting inclusief alle kosten zoals leges, acceptatiekosten en vervoerskosten tot klasse industrie.

Bij oplevering zullen geleide bewijzen, transportbrieven, stortbewijzen etc. worden getoond dan wel als hard copy bij de opleverbescheiden worden aangeleverd.

Beoordeling gestuurde boring

Tijdschema



De bepaling van de tijdsduur voor het realiseren van de gestuurde boringen 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 per boring, onderstaand gemiddelde tijdschema van toepassing zijn:

- Opstellen boorequipment	: 1.50	dag(en)
- Uitvoeren van de pilotboring	: 1.00	dag(en)
- Uitvoeren eerste ruimgang	: 1.00	dag(en)
- Intrekken van de boorbuis	: 0.50	dag(en)
- Afvoer en opruimen werkterrein	: 2.00	dag(en)

De startdatum wordt bepaald in overleg met de opdrachtgever. Hierbij wordt rekening gehouden met eventuele vergunningen en toestemmingen. De boorwerkzaamheden vangen pas aan na het verkrijgen van alle goedkeuringen / toestemmingen.

Locatie in- en uittredepunt

De booropstelling wordt opgesteld op het terrein van gemeente Weesp aan de Amstellandlaan 118/120 te Weesp.

Nabij het intredepunt is beperkte ruimte voor de opstelling van het materiaal en materieel. Om voldoende ruimte te verkrijgen zal het hekwerk op locatie mogelijk gedeeltelijk tijdelijk verwijderd moeten worden.

Bob den Boer B.V. zal in overleg met de stakeholders rekening houden met eventuele omgevingsaspecten. Het vaststellen van de precieze omvang van het werkterrein is onderdeel van de voorbereidingen voor de uitvoering en behoeft goedkeuring van de opdrachtgever.

Het uittredepunt is gesitueerd in een grasland nabij Sportpark Driemond. Op locatie is voldoende ruimte voor de opstelling van het materieel en materiaal. Indien noodzakelijk zal er in overleg met de wegbeheerder tijdelijke verkeersmaatregelen worden toegepast.

Geotechnisch onderzoek

Voorafgaand aan de uitvoering van de gestuurde boringen dient de lokale geotechnische informatie te worden verzameld. Uit een check in het Dinoloket bleek dat er onvoldoende geotechnisch onderzoek voorhanden is. Het toegepaste geotechnisch onderzoek is uitgevoerd door Geonius en is terug te vinden in bijlage 4.

Grondwaterstanden

Voor het grondwaterpeil ter hoogte van de horizontaal gestuurde boring is de waterstand uit de dichtstbijzijnde watergang ingemeten. De waarde wordt weergegeven in onderstaande tabel:

	Meting (In m t.o.v. NAP)
Grondwaterstand nabij intredepunt WP02 (zie bijlage 4)	-2.44
Grondwaterstand nabij uittredepunt WP01 (zie bijlage 4)	-2.01
Waterpeil Amsterdam Rijnkanaal	-0.46
Waterpeil niet benoemde watergang	-2.37
Waterpeil watergang 2310_914	-2.37
Stijghoogte LHM2 (isohypsenkaart www.grondwatertools.nl)	-2,00 tot -2.15

Tabel 4 Grondwaterstanden

Berekeningsresultaten

Er is een Sterkte- en muddruk berekening uitgevoerd in het programma DGeo Pipeline. Door middel van deze berekening wordt het volgende o.a. getoetst:

- Zijn de boorspoeldrukken acceptabel t.o.v. de diepte en grondslag waarin de boring wordt gerealiseerd?
- Is de benodigde trekkracht niet hoger dan de trekkracht die de beoogde boorsteling kan leveren?
- Is de benodigde trekkracht op de boorbuis niet zodanig hoog dat de maximaal toelaatbare trekkrachten worden overschreden?
- Is de boorbuis in de bedrijfsfase geschikt voor de toepassing, inclusief toetsing op implosie?

Uit de uitgevoerde sondering blijkt dat de boring wordt uitgevoerd in een combinatie van slappe en matige klei/veen lagen.

De vloerplaat van de horizontaal gestuurde boring bevindt zich in een vastgepakte zandlaag.

Uit de berekening van de boorspoeldruk tijdens de pilotboring komt naar voren dat deze tot ca. 290m binnen de gestelde grens blijft conform de NEN3650/3651. Bij de laatste 37m is er theoretisch risico op een mud-uitbraak. Dit risico kan beperkt worden door bij de kritische parameters het boorgat te spoelen met schone bentoniet om zo het soortelijk gewicht en tegendruk te verlagen waardoor het risico lager wordt. Het boorproces vertragen help ook mee om het risico te verlagen.

13

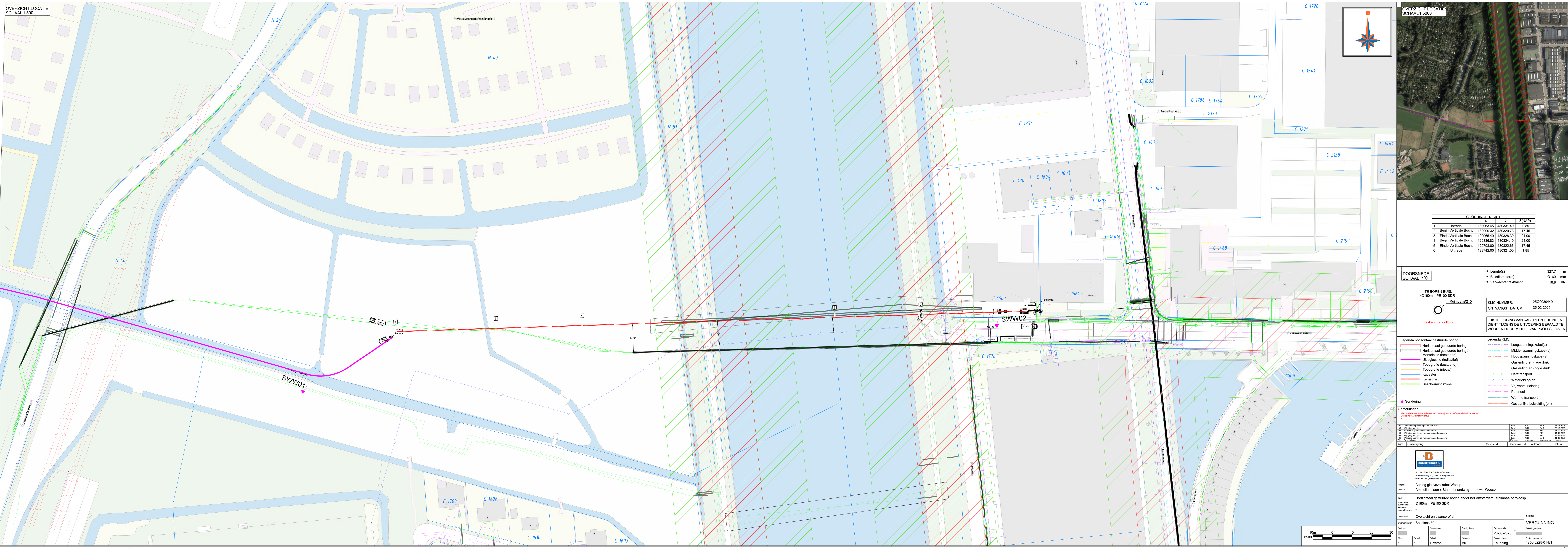
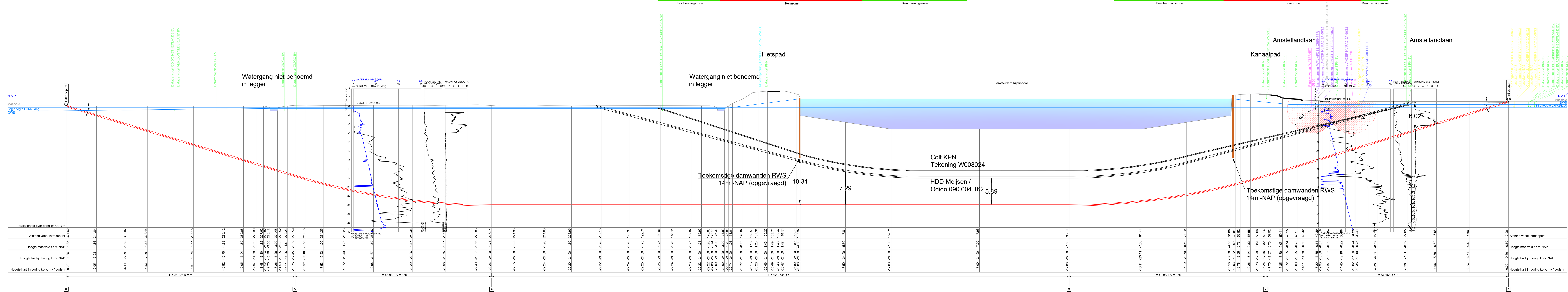
De te verwachte trekkracht is 12kN (mantelbuis is 100% gevuld met water) waar conform de NEN3650/3651 een veiligheidsfactor van 1,4 op zal worden toegepast. Met deze veiligheidsfactor komt de verwachte trekkracht uit op ca. 16,8 kN = ca. 1,7 ton. De in te zetten boorrig is een Ditch Witch JT100 (45 tons boorrig) welke capaciteit genoeg heeft om deze boring te realiseren.

Voor de beschouwing van kwel is de Isohypsenkaart geraadpleegd. Hieruit is naar voren gekomen dat de te verwachten stijghoogte tussen de 2,00m en 2.15m -NAP bedraagt. Dit is lager dan het maaiveld bij het in- en uittredepunt. Om te voorkomen dat er piping of een andere manier van kwel ontstaat zal de boring tijdens de intrefase gegrout worden.

De complete berekening is toegevoegd in Bijlage 5.

Bijlage 1 Boortekeningen (HDD)





Bijlage 2 Beschrijving Gyro-meetsysteem





Drillguide GST Plus

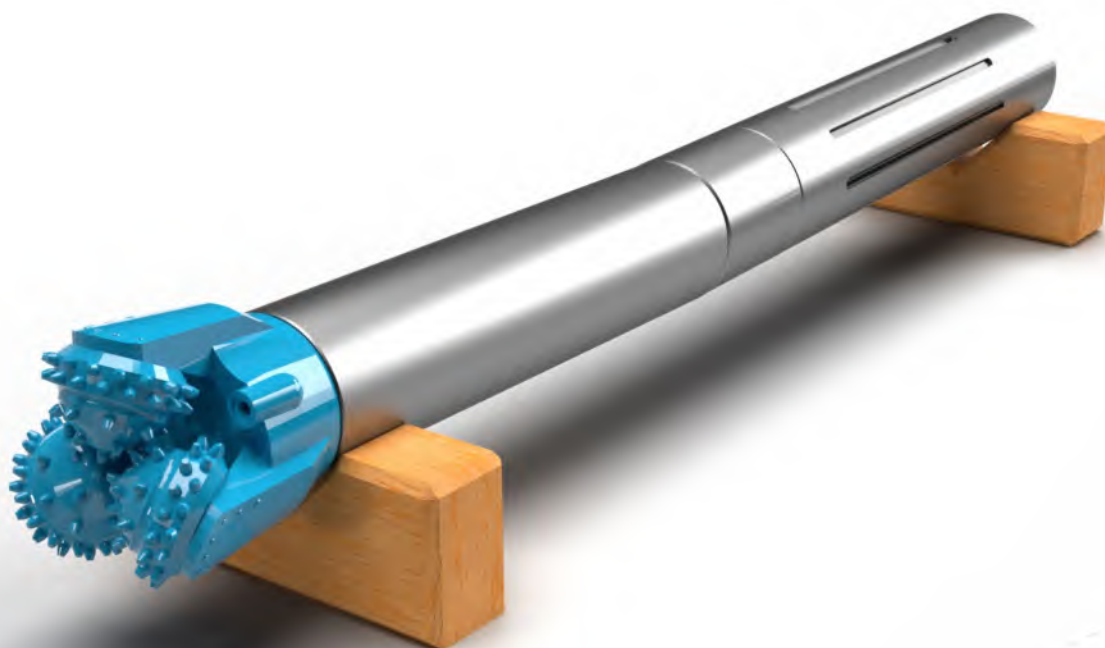


6-5/8" 170 mm GST Plus Tool specifications

Tool OD	6-5/8" – 170 mm
Tool length (shoulder/shoulder)	10,7' – 325 cm
Thread connection pin/box	4-1/2" IF
Recommended make-up torque	4-1/2" IF 24,000 ftlb – 32 kNm GST collar 21,750 ftlb – 30 kNm
Sensor(s) Accuracy	Azimuth 0.04° / Pitch 0.01° / Toolface 0.02°
Shoulder to sensor distance	43,3" – 110 cm
Net weight	800 lbs – 360 kg
Hole/drill bit size	7-7/8" / 10-5/8" – 200 - 250 mm
Minimum bending radius	490' – 150 mtr
Maximum flow rate	450 gl/min – 1700 ltr/min
Annular pressure sensor position (distance from pin shoulder)	9,9' – 302 cm
Annular pressure sensor range	0 to 870 psi – 6000 kPa - 60 bar
Maximum allowed inner mud pressure	2175 psi – 15000 kPa – 150 bar
Inner mud pressure sensor range	0 to 2175 psi – 0 to 15000 kPa – 0 to 150 bar
Maximum allowed torque (on tool housing)	21,750 ftlb – 30 kNm
Maximum allowed push/pull (on tool housing)	75,000 lb – 35 t
Maximum allowed temperature (on tool)	158° f – 70° c
Maximum allowed vibration (on tool)	20 g up to 200 Hz
Electric power (input on surface)	230V-50Hz / 110V-60Hz
Electric power (output to downhole tool)	56 Volt DC
Recommended downhole wireline	10 to 8 AWG – 6 or 10 mm ²

Combining Drillguide GST, UXOscope and GPS Track in 1 tool

Jetting assembly



6-5/8" - 170 mm Jetting assembly specifications

Tool length without drill bit	7,9' – 240 cm
Maximum OD	6-5/8" – 170 mm
Drill bit size	8-1/2" - 9-7/8" – 215 mm 250 mm
Hole size	10" - 12" – 250 mm - 300 mm
Drill pipe sizes	3-1/2" – 4-1/2" – 5-1/2"
Minimum bending radius	490' – 150 mtr
Maximum push force	75,000 lb – 35 t
Uphole connection	4-1/2" IF box
Downhole connection	4-1/2" REG box
Maximum make-up torque	4-1/2" IF 24,000 ftlb – 32.5 kNm 4-1/2" REG 21,000 ftlb – 28.5 kNm
Maximum flow rate	450 gl/min – 1700 ltr/min
Net weight	775/990 lb – 350/450 kg

Bijlage 3 Beschrijving Boorspoeling en Drillgrout





Product Datablad

CEBOGEL® OCMA

Constructie

CEBOGEL® OCMA is een natrium geactiveerde Bentoniet, gedefinieerd als ons meest geconcentreerde Bentoniet boorproduct (tot 8%). Tijdens het circuleren is de CEBOGEL OCMA dun vloeiend; tijdens stilstand dikt de spoeling in tot een gelachtige structuur, waardoor grof boorgruis effectief wordt gesuspenderd. De hoge gelsterkte en stabiele viscositeit maken de CEBOGEL OCMA een veelzijdige boor-Bentoniet, ideaal voor grote diameter Horizontaal Gestuurde Boringen. CEBOGEL OCMA kan zeer effectief worden gerecycled en worden hergebruikt.

Typische Eigenschappen

Parameter	Test methode / Conform	Eis
Vochtgehalte	DIN 18121-1	≤ 13%
Korrelgrootte	Passeert 125 µm droge zeef	≥ 95% < 125 µm
Soortelijk gewicht	-	≈ 2300 kg/m ³
Stortgewicht	-	≈ 900 kg/m ³
Yield Point (6,4%)	Fann Viscometer	≥ 18 lbs / 100 ft ²
Vrij water (6,4%)	-	0%
7,5 min. Filtraatwaterverlies, 24 uur. (6,4%)	API Filter Pers	≤ 10 ml

Mengen & aanmaken

De eigenschappen van CEBOGEL OCMA worden optimaal benut als het aanmaakwater een geleidbaarheid heeft van < 1000 µS/cm, een pH tussen 7.5 - 10 en hardheid van < 100 ppm. Langzaam en gelijkmatig toevoegen door een Venturi-Hopper aan een hoog circulatie mixer. Blijf de slurry rond circuleren totdat de Bentoniet volledig is gedispergeerd.

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.

Aanbevolen gebruik

Geconsolideerde formaties 60 – 70 kg/m³

Niet-geconsolideerde formaties 65 – 75 kg/m³

Certificering & Accreditatie

- Voldoet aan OCMA specificaties zoals vastgelegd door API specificatie 13A.
- Wordt geleverd met het KIWA Water Merk certificaat.
- CEBOGEL OCMA is in Duitsland LAGA gecertificeerd door Horn & Co. Analytics, wat aantoonst dat het onschadelijk is voor het milieu.



CEBOGEL OCMA is beschikbaar in 25 kg zakken, 1000 kg big bags en in bulk.

Versie; 01-2021

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.

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJmuiden
Nederland

info@cebo.com
www.cebo.com
Tel. +31(0)255-546262





Product Datablad

Cebo Drill-Grout

Industrieel boren

Cebo Drill-Grout is een zelf uithardende suspensie welke gebruikt kan worden in zowel HDD boringen, Micro-Tunneling als in verticale boringen om de annulaire ruimte volledig op te vullen. Cebo Drill-Grout is ook geschikt voor andere toepassingen zoals vulling van getrokken heipaalgaten. Cebo Drill-Grout ontwikkeld zich tot een harde, echter nog plastische formatie met een lage water doorlaatbaarheid, hierdoor wordt het mengen van ondergrondse waterlagen voorkomen. Door het gebruik van Cebo Drill-Grout kunnen verzakkingen voorkomen worden en worden stalen pijpen beschermd tegen corrosie.

Voordelen

- Lage waterdoorlaatbaarheid
- Gemakkelijk te Mengen
- Lage mengverhouding
- Gemakkelijk verpompaar

Typische Eigenschappen

Parameter	Test methode / Conform	Eis
Vochtgehalte	DIN 18121-1	$\leq 13\%$
Korrelgrootte	Passeert 125 μm droge zeef	$\geq 95\% < 125 \mu$
Soortelijk gewicht	-	$\approx 2300 \text{ kg/m}^3$
Stortgewicht	-	$\approx 900 \text{ kg/m}^3$

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.

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJmuiden
Nederland

info@cebo.com
www.cebo.com
Tel. +31(0)255-546262

Typische Eigenschappen (24% suspensie)

Parameter	Test methode / Conform	Eis
Marsh funnel (direct)	-	45 s/l
Dichtheid	ANSI/API RP 13B-1	1.11 kg/m ³
PV	ANSI/API RP 13B-1	9 cP
Afschuifspanning / 7 dagen (20°C)	Vane shear tester	≥ 15 kPa
Afschuifspanning / 21 dagen (20°C)	Vane shear tester	≥ 47 kPa
Afschuifspanning / 28 dagen (20°C)	Vane shear tester	≥ 31 kPa
Max. druksterkte / 28 dagen	CUR 189	0.15 – 0.20 N/mm ²
Waterdoorlaatbaarheid (K-waarde)	CUR 189	1 x 10 ⁻⁹ (m/s)
Thermische geleidbaarheid	-	0,8 W/m*K
Verwerkingstijd	-	< 24 uur

Aanbevolen gebruik

De eigenschappen van Cebo Drill-Grout worden optimaal benut als het aanmaakwater een geleidbaarheid heeft van < 1000 µS/cm, een pH tussen 7.5 - 10 en hardheid van < 100 ppm.

Voeg 160 - 180 kg Cebo Drill-Grout toe aan 1m³ water. Kleine aanpassingen aan de dichtheid kunnen gedaan worden door de mengverhouding te variëren, aanbevolen Marsh Funnel Viscositeit, minimaal 45 seconden. Soortelijk gewicht moet minimaal 1,11 kg/m³ zijn.

Gebruik in HDD: Het toevoegen van Cebo Drill-Grout gaat tegelijkertijd met het intrekken van de productpijp(en). Op deze manier wordt de huidige spoeling uit het gat verdrongen. Het advies is om de dichtheid te testen van de spoeling in het boorgat vóór het trekken van de productpijp(en). De dichtheid van de Cebo Drill-Grout dient hoger te zijn dan de spoeling in het boorgat. Dit om een goede verdringing van de boorspoeling te waarborgen.

Gebruik voor het injecteren een barrel ruimer (welke iets kleiner is dan de laatst geruimde diameter) tijdens het intrekken van de productpijp(en). Houd 1 à 2 nozzles open aan de kant van de machine en het maximaal aantal nozzles aan de kant van de productpijp(en). Deze set-up zal helpen om de oude spoeling mechanisch te verdringen aan de voorzijde van de ruimer.

Gebruik in Verticale Boringen: Het toevoegen van Cebo Drill-Grout gaat van onderaf via een tremie pijp om zo de huidige boorspoeling uit het gat te drijven en volledig te vervangen door Cebo Drill-Grout. Let op! Bij een waterbron kan het nodig zijn om op het filtergrind een kleistop aan te brengen, op deze manier kan de Cebo Drill-Grout niet indringen in het filtergrind en/of filterbuizen. Het advies is om de dichtheid te testen van de spoeling in het boorgat vóór het injecteren van de Cebo Drill-Grout. De dichtheid van de Cebo Drill-Grout dient hoger te zijn dan de spoeling in het boorgat. Dit om een goede verdringing van de boorspoeling te waarborgen. Het volume van de Cebo Drill-Grout zou 15% meer moeten zijn dan de berekende op te vullen ruimte, dit om er zeker van te zijn dat de oude boorspoeling volledig wordt vervangen door Cebo Drill-Grout. De thermische geleidbaarheid van de Cebo Drill-Grout varieert tussen de 0,6 en 0,7 W/m*K, afhankelijk van de gebruikte mengverhouding.

Certificering & Accreditatie

- Cebo Drill-Grout is getest voor het gebruik in drinkwatergebieden door het "Hygiene-Institut des Ruhrgebiets".
- Cebo Drill-Grout is erkend en geregistreerd volgens BRL 5078 door Bodem +

Cebo Drill-Grout is beschikbaar in 25 kg zakken en in 1000 kg Big Bags.

Versie; 03-2021

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.

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJmuiden
Nederland

info@cebo.com
www.cebo.com
Tel. +31(0)255-546262



Bijlage 4 Grondonderzoek



Geotechnisch onderzoek

Gestuurde boring Stammerlandweg - Amstellandlaan te Weesp

GA251276.R01.V1.0

Uw kenmerk: 250071

7 oktober 2025



Geotechnisch onderzoek

Gestuurde boring Stammerlandweg - Amstellandlaan te Weesp

Documentnummer GA251276.R01.V1.0

7 oktober 2025

Opdrachtgever

Bob den Boer B.V.

Smederijstraat 24

2861 GP Bergambacht

Uw kenmerk

250071

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Projectleider uitvoering		
Collegiale toets		

Inhoud

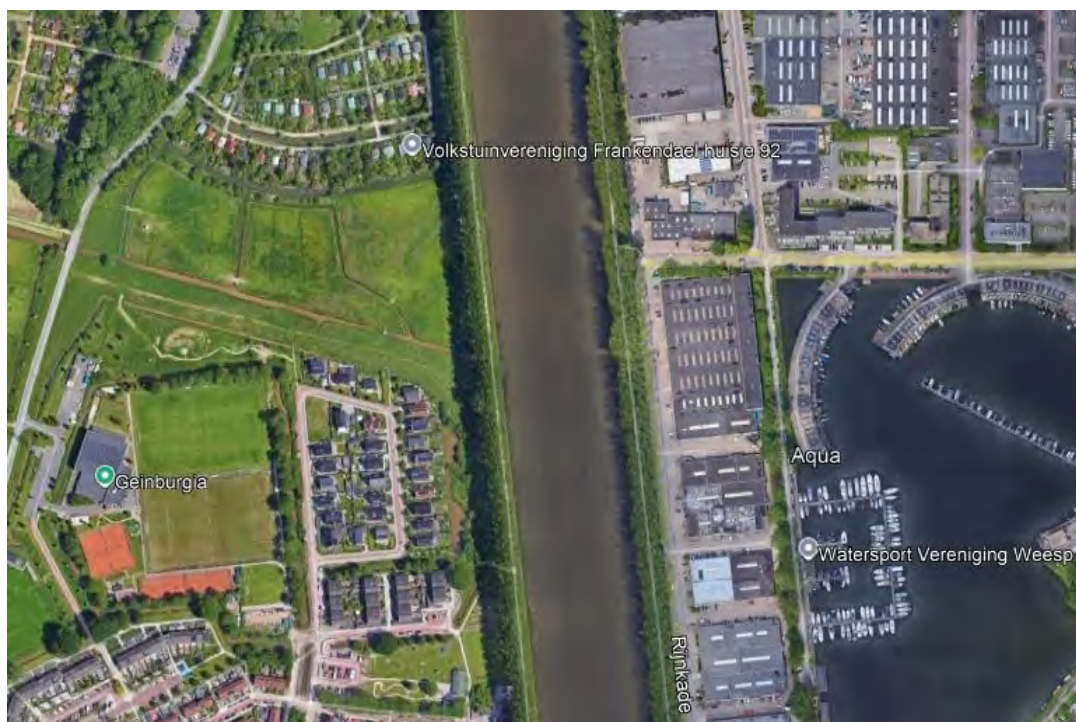
1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Onderzoeksopzet	5
2.2	Inmeting	5
2.3	Terreingesteldheid en projectomgeving.....	5
2.4	Sonderingen	5
2.5	Boringen.....	6
2.6	Grondwater	6
2.7	Bodemopbouw	6

Bijlagen

- Bijlage 1 Situatiekening
- Bijlage 2 Sondeergrafieken
- Bijlage 3 Boorstaten

1 Inleiding

Door Bob den Boer B.V. werd aan Geonius Geotechniek B.V. de opdracht gegeven om een geotechnisch onderzoek uit te voeren. Het onderzoek is uitgevoerd in kader van een gestuurde boring nabij Stammerlandweg en Amstellandlaan, respectievelijk Amsterdam en Weesp. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1. Voorliggend rapport bevat de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek.



Figuur 1.1 Luchtfoto met ligging projectlocatie [bron: Google Earth]

2 Grondonderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in totaal 2 sonderingen inclusief waterspanning (u2) uitgevoerd. Voor uitvoering zijn de werkzaamheden besproken met de Gemeente Amsterdam. De sonderingen zijn uitgevoerd met een 20-tons sondeermachine.

Om inzicht te verkrijgen in de ligging van mogelijke kabels en leidingen is een KLIC-melding uitgevoerd. Verder waren geen aanvullende maatregelen van toepassing voor de uitvoering van het grondonderzoek.

In de volgende paragrafen is het uitgevoerde grondonderzoek omschreven, welke in de bijlagen 1 tot en met 3 zijn opgenomen.

2.2 Inmeting

De werkzaamheden vonden plaats aan de hand van de door opdrachtgever aangeleverde situatietekening. De ligging en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA251276.T01.v1.0 weergegeven welke in bijlage 1 is opgenomen. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten ten opzichte van het Rijksdriehoekstelsel (RD) en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 0,1 m. Alle gegevens van de inmeting zijn een momentopname.

2.3 Terreingesteldheid en projectomgeving

Het terrein ter plaatse van de sondeerlocaties (SWW01 en SWW02) bestond ten tijde van de uitvoering uit respectievelijk en grasland en klinkerverharding. De begaanbaarheid was tijdens de uitvoering van het grondonderzoek voldoende voor het ingezette materieel.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP -1,79 en -0,84 m. Tevens is de hoogte van een vast referentiepunt ingemeten. De resultaten zijn in onderstaande Tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1: Ingemeten hoogte van referentiepunten

Meetpunt	Hoogte in m t.o.v. NAP
Put A	-0,83

2.4 Sonderingen

De sonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus. Hierbij wordt de conusweerstand, plaatselijke wrijving en waterspanning (u2) continu gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 2. Bij de sonderingen is tevens de helling ten opzichte van de verticaal gemeten.

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 ongeroerde gronden onder de grondwaterstand ongeveer de navolgende relaties:

Tabel 2.2: Interpretatie van het wrijvingsgetal

Grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Zand, grof tot fijn	0,3 – 1,5
Silt (leem)	1,5 – 2,5
Klei	2,5 – 5,0
Veen	> 5,0

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

2.5 Boringen

Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: boorklasse B3. De voorboorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in bijlage 3.

2.6 Grondwater

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in de boringen vastgesteld en gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en opgenomen in bijlage 3. Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft.

De grondwaterstand verschilt van seizoen tot seizoen en wordt beïnvloed door zomer-/winterpeil, variërende neerslag, lagenopbouw en lokale omstandigheden (aanvoer van grondwater uit hoger gelegen gebieden, grondwateronttrekkingen, kwel en/of inzijging). Het is niet uit te sluiten dat in nattere of drogere jaargetijden een hogere of lagere grondwaterstand kan worden aangetroffen. Exacte vaststelling van de grondwaterpotentialen en fluctuatie hiervan, kan alleen middels frequente en/of langdurige peilbuismetingen worden verkregen.

2.7 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van resultaten van het uitgevoerde geotechnisch onderzoek door middel van het volgende lagensysteem indicatief worden beschreven. De indicatieve bodemopbouw is gepresenteerd in tabel 2.7.1 en 2.7.2. conform tabel 2.2: Interpretatie van het wrijvingsgetal.

**Niveau's [m t.o.v. NAP] zijn globaal.*

Tabel 2.7.1: indicatieve bodemopbouw

SWW01		
*Niveau [m t.o.v. NAP]		Bodemopbouw
van	tot	
-1,79	-3,29	VB01
-3,29	-3,80	Klei, sterk organisch
-3,80	5,90	Klei
5,90	7,90	Veen, kleïg
7,90	Eind	Zand

SWW02		
*Niveau [m t.o.v. NAP]		Bodemopbouw
van	tot	
-0,84	-2,34	VB02
-2,34	-2,90	Zand, siltig
-2,90	-3,50	Klei, sterk organisch
-3,50	-3,90	Klei
-3,90	-6,30	Veen
-6,30	-17,30	Zand
-17,30	-17,80	Klei, siltig
-17,80	Eind	Zand

Bijlagen

Bijlage 1

Bijlage 2

Bijlage 3

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
SWW01	129694.17	480289.37	-1.79
SWW02	130047.96	480332.98	-0.84
Coördinaten vaste punten			
WP 01	129704.05	480293.73	-2.44
WP 02	130021.66	480335.53	-2.01
Put A	130032.55	480322.14	-0.83

Legenda

SWW
▼ Sondering met waterspanning

□ Putdeksel (Put)

≈ Waterpeil (WP)

— 4956-0225-01-BT01 versie 4 — entities

□ Percelen

Kaart: SPOTInfo TopoPlus

Project	Gestuurde boring		
Locatie	Stammerlandweg - Amstellandlaan te Weesp		
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	GA251276	Projectleider	
Bijlagenr	T01.v1.0	Getekend	
Datum	6-10-2025	Formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geotechniek
+31 (0) 88 1300 600

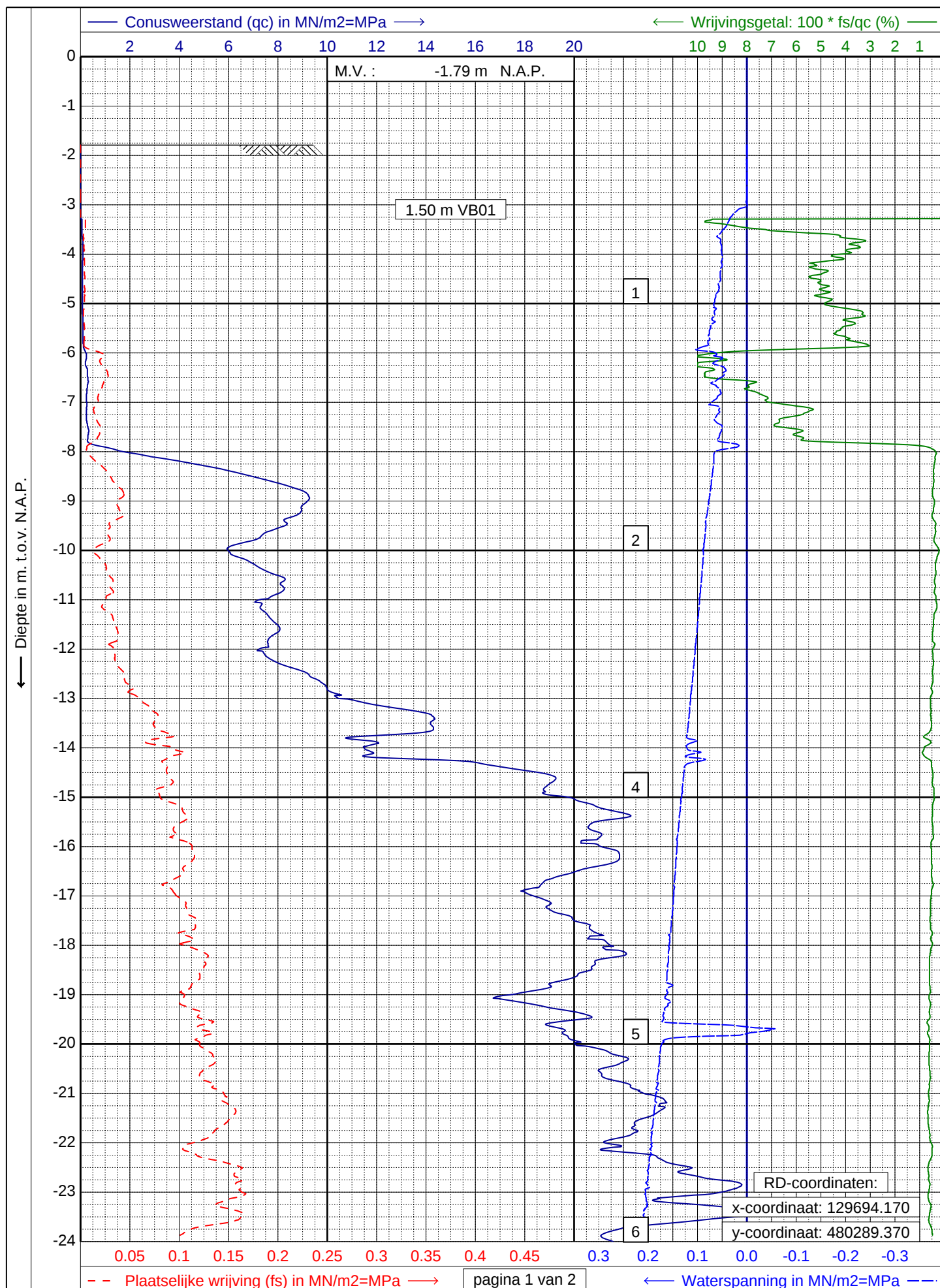
De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen
www.geonius.nl

Schaal 1:2.000

0 20 40 60 80 100 m

Bijlage 2 Sondeergrafieken



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE2

Project : **Gestuurde boring**

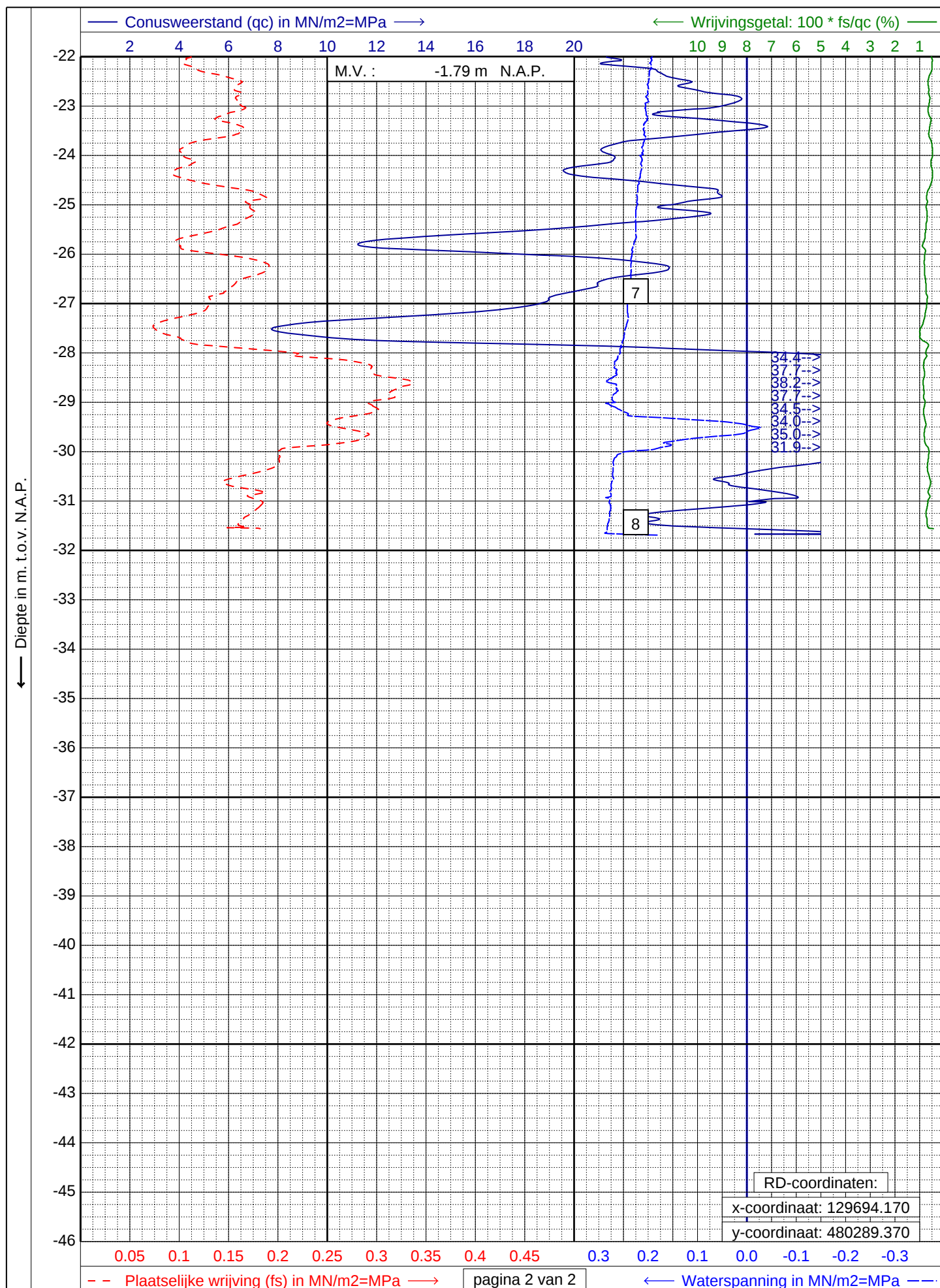
Locatie : **Stammerlandweg - Amstellandlaan te Weesp**

Datum : **02-10-2025**

Conus : **S15-CFIP.1627**

Opdracht : **GA251276**

Sondering : **SWW01**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE2

Project : **Gestuurde boring**

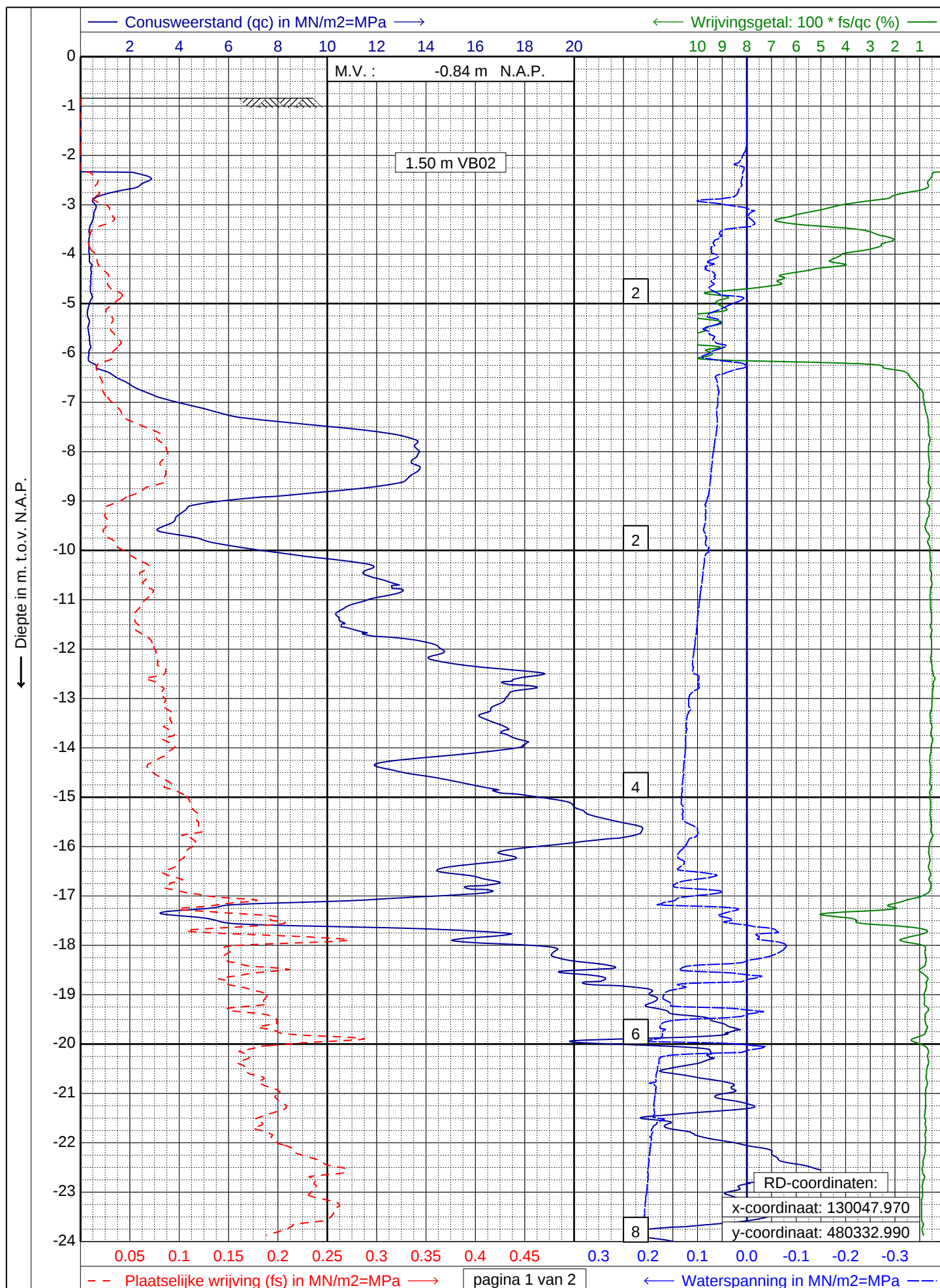
Locatie : **Stammerlandweg - Amstellandlaan te Weesp**

Datum : **02-10-2025**

Conus : **S15-CFIP.1627**

Opdracht : **GA251276**

Sondering : **SWW01**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE2

Project : **Gestuurde boring**

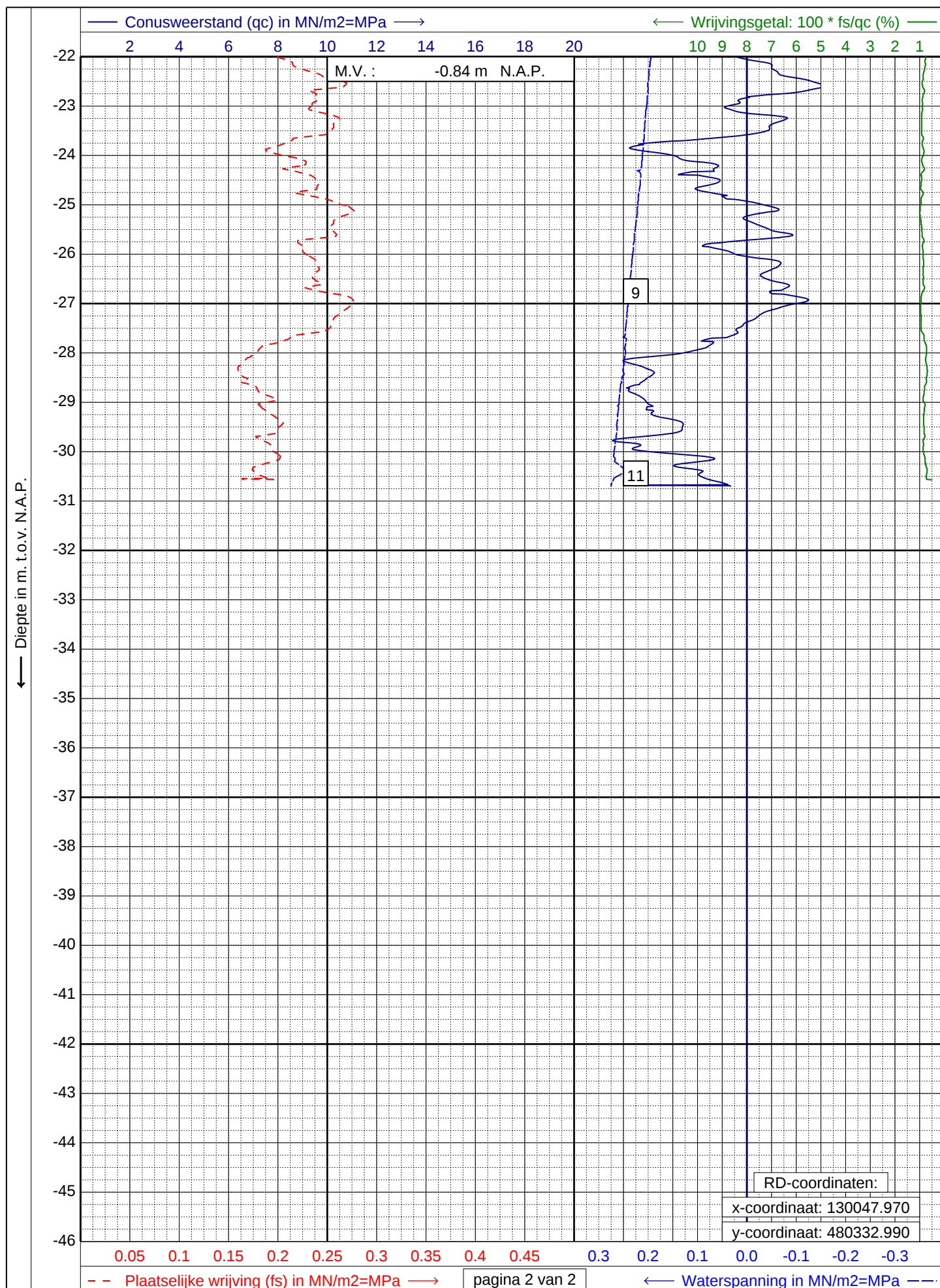
Locatie : **Stammerlandweg - Amstellandlaan te Weesp**

Datum : **02-10-2025**

Conus : **S15-CFIP.1627**

Opdracht : **GA251276**

Sondering : **SWW02**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE2

Project : **Gestuurde boring**

Locatie : **Stammerlandweg - Amstellandlaan te Weesp**

Datum : **02-10-2025**

Conus : **S15-CFIP.1627**

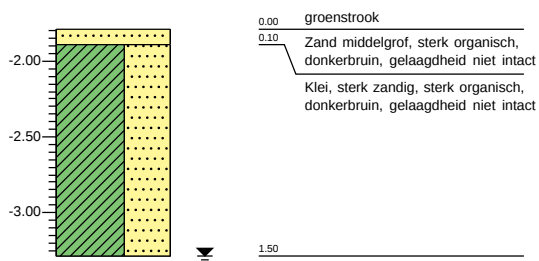
Opdracht : **GA251276**

Sondering : **SWW02**

Bijlage 3 Boorstaten

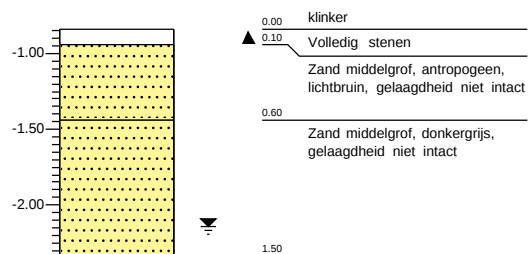
Boring: VB01
 Maaiveldhoogte: -1.79 m. t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 150
 Datum: 2-10-2025
 Reden boring gestopt: Einddoel

X-coördinaat: 129694,17
 Y-coördinaat: 480289,37



Boring: VB02
 Maaiveldhoogte: -0.84 m. t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 130
 Datum: 2-10-2025
 Reden boring gestopt: Einddoel

X-coördinaat: 130047,97
 Y-coördinaat: 480332,99



Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.

 Wegen

 Geotechniek

 Milieu

 Geodesie

 Water

 Ruimtelijke ontwikkeling

 Landschap

 Archeologie

 Ecologie

Bijlage 5 Sterkteberekening DGEO Pipeline



Rapport voor D-Geo Pipeline 24.1

Ontwerp van leidinginstallatie
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Bob den Boer BV

Datum van rapport: 11/5/2025
Tijd van rapport: 8:52:45 AM
Rapport met versie: 24.1.2.1914
Berekend met versie: 24.1.2.1914

Bestandsnaam: 4956-BT01 versie 3

Projectbeschrijving: Aanleg Glasvezelkabel Weesp
Amstelland x Stammerlandweg
1x Ø160mm PE100 SDR11

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Laagscheidingen	3
2.3 PN-Lijnen	6
2.4 Freatische Lijn	7
2.5 Grondprofielen	7
2.6 Grenslagen	7
2.7 Grondeigenschappen	7
2.8 Geometrie	10
2.8.1 Geometrie Sectie, Detail	10
2.8.2 Geometrie Bovenaanzicht	10
2.9 Berekenings Verticalen	11
2.10 Verkeersbelasting	12
2.11 Configuratie van de Pijpleiding	12
2.12 Materiaalgegevens van de Leiding	12
2.13 Gegevens voor Leidingberekening	13
2.14 Boorvloeistof Gegevens	13
2.15 Factoren	13
2.16 Rekenopties	14
3 Boorvloeistofdrukken	15
3.1 Boorvloeistof Gegevens	15
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	18
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken	19
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	19
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	20
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	20
4 Grondmechanische Data	21
4.1 Grondmechanische Parameters (Leiding: Ø160mm PE100 SDR11)	21
4.2 Young's Modulus per Laag per Verticaal	23
5 Gegevens voor Sterkteberekening	31
5.1 Algemene Gegevens	31
5.2 Ballasten Leiding	31
5.3 Trekkkrachtberekening	31
6 Sterkteberekening van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11	32
6.1 Materiaalgegevens van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11	32
6.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11	32
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	32
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	33
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	33
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	33
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	33
6.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11	34
6.4 Toetsing op Implosie van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11	35

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Gebruikt model	Horizontaal Gestuurde Boring
Eindigt aan de oppervlakte	Ja
Norm voor spannings analyse	Nederlandse norm (NEN 3650)
Abrupt zakkingsverschil	Nee

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
17 - L -	-10.000	0.000	8.680	16.050	29.320
17 - Z -	-0.890	-0.890	-0.810	-0.820	-0.820
17 - L -	33.410	34.250	36.880	39.840	42.390
17 - Z -	-0.750	-0.740	-0.720	-0.690	-0.640
17 - L -	45.420	46.970	48.950	50.410	52.920
17 - Z -	-0.560	-0.250	-0.140	0.050	0.700
17 - L -	54.160	55.660	57.550	59.820	60.840
17 - Z -	0.820	0.890	0.820	0.730	0.600
17 - L -	61.505	61.632	61.766	61.855	61.880
17 - Z -	-2.340	-2.900	-3.500	-3.900	-4.000
17 - L -	81.710	137.710	144.696	157.970	157.991
17 - Z -	-7.000	-7.000	-5.900	-4.000	-3.800
17 - L -	158.108	158.201	158.730	161.510	162.470
17 - Z -	-2.900	-2.340	0.800	1.470	1.460
17 - L -	163.740	165.260	167.340	168.500	170.670
17 - Z -	1.490	1.470	1.280	1.160	-0.230
17 - L -	173.040	173.880	174.296	174.732	174.800
17 - Z -	-1.260	-1.790	-2.340	-2.900	-3.000
17 - L -	176.320	176.400	176.819	177.150	178.030
17 - Z -	-3.000	-2.900	-2.340	-1.940	-1.780
17 - L -	179.960	182.070	186.110	192.740	208.950
17 - Z -	-1.780	-1.770	-1.760	-1.750	-1.800
17 - L -	214.600	221.300	226.740	229.830	236.980
17 - Z -	-1.760	-1.850	-1.740	-1.560	-1.670
17 - L -	253.070	259.260	264.250	268.100	270.590
17 - Z -	-1.690	-1.710	-1.700	-1.660	-1.690
17 - L -	272.230	273.520	273.843	274.367	274.480
17 - Z -	-1.810	-2.050	-2.340	-2.900	-3.000
17 - L -	276.120	276.194	276.618	276.820	277.620
17 - Z -	-3.000	-2.900	-2.340	-2.030	-1.820
17 - L -	279.300	282.080	293.180	308.070	314.840
17 - Z -	-1.820	-1.890	-1.870	-1.880	-1.860
17 - L -	321.620	330.000			
17 - Z -	-1.850	-1.850			
16 - L -	-10.000	61.505	61.632	61.766	61.855
16 - Z -	-2.340	-2.340	-2.900	-3.500	-3.900
16 - L -	61.880	81.710	137.710	144.696	157.970
16 - Z -	-4.000	-7.000	-7.000	-5.900	-4.000
16 - L -	157.991	158.108	158.201	158.730	161.510
16 - Z -	-3.800	-2.900	-2.340	0.800	1.470
16 - L -	162.470	163.740	165.260	167.340	168.500
16 - Z -	1.460	1.490	1.470	1.280	1.160
16 - L -	170.670	173.040	173.880	174.296	174.732
16 - Z -	-0.230	-1.260	-1.790	-2.340	-2.900
16 - L -	174.800	176.320	176.400	176.819	177.150
16 - Z -	-3.000	-3.000	-2.900	-2.340	-1.940
16 - L -	178.030	179.960	182.070	186.110	192.740
16 - Z -	-1.780	-1.780	-1.770	-1.760	-1.750
16 - L -	208.950	214.600	221.300	226.740	229.830
16 - Z -	-1.800	-1.760	-1.850	-1.740	-1.560
16 - L -	236.980	253.070	259.260	264.250	268.100

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
16 - Z -	-1.670	-1.690	-1.710	-1.700	-1.660
16 - L -	270.590	272.230	273.520	273.843	274.367
16 - Z -	-1.690	-1.810	-2.050	-2.340	-2.900
16 - L -	274.480	276.120	276.194	276.618	276.820
16 - Z -	-3.000	-3.000	-2.900	-2.340	-2.030
16 - L -	277.620	279.300	282.080	293.180	308.070
16 - Z -	-1.820	-1.820	-1.890	-1.870	-1.880
16 - L -	314.840	321.620	330.000		
16 - Z -	-1.860	-1.850	-1.850		
15 - L -	-10.000	61.632	61.766	61.855	61.880
15 - Z -	-2.900	-2.900	-3.500	-3.900	-4.000
15 - L -	81.710	137.710	144.696	157.970	157.991
15 - Z -	-7.000	-7.000	-5.900	-4.000	-3.800
15 - L -	158.108	158.201	158.730	161.510	162.470
15 - Z -	-2.900	-2.340	0.800	1.470	1.460
15 - L -	163.740	165.260	167.340	168.500	170.670
15 - Z -	1.490	1.470	1.280	1.160	-0.230
15 - L -	173.040	173.880	174.296	174.732	174.800
15 - Z -	-1.260	-1.790	-2.340	-2.900	-3.000
15 - L -	176.320	176.400	176.819	177.150	178.030
15 - Z -	-3.000	-2.900	-2.340	-1.940	-1.780
15 - L -	179.960	182.070	186.110	192.740	208.950
15 - Z -	-1.780	-1.770	-1.760	-1.750	-1.800
15 - L -	214.600	221.300	226.740	229.830	236.980
15 - Z -	-1.760	-1.850	-1.740	-1.560	-1.670
15 - L -	253.070	259.260	264.250	268.100	270.590
15 - Z -	-1.690	-1.710	-1.700	-1.660	-1.690
15 - L -	272.230	273.520	273.843	274.367	274.480
15 - Z -	-1.810	-2.050	-2.340	-2.900	-3.000
15 - L -	276.120	276.194	276.618	276.820	277.620
15 - Z -	-3.000	-2.900	-2.340	-2.030	-1.820
15 - L -	279.300	282.080	293.180	308.070	314.840
15 - Z -	-1.820	-1.890	-1.870	-1.880	-1.860
15 - L -	321.620	330.000			
15 - Z -	-1.850	-1.850			
14 - L -	-10.000	61.766	61.855	61.880	81.710
14 - Z -	-3.500	-3.500	-3.900	-4.000	-7.000
14 - L -	137.710	144.696	157.970	157.991	158.108
14 - Z -	-7.000	-5.900	-4.000	-3.800	-2.900
14 - L -	158.201	158.730	161.510	162.470	163.740
14 - Z -	-2.340	0.800	1.470	1.460	1.490
14 - L -	165.260	167.340	168.500	170.670	173.040
14 - Z -	1.470	1.280	1.160	-0.230	-1.260
14 - L -	173.880	174.296	174.732	174.800	176.320
14 - Z -	-1.790	-2.340	-2.900	-3.000	-3.000
14 - L -	176.400	176.819	177.150	178.030	179.960
14 - Z -	-2.900	-2.340	-1.940	-1.780	-1.780
14 - L -	182.070	186.110	192.740	208.950	214.600
14 - Z -	-1.770	-1.760	-1.750	-1.800	-1.760
14 - L -	221.300	226.740	229.830	236.980	253.070
14 - Z -	-1.850	-1.740	-1.560	-1.670	-1.690
14 - L -	259.260	264.250	268.100	270.590	272.230
14 - Z -	-1.710	-1.700	-1.660	-1.690	-1.810
14 - L -	273.520	273.843	274.367	274.480	276.120
14 - Z -	-2.050	-2.340	-2.900	-3.000	-3.000
14 - L -	276.194	276.618	276.820	277.620	279.300
14 - Z -	-2.900	-2.340	-2.030	-1.820	-1.820
14 - L -	282.080	293.180	308.070	314.840	321.620
14 - Z -	-1.890	-1.870	-1.880	-1.860	-1.850
14 - L -	330.000				
14 - Z -	-1.850				
13 - L -	-10.000	61.855	61.880	81.710	137.710
13 - Z -	-3.900	-3.900	-4.000	-7.000	-7.000
13 - L -	144.696	157.970	157.991	158.108	158.201
13 - Z -	-5.900	-4.000	-3.800	-2.900	-2.340

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
13 - L -	158.730	161.510	162.470	163.740	165.260
13 - Z -	0.800	1.470	1.460	1.490	1.470
13 - L -	167.340	168.500	170.670	173.040	173.880
13 - Z -	1.280	1.160	-0.230	-1.260	-1.790
13 - L -	174.296	174.732	174.800	176.320	176.400
13 - Z -	-2.340	-2.900	-3.000	-3.000	-2.900
13 - L -	176.819	177.150	178.030	179.960	182.070
13 - Z -	-2.340	-1.940	-1.780	-1.780	-1.770
13 - L -	186.110	192.740	208.950	214.600	221.300
13 - Z -	-1.760	-1.750	-1.800	-1.760	-1.850
13 - L -	226.740	229.830	236.980	253.070	259.260
13 - Z -	-1.740	-1.560	-1.670	-1.690	-1.710
13 - L -	264.250	268.100	270.590	272.230	273.520
13 - Z -	-1.700	-1.660	-1.690	-1.810	-2.050
13 - L -	273.843	274.367	274.480	276.120	276.194
13 - Z -	-2.340	-2.900	-3.000	-3.000	-2.900
13 - L -	276.618	276.820	277.620	279.300	282.080
13 - Z -	-2.340	-2.030	-1.820	-1.820	-1.890
13 - L -	293.180	308.070	314.840	321.620	330.000
13 - Z -	-1.870	-1.880	-1.860	-1.850	-1.850
12 - L -	-10.000	61.855	61.880	81.710	137.710
12 - Z -	-3.900	-3.900	-4.000	-7.000	-7.000
12 - L -	144.696	157.970	157.991	158.108	158.201
12 - Z -	-5.900	-4.000	-3.800	-2.900	-2.340
12 - L -	174.296	174.732	174.800	176.320	176.400
12 - Z -	-2.340	-2.900	-3.000	-3.000	-2.900
12 - L -	176.819	177.150	178.030	179.960	182.070
12 - Z -	-2.340	-1.940	-1.780	-1.780	-1.770
12 - L -	186.110	192.740	208.950	214.600	221.300
12 - Z -	-1.760	-1.750	-1.800	-1.760	-1.850
12 - L -	226.740	229.830	236.980	253.070	259.260
12 - Z -	-1.740	-1.560	-1.670	-1.690	-1.710
12 - L -	264.250	268.100	270.590	272.230	273.520
12 - Z -	-1.700	-1.660	-1.690	-1.810	-2.050
12 - L -	273.843	274.367	274.480	276.120	276.194
12 - Z -	-2.340	-2.900	-3.000	-3.000	-2.900
12 - L -	276.618	276.820	277.620	279.300	282.080
12 - Z -	-2.340	-2.030	-1.820	-1.820	-1.890
12 - L -	293.180	308.070	314.840	321.620	330.000
12 - Z -	-1.870	-1.880	-1.860	-1.850	-1.850
11 - L -	-10.000	61.855	61.880	81.710	137.710
11 - Z -	-3.900	-3.900	-4.000	-7.000	-7.000
11 - L -	144.696	157.970	157.991	158.108	174.732
11 - Z -	-5.900	-4.000	-3.800	-2.900	-2.900
11 - L -	174.800	176.320	176.400	176.819	177.150
11 - Z -	-3.000	-3.000	-2.900	-2.340	-1.940
11 - L -	178.030	179.960	182.070	186.110	192.740
11 - Z -	-1.780	-1.780	-1.770	-1.760	-1.750
11 - L -	208.950	214.600	221.300	226.740	229.830
11 - Z -	-1.800	-1.760	-1.850	-1.740	-1.560
11 - L -	236.980	253.070	259.260	264.250	268.100
11 - Z -	-1.670	-1.690	-1.710	-1.700	-1.660
11 - L -	270.590	272.230	273.520	273.843	274.367
11 - Z -	-1.690	-1.810	-2.050	-2.340	-2.900
11 - L -	274.480	276.120	276.194	276.618	276.820
11 - Z -	-3.000	-3.000	-2.900	-2.340	-2.030
11 - L -	277.620	279.300	282.080	293.180	308.070
11 - Z -	-1.820	-1.820	-1.890	-1.870	-1.880
11 - L -	314.840	321.620	330.000		
11 - Z -	-1.860	-1.850	-1.850		
10 - L -	-10.000	61.855	61.880	81.710	137.710
10 - Z -	-3.900	-3.900	-4.000	-7.000	-7.000
10 - L -	144.696	157.970	157.991	158.108	174.732
10 - Z -	-5.900	-4.000	-3.800	-2.900	-2.900
10 - L -	174.800	176.320	176.400	176.819	273.843

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
10 - Z -	-3.000	-3.000	-2.900	-2.340	-2.340
10 - L -	274.367	274.480	276.120	276.194	276.618
10 - Z -	-2.900	-3.000	-3.000	-2.900	-2.340
10 - L -	276.820	277.620	279.300	282.080	293.180
10 - Z -	-2.030	-1.820	-1.820	-1.890	-1.870
10 - L -	308.070	314.840	321.620	330.000	
10 - Z -	-1.880	-1.860	-1.850	-1.850	
9 - L -	-10.000	61.855	61.880	81.710	137.710
9 - Z -	-3.900	-3.900	-4.000	-7.000	-7.000
9 - L -	144.696	157.970	157.991	158.108	174.732
9 - Z -	-5.900	-4.000	-3.800	-2.900	-2.900
9 - L -	174.800	176.320	176.400	274.367	274.480
9 - Z -	-3.000	-3.000	-2.900	-2.900	-3.000
9 - L -	276.120	276.194	276.618	276.820	277.620
9 - Z -	-3.000	-2.900	-2.340	-2.030	-1.820
9 - L -	279.300	282.080	293.180	308.070	314.840
9 - Z -	-1.820	-1.890	-1.870	-1.880	-1.860
9 - L -	321.620	330.000			
9 - Z -	-1.850	-1.850			
8 - L -	-10.000	61.855	61.880	81.710	137.710
8 - Z -	-3.900	-3.900	-4.000	-7.000	-7.000
8 - L -	144.696	157.970	157.991	158.108	174.732
8 - Z -	-5.900	-4.000	-3.800	-2.900	-2.900
8 - L -	174.800	176.320	176.400	274.367	274.480
8 - Z -	-3.000	-3.000	-2.900	-2.900	-3.000
8 - L -	276.120	276.194	276.618	330.000	
8 - Z -	-3.000	-2.900	-2.340	-2.340	
7 - L -	-10.000	61.855	61.880	81.710	137.710
7 - Z -	-3.900	-3.900	-4.000	-7.000	-7.000
7 - L -	144.696	157.970	157.991	158.108	174.732
7 - Z -	-5.900	-4.000	-3.800	-2.900	-2.900
7 - L -	174.800	176.320	176.400	274.367	274.480
7 - Z -	-3.000	-3.000	-2.900	-2.900	-3.000
7 - L -	276.120	276.194	330.000		
7 - Z -	-3.000	-2.900	-2.900		
6 - L -	-10.000	61.855	61.880	81.710	137.710
6 - Z -	-3.900	-3.900	-4.000	-7.000	-7.000
6 - L -	144.696	157.970	157.991	330.000	
6 - Z -	-5.900	-4.000	-3.800	-3.800	
5 - L -	-10.000	61.855	61.880	81.710	137.710
5 - Z -	-3.900	-3.900	-4.000	-7.000	-7.000
5 - L -	144.696	330.000			
5 - Z -	-5.900	-5.900			
4 - L -	-10.000	81.710	137.710	330.000	
4 - Z -	-6.300	-7.000	-7.000	-7.900	
3 - L -	-10.000	330.000			
3 - Z -	-11.238	-13.003			
2 - L -	-10.000	136.575	330.000		
2 - Z -	-16.912	-18.012	-19.463		
1 - L -	-10.000	136.575	330.000		
1 - Z -	-17.768	-18.012	-19.463		
0 - L -	-10.000	330.000			
0 - Z -	-29.000	-29.000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-10.000	43.880	61.000	158.000	174.000
1 - Z -	-1.489	-1.490	-0.460	-0.460	-2.370
1 - L -	280.000	330.000			
1 - Z -	-2.370	-3.076			
2 - L -	-10.000	330.000			
2 - Z -	-2.000	-2.150			

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
17	Zand (Schoon-Los)	1	1
16	Zand (Zw Siltig klei...	1	1
15	Klei (Organisch Slap1)	1	1
14	Klei (Schoon Matig)	1	1
13	Klei (Sterk zandig1)	1	1
12	Zand (Zw Siltig klei...	1	1
11	Klei (Sterk zandig1)	1	1
10	Zand (Zw Siltig klei...	1	1
9	Klei (Sterk zandig1)	1	1
8	Zand (Zw Siltig klei...	1	1
7	Klei (Schoon Matig)	1	1
6	Klei (Schoon Matig)	1	1
5	Veen (Matig vb 2)	1	1
4	Zand (Schoon-Los)	2	2
3	Zand (Schoon-Matig)	2	2
2	Klei (Sterk zandig1)	2	2
1	Zand (Schoon-Vast2)	2	2

2.6 Grenslagen

De grens tussen (cohesieve) ongedraineerde toplagen en onderliggende (niet-cohesieve) gedraineerde lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 4: Zand (Schoon-Los)

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 4: Zand (Schoon-Los)

2.7 Grondeigenschappen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [gr]	Su top [kN/m²]	Su onder [kN/m²]
Grind (Zwak siltig-Los)	17.00	19.00	0.00	32.50	0.00	0.00
Grind (Zwak siltig-M...	18.00	20.00	0.00	35.00	0.00	0.00
Grind (Zwak siltig-V...	19.00	21.00	0.00	37.50	0.00	0.00
Grind (Zwak siltig-V...	20.00	22.00	0.00	40.00	0.00	0.00
Grind (Sterk Siltig-L...	18.00	20.00	0.00	30.00	0.00	0.00
Grind (SterkSiltig-M...	19.00	21.00	0.00	32.50	0.00	0.00
Grind (SterkSiltig-Va...	20.00	22.00	0.00	35.00	0.00	0.00
Grind (SterkSiltig-Va...	21.00	22.50	0.00	40.00	0.00	0.00
Zand (Schoon-Los)	17.00	19.00	0.00	30.00	0.00	0.00
Zand (Schoon-Matig)	18.00	20.00	0.00	32.50	0.00	0.00
Zand (Schoon-Vast1)	19.00	21.00	0.00	35.00	0.00	0.00
Zand (Schoon-Vast2)	20.00	22.00	0.00	40.00	0.00	0.00
Zand (Zw Siltig klei...	18.00	20.00	0.00	27.00	0.00	0.00
Zand (Zw Siltig klei...	19.00	21.00	0.00	32.50	0.00	0.00
Zand (St Siltig kleiig1)	18.00	20.00	0.00	25.00	0.00	0.00
Zand (St Siltig kleiig2)	19.00	21.00	0.00	30.00	0.00	0.00
Leem (Zw zandig-sl...	19.00	19.00	0.00	27.50	50.00	50.00
Leem (Zw zandig-sl...	19.00	19.00	0.00	30.00	50.00	50.00
Leem (Zw zandig-M...	20.00	20.00	1.00	27.50	100.00	100.00
Leem (Zw zandig-M...	20.00	20.00	1.00	32.50	100.00	100.00
Leem (Zw zandig-V...	21.00	21.00	2.50	27.50	200.00	200.00
Leem (Zw zandig-V...	22.00	22.00	3.80	35.00	300.00	300.00
Leem (Sterk Zandig 1)	19.00	19.00	0.00	27.50	50.00	50.00
Leem (Sterk Zandig 2)	20.00	20.00	1.00	35.00	100.00	100.00
Klei (Schoon slap)	14.00	14.00	0.00	17.50	25.00	25.00
Klei (Schoon Matig)	17.00	17.00	5.00	17.50	50.00	50.00

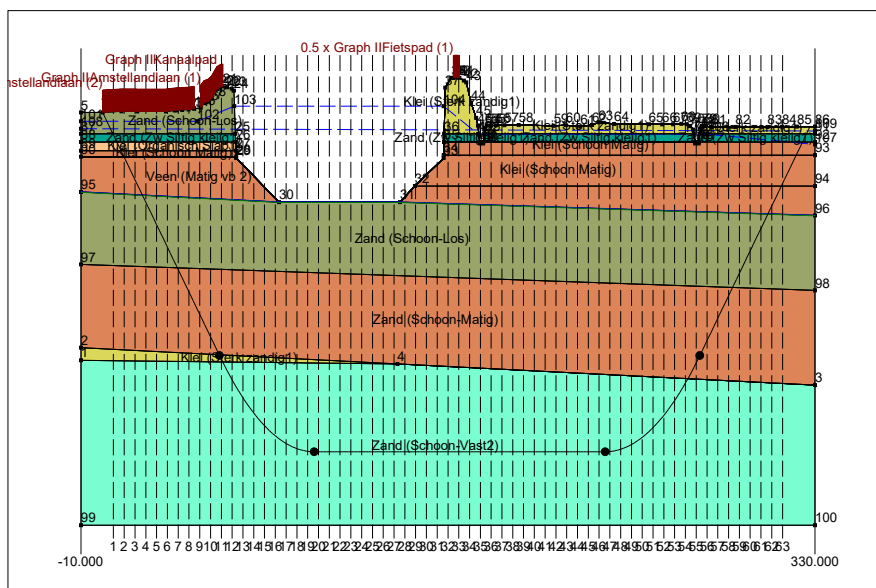
Naam	Gamma onverz [kN/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	Cohesie [kN/m ²]	Phi [gr]	Su top [kN/m ²]	Su onder [kN/m ²]
Klei (Schoon Vast1)	19.00	19.00	13.00	17.50	100.00	100.00
Klei (Schoon Vast2)	20.00	20.00	15.00	25.00	200.00	200.00
Klei (Zw zandig Slap)	15.00	15.00	0.00	22.50	40.00	40.00
Klei (Zw zandig Matig)	18.00	18.00	5.00	22.50	80.00	80.00
Klei (Zw zandig Vast...)	20.00	20.00	13.00	22.50	120.00	120.00
Klei (Zw zandig Vast...)	21.00	21.00	15.00	27.50	170.00	170.00
Klei (Sterk zandig1)	18.00	18.00	0.00	27.50	0.00	0.00
Klei (Sterk zandig2)	20.00	20.00	1.00	32.50	10.00	10.00
Klei (Organisch Slap1)	13.00	13.00	0.00	15.00	10.00	10.00
Klei (Organisch Slap2)	13.00	13.00	1.00	15.00	10.00	10.00
Klei (Organisch Mati...)	15.00	15.00	0.00	15.00	25.00	25.00
Klei (Organisch Mati...)	16.00	16.00	1.00	15.00	30.00	30.00
Veen (niet vb Slap1)	10.00	10.00	1.00	15.00	10.00	10.00
Veen (niet vb Slap2)	12.00	12.00	2.50	15.00	20.00	20.00
Veen (Matig vb 1)	12.00	12.00	2.50	15.00	20.00	20.00
Veen (Matig vb 2)	13.00	13.00	5.00	15.00	30.00	30.00

Naam	Grondtype	Emod 100 [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod onder [kN/m ²]
Grind (Zwak siltig-Los)	Grind	45000.00	-	-
Grind (Zwak siltig-M...	Grind	75000.00	-	-
Grind (Zwak siltig-V...	Grind	90000.00	-	-
Grind (Zwak siltig-V...	Grind	105000.00	-	-
Grind (Sterk Siltig-L...	Grind	30000.00	-	-
Grind (SterkSiltig-M...	Grind	45000.00	-	-
Grind (SterkSiltig-Va...	Grind	75000.00	-	-
Grind (SterkSiltig-Va...	Grind	110000.00	-	-
Zand (Schoon-Los)	Zand	15000.00	-	-
Zand (Schoon-Matig)	Zand	45000.00	-	-
Zand (Schoon-Vast1)	Zand	75000.00	-	-
Zand (Schoon-Vast2)	Zand	110000.00	-	-
Zand (Zw Siltig kleii...	Zand	35000.00	-	-
Zand (Zw Siltig kleii...	Zand	50000.00	-	-
Zand (St Siltig kleiig1)	Zand	15000.00	-	-
Zand (St Siltig kleiig2)	Zand	30000.00	-	-
Leem (Zw zandig-sl...	Leem	2000.00	-	-
Leem (Zw zandig-sl...	Leem	2000.00	-	-
Leem (Zw zandig-M...	Leem	3000.00	-	-
Leem (Zw zandig-M...	Leem	3000.00	-	-
Leem (Zw zandig-V...	Leem	5000.00	-	-
Leem (Zw zandig-V...	Leem	7000.00	-	-
Leem (Sterk Zandig 1)	Leem	3000.00	-	-
Leem (Sterk Zandig 2)	Leem	5000.00	-	-
Klei (Schoon slap)	Klei	1000.00	-	-
Klei (Schoon Matig)	Klei	2000.00	-	-
Klei (Schoon Vast1)	Klei	4000.00	-	-
Klei (Schoon Vast2)	Klei	10000.00	-	-
Klei (Zw zandig Slap)	Klei	1500.00	-	-
Klei (Zw zandig Matig)	Klei	2000.00	-	-
Klei (Zw zandig Vast...	Klei	5000.00	-	-
Klei (Zw zandig Vast...	Klei	10000.00	-	-
Klei (Sterk zandig1)	Klei	2000.00	-	-
Klei (Sterk zandig2)	Klei	5000.00	-	-
Klei (Organisch Slap1)	Klei	500.00	-	-
Klei (Organisch Slap2)	Klei	500.00	-	-
Klei (Organisch Mati...	Klei	1000.00	-	-
Klei (Organisch Mati...	Klei	2000.00	-	-
Veen (niet vb Slap1)	Veen	200.00	-	-
Veen (niet vb Slap2)	Veen	500.00	-	-
Veen (Matig vb 1)	Veen	500.00	-	-
Veen (Matig vb 2)	Veen	1000.00	-	-

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [gr]	Nu [-]
Grind (Zwak siltig-Los)	-	-	0.30
Grind (Zwak siltig-M...	-	-	0.30
Grind (Zwak siltig-V...	-	-	0.30
Grind (Zwak siltig-V...	-	-	0.30
Grind (Sterk Siltig-L...	-	-	0.30
Grind (SterkSiltig-M...	-	-	0.30
Grind (SterkSiltig-Va...	-	-	0.30
Grind (SterkSiltig-Va...	-	-	0.30
Zand (Schoon-Los)	-	-	0.30
Zand (Schoon-Matig)	-	-	0.30
Zand (Schoon-Vast1)	-	-	0.30
Zand (Schoon-Vast2)	-	-	0.30
Zand (Zw Siltig kleii...	-	-	0.30
Zand (Zw Siltig kleii...	-	-	0.30
Zand (St Siltig kleiig1)	-	-	0.30
Zand (St Siltig kleiig2)	-	-	0.30
Leem (Zw zandig-sl...	-	-	0.45
Leem (Zw zandig-sl...	-	-	0.45
Leem (Zw zandig-M...	-	-	0.45
Leem (Zw zandig-M...	-	-	0.45
Leem (Zw zandig-V...	-	-	0.45
Leem (Zw zandig-V...	-	-	0.45
Leem (Sterk Zandig 1)	-	-	0.45
Leem (Sterk Zandig 2)	-	-	0.45
Klei (Schoon slap)	-	-	0.45
Klei (Schoon Matig)	-	-	0.45
Klei (Schoon Vast1)	-	-	0.45
Klei (Schoon Vast2)	-	-	0.45
Klei (Zw zandig Slap)	-	-	0.45
Klei (Zw zandig Matig)	-	-	0.45
Klei (Zw zandig Vast...	-	-	0.45
Klei (Zw zandig Vast...	-	-	0.45
Klei (Sterk zandig1)	-	-	0.45
Klei (Sterk zandig2)	-	-	0.45
Klei (Organisch Slap1)	-	-	0.45
Klei (Organisch Slap2)	-	-	0.45
Klei (Organisch Mati...	-	-	0.45
Klei (Organisch Mati...	-	-	0.45
Veen (niet vb Slap1)	-	-	0.45
Veen (niet vb Slap2)	-	-	0.45
Veen (Matig vb 1)	-	-	0.45
Veen (Matig vb 2)	-	-	0.45

2.8 Geometrie

2.8.1 Geometrie Sectie, Detail



2.8.2 Geometrie Bovenaaanzicht

Bovenaanzicht

2.9 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	5.000	-2.419
2	10.000	-3.947
3	15.000	-5.476
4	20.000	-7.005
5	25.000	-8.533
6	30.000	-10.062
7	35.000	-11.591
8	40.000	-13.119
9	45.000	-14.648
10	50.000	-16.177
11	55.000	-17.702
12	60.000	-19.105
13	65.000	-20.323
14	70.000	-21.362
15	75.000	-22.225
16	80.000	-22.915
17	85.000	-23.435
18	90.000	-23.786
19	95.000	-23.970
20	100.000	-24.000
21	105.000	-24.000
22	110.000	-24.000
23	115.000	-24.000
24	120.000	-24.000
25	125.000	-24.000
26	130.000	-24.000
27	135.000	-24.000
28	140.000	-24.000
29	145.000	-24.000
30	150.000	-24.000
31	155.000	-24.000
32	160.000	-24.000
33	165.000	-24.000
34	170.000	-24.000
35	175.000	-24.000
36	180.000	-24.000
37	185.000	-24.000
38	190.000	-24.000
39	195.000	-24.000
40	200.000	-24.000
41	205.000	-24.000
42	210.000	-24.000
43	215.000	-24.000
44	220.000	-24.000
45	225.000	-24.000
46	230.000	-24.000
47	235.000	-23.984
48	240.000	-23.829
49	245.000	-23.506
50	250.000	-23.014
51	255.000	-22.353
52	260.000	-21.519
53	265.000	-20.510
54	270.000	-19.322
55	275.000	-17.951
56	280.000	-16.433
57	285.000	-14.905
58	290.000	-13.376
59	295.000	-11.847
60	300.000	-10.319
61	305.000	-8.790

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
62	310.000	-7.261
63	315.000	-5.733

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

2.10 Verkeersbelasting

Fietspad (1)		
L begin	162.47	[m]
L einde	165.26	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	0.5 x Graph II	
Kanaalpad		
L begin	52.92	[m]
L einde	55.66	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph II	
Amstellandlaan (1)		
L begin	45.42	[m]
L einde	52.92	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph II	
Amstellandlaan (2)		
L begin	0.00	[m]
L einde	42.39	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph II	

2.11 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0.000	[m]
Y coördinaat linker punt	0.000	[m]
Z coördinaat linker punt	-0.890	[m]
X coördinaat rechter punt	327.700	[m]
Y coördinaat rechter punt	0.000	[m]
Z coördinaat rechter punt	-1.850	[m]
Hoek links	17.0000	[gr]
Hoek rechts	17.0000	[gr]
Kromtestraal links	150.000	[m]
Kromtestraal rechts	150.000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	100.000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-24.000	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0.0000	[gr]
Aantal horizontale bochten	0	
De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.		

2.12 Materiaalgegevens van de Leiding

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975.00	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350.00	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10.00	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8.00	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0.65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0.0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	160.00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14.50	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9.54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0.00	[bar]
Incidentele druk	0.00	[bar]

Temperatuur variatie	0.00	[gr C]
----------------------	------	--------

2.13 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollenbaan	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100	[%]
Volume gewicht vloeistof	10.00	[kN/m ³]
Opleghoek	120	[gr]
Belastingshoek	180	[gr]
Relatieve verplaatsing	10.00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6.00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500.00	[kN/m ³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15.00	[gr]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0.10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0.000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0.20	[-]

2.14 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0.210	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0.092	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0.210	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0.092	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0.210	[m]
Uitwendige diameter leiding	0.160	[m]
Debiet tijdens pilotboring	650.0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	870.0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	650.0000	[liter/minuut]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0.30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0.20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0.20	[-]
Volumegegewicht boorvloeistof	11.1	[kN/m ³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0.014	[kN/m ²]
Viscositeit boorvloeistof	0.000040	[kN.s/m ²]

2.15 Factoren

(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3.0	[-]
(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1.5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegegewicht		
van materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor (gedraineerde) cohesie C	1.40	[-]
Onzekerheidsfactor ongedraineerde schuifsterkte Su	1.40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1.25	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	2.00	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (Polyetheen)	1.00	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie) (Polyetheen)	1.00	[-]
Belastingsfactor testdruk (Polyetheen)	1.00	[-]
Belastingsfactor aanlegbelasting (Polyetheen)	1.00	[-]
Belastingsfactor gereduc. neutr. grondspan. q _{n;r} (Polyetheen)	1.50	[-]
Belastingsfactor temperatuur (Polyetheen)	1.10	[-]
Belastingsfactor verkeersbelasting (Polyetheen)	1.35	[-]
Importantie factor (S)	1.00	[-]
Toelaatbare deflectie stalen leiding	15.00	[%]
Toelaatb. deflectie stalen leiding bij inspectie ('piggability')	5.00	[%]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	10.00	[%]
Toelaat. deflectie polyetheen leiding bij inspectie ('piggability')	5.00	[%]
Volumegegewicht water	10.00	[kN/m ³]
Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0.50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0.50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7.50	[-]

2.16 Rekenopties

Stress analyse optie : Standaard

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	22	22	20	203
2	131	131	40	217
3	118	118	60	231
4	128	128	80	245
5	208	283	101	259
6	248	393	121	272
7	308	506	141	286
8	455	797	161	300
9	517	908	181	314
10	597	1054	201	328
11	518	843	221	342
12	1070	2155	240	354
13	957	1899	256	364
14	1006	1998	271	373
15	1044	2072	284	379
16	1071	2124	294	384
17	1095	2171	303	387
18	1113	2209	310	388
19	1123	2228	315	387
20	1125	2232	318	384
21	1125	2233	321	381
22	1125	2233	324	378
23	1126	2233	327	375
24	1126	2234	330	372
25	1126	2234	333	369
26	1126	2235	336	366
27	1126	2235	339	363
28	1130	2245	342	360
29	1140	2266	345	357
30	1159	2309	348	354
31	1179	2352	351	351
32	1409	2864	354	348
33	1433	2918	357	345
34	1346	2723	360	342
35	1140	2265	363	339
36	1205	2411	366	336
37	1206	2412	369	333
38	1206	2412	372	330
39	1205	2410	375	327
40	1203	2406	378	324
41	1201	2402	381	321
42	1200	2400	384	318
43	1202	2403	387	315
44	1196	2390	390	312
45	1199	2398	393	309
46	1214	2430	396	306
47	1207	2415	399	303
48	1196	2392	400	298
49	1178	2355	400	292
50	1150	2300	397	283
51	1113	2225	393	273
52	1065	2126	387	261
53	1003	1997	379	246
54	855	1642	369	230
55	540	923	356	212
56	531	919	343	192

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
57	473	818	329	172
58	406	679	315	152
59	268	426	301	131
60	227	326	287	111
61	186	189	274	91
62	129	129	260	71
63	145	145	246	51

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	22	22	20	20
2	131	131	41	40
3	118	118	61	60
4	128	128	81	80
5	208	283	101	101
6	248	393	122	121
7	308	506	142	141
8	455	797	162	161
9	517	908	183	181
10	597	1054	203	201
11	518	843	223	221
12	1070	2155	242	240
13	957	1899	259	256
14	1006	1998	274	271
15	1044	2072	286	284
16	1071	2124	297	294
17	1095	2171	306	303
18	1113	2209	313	310
19	1123	2228	318	315
20	1125	2232	322	318
21	1125	2233	325	321
22	1125	2233	328	324
23	1126	2233	332	327
24	1126	2234	335	330
25	1126	2234	338	333
26	1126	2235	341	336
27	1126	2235	344	339
28	1130	2245	347	342
29	1140	2266	351	345
30	1159	2309	354	348
31	1179	2352	351	351
32	1409	2864	348	354
33	1433	2918	345	351
34	1346	2723	342	348
35	1140	2265	339	345
36	1205	2411	336	342
37	1206	2412	333	338
38	1206	2412	330	335
39	1205	2410	327	332
40	1203	2406	324	329
41	1201	2402	321	326
42	1200	2400	318	322
43	1202	2403	315	319
44	1196	2390	312	316
45	1199	2398	309	313
46	1214	2430	306	310
47	1207	2415	303	306
48	1196	2392	298	302
49	1178	2355	292	295
50	1150	2300	283	286
51	1113	2225	273	276
52	1065	2126	261	263

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
53	1003	1997	246	249
54	855	1642	230	232
55	540	923	212	214
56	531	919	192	194
57	473	818	172	173
58	406	679	152	153
59	268	426	131	133
60	227	326	111	112
61	186	189	91	92
62	129	129	71	72
63	145	145	51	52

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	22	22	20	20
2	131	131	40	41
3	118	118	60	61
4	128	128	80	81
5	208	283	101	101
6	248	393	121	122
7	308	506	141	142
8	455	797	161	162
9	517	908	181	183
10	597	1054	201	203
11	518	843	221	223
12	1070	2155	240	242
13	957	1899	256	259
14	1006	1998	271	274
15	1044	2072	284	286
16	1071	2124	294	297
17	1095	2171	303	306
18	1113	2209	310	313
19	1123	2228	315	318
20	1125	2232	318	322
21	1125	2233	321	325
22	1125	2233	324	328
23	1126	2233	327	332
24	1126	2234	330	335
25	1126	2234	333	338
26	1126	2235	336	341
27	1126	2235	339	344
28	1130	2245	342	347
29	1140	2266	345	351
30	1159	2309	348	354
31	1179	2352	351	351
32	1409	2864	354	348
33	1433	2918	351	345
34	1346	2723	348	342
35	1140	2265	345	339
36	1205	2411	342	336
37	1206	2412	338	333
38	1206	2412	335	330
39	1205	2410	332	327
40	1203	2406	329	324
41	1201	2402	326	321
42	1200	2400	322	318
43	1202	2403	319	315
44	1196	2390	316	312
45	1199	2398	313	309
46	1214	2430	310	306
47	1207	2415	306	303
48	1196	2392	302	298

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
49	1178	2355	295	292
50	1150	2300	286	283
51	1113	2225	276	273
52	1065	2126	263	261
53	1003	1997	249	246
54	855	1642	232	230
55	540	923	214	212
56	531	919	194	192
57	473	818	173	172
58	406	679	153	152
59	268	426	133	131
60	227	326	112	111
61	186	189	92	91
62	129	129	72	71
63	145	145	52	51

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

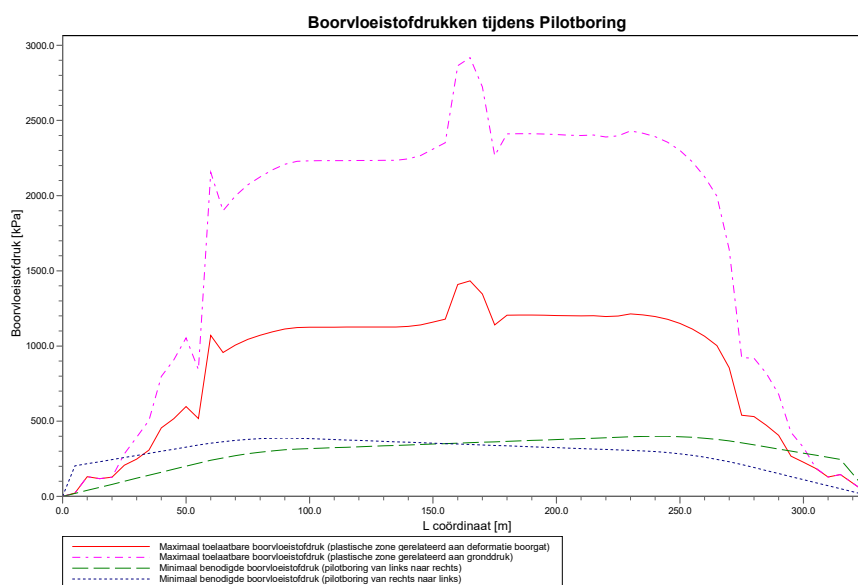
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
1	17	9	1.83	voldoet
2	34	25	1.38	voldoet
3	51	40	1.28	voldoet
4	68	50	1.36	voldoet
5	85	65	1.30	voldoet
6	102	80	1.27	voldoet
7	119	96	1.24	voldoet
8	136	111	1.22	voldoet
9	153	126	1.21	voldoet
10	170	142	1.20	voldoet
11	187	157	1.19	voldoet
12	202	171	1.18	voldoet
13	215	183	1.18	voldoet
14	226	193	1.17	voldoet
15	236	202	1.17	voldoet
16	243	209	1.17	voldoet
17	249	214	1.16	voldoet
18	252	217	1.16	voldoet
19	254	219	1.16	voldoet
20	254	220	1.16	voldoet
21	254	219	1.16	voldoet
22	254	219	1.16	voldoet
23	254	219	1.16	voldoet
24	253	219	1.15	voldoet
25	253	219	1.15	voldoet
26	253	219	1.15	voldoet
27	253	219	1.15	voldoet
28	252	219	1.15	voldoet
29	252	219	1.15	voldoet
30	252	219	1.15	voldoet
31	252	219	1.15	voldoet
32	251	219	1.15	voldoet
33	251	219	1.15	voldoet
34	251	219	1.14	voldoet
35	251	219	1.14	voldoet
36	250	219	1.14	voldoet
37	250	219	1.14	voldoet
38	250	219	1.14	voldoet
39	250	219	1.14	voldoet
40	250	219	1.14	voldoet
41	249	219	1.14	voldoet
42	249	219	1.14	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
43	249	219	1.14	voldoet
44	249	219	1.14	voldoet
45	248	219	1.13	voldoet
46	248	219	1.13	voldoet
47	248	219	1.13	voldoet
48	246	217	1.13	voldoet
49	242	214	1.13	voldoet
50	236	209	1.13	voldoet
51	229	202	1.13	voldoet
52	219	194	1.13	voldoet
53	208	184	1.13	voldoet
54	194	172	1.13	voldoet
55	179	158	1.13	voldoet
56	162	143	1.13	voldoet
57	145	128	1.13	voldoet
58	128	112	1.14	voldoet
59	111	97	1.14	voldoet
60	94	82	1.15	voldoet
61	77	67	1.16	voldoet
62	60	45	1.34	voldoet
63	43	29	1.50	voldoet

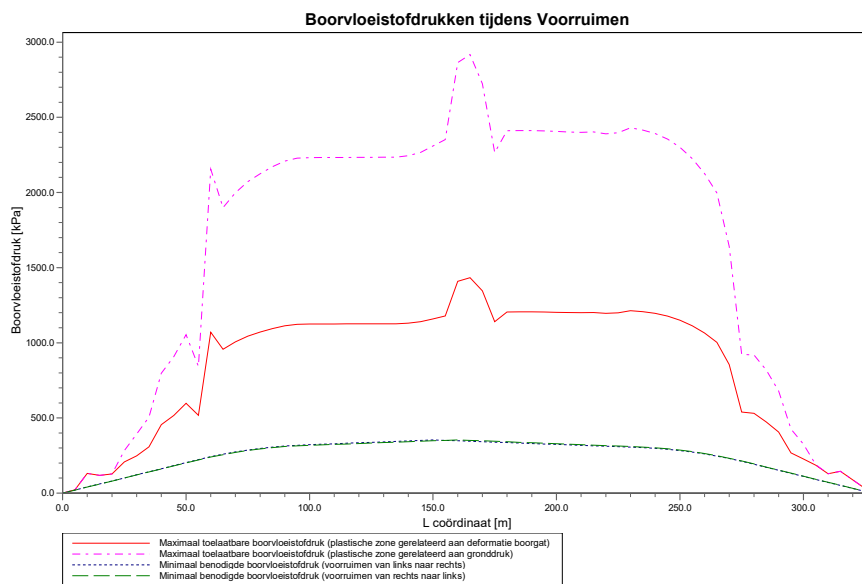
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1.10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

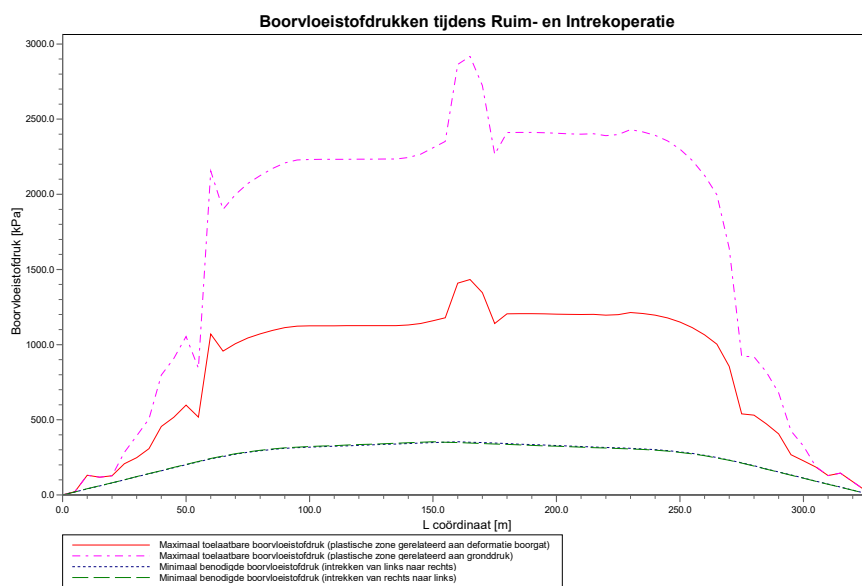
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Data

4.1 Grondmechanische Parameters (Leiding: Ø160mm PE100 SDR11)

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _{v;p}	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _{v;n}	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{h;n}	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _{v;r;n}	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _{v;e}	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _{h;e}	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _{v;bot}	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _{v;top}	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _{v;p} [kN/m ²]	q _{v;n} [kN/m ²]	q _{h;n} [kN/m ²]	q _{v;r;n} [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _{v;e} [kN/m ²]
1	71	19	7	11	18	362
2	73	29	10	15	6	249
3	82	34	8	13	3	275
4	315	46	9	14	2	1232
5	392	60	4	7	2	1593
6	467	73	4	5	1	1960
7	849	88	3	5	1	3109
8	975	104	3	5	1	3666
9	1106	121	3	5	0	4269
10	1295	147	4	5	1	5158
11	490	176	4	6	0	10879
12	2752	190	3	5	0	16534
13	2341	156	3	5	0	13574
14	2462	166	3	5	0	14441
15	2556	174	3	5	0	15125
16	2624	180	3	5	0	15629
17	2689	185	3	5	0	16099
18	2739	189	3	5	0	16468
19	2765	192	3	5	0	16663
20	2770	192	3	5	0	16698
21	2770	192	3	5	0	16701
22	2771	192	3	5	0	16704
23	2771	192	3	5	0	16707
24	2772	192	3	5	0	16711
25	2772	192	3	5	0	16714
26	2773	192	3	5	0	16717
27	2773	192	3	5	0	16721
28	2785	193	3	5	0	16805
29	2813	196	3	5	0	17006
30	2869	200	3	5	0	17422
31	2925	205	3	5	0	17838
32	3593	264	3	5	0	22980
33	3663	271	3	5	0	23534
34	3408	248	3	5	0	21527
35	2812	195	3	5	0	16973
36	3001	212	3	5	0	18395
37	3002	212	3	5	0	18403
38	3002	212	3	5	0	18397
39	2999	211	3	5	0	18374
40	2993	211	3	5	0	18331
41	2987	210	3	5	0	18288
42	2984	210	3	5	0	18261

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
43	2987	210	3	5	0	18285
44	2971	209	3	5	0	18161
45	2980	210	3	5	0	18231
46	3021	213	3	5	0	18544
47	3001	211	3	5	0	18389
48	2970	209	3	5	0	18154
49	2921	205	3	5	0	17789
50	2849	198	3	5	0	17249
51	2752	190	3	5	0	16526
52	2629	180	3	5	0	15620
53	2485	167	3	5	0	14576
54	2311	153	3	5	0	13335
55	1101	120	4	5	0	4242
56	1103	121	3	5	0	4251
57	977	104	3	5	0	3674
58	855	89	3	5	0	3132
59	473	74	3	5	0	1989
60	397	60	4	6	0	1614
61	317	46	9	14	0	1238
62	99	43	9	14	0	324
63	112	38	9	14	0	326

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	125	32793	20623	22955	0.05	7.5
2	73	1322	1433	925	0.05	7.5
3	82	1483	1380	1038	0.05	7.5
4	315	40383	18798	28268	0.05	7.5
5	392	45939	42466	32157	0.05	7.5
6	467	51057	47893	35740	0.05	7.5
7	849	188216	59033	131751	0.05	7.5
8	975	205187	195057	143631	0.05	7.5
9	1106	222353	212885	155647	0.05	7.5
10	1295	245884	237179	172119	0.05	7.5
11	490	648606	193869	454024	0.05	7.5
12	2752	763745	738522	534622	0.05	7.5
13	2341	686916	659399	480841	0.05	7.5
14	2462	710123	683347	497086	0.05	7.5
15	2556	728017	701784	509612	0.05	7.5
16	2624	740992	715136	518694	0.05	7.5
17	2689	752913	727393	527039	0.05	7.5
18	2739	762160	736893	533512	0.05	7.5
19	2765	767001	741865	536901	0.05	7.5
20	2770	767861	742748	537503	0.05	7.5
21	2770	767943	742832	537560	0.05	7.5
22	2771	768024	742915	537617	0.05	7.5
23	2771	768105	742999	537674	0.05	7.5
24	2772	768187	743083	537731	0.05	7.5
25	2772	768268	743166	537788	0.05	7.5
26	2773	768350	743250	537845	0.05	7.5
27	2773	768431	743333	537902	0.05	7.5
28	2785	770526	745484	539368	0.05	7.5
29	2813	775456	750544	542819	0.05	7.5
30	2869	785630	760982	549941	0.05	7.5
31	2925	795701	771308	556991	0.05	7.5
32	3593	912930	891113	639051	0.05	7.5
33	3663	924860	903271	647402	0.05	7.5
34	3408	881043	858589	616730	0.05	7.5
35	2812	774558	749623	542191	0.05	7.5
36	3001	809005	784939	566303	0.05	7.5
37	3002	809186	785125	566430	0.05	7.5
38	3002	809053	784989	566337	0.05	7.5
39	2999	808495	784417	565947	0.05	7.5
40	2993	807468	783365	565228	0.05	7.5

Verticaal nr.	q _h ;e [kN/m ²]	k _v ;bot [kN/m ³]	k _v ;top [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
41	2987	806440	782312	564508	0.05	7.5
42	2984	805809	781666	564066	0.05	7.5
43	2987	806368	782239	564458	0.05	7.5
44	2971	803408	779206	562386	0.05	7.5
45	2980	805094	780934	563566	0.05	7.5
46	3021	812542	788561	568779	0.05	7.5
47	3001	808849	784779	566194	0.05	7.5
48	2970	803252	779046	562277	0.05	7.5
49	2921	794481	770058	556137	0.05	7.5
50	2849	781354	756596	546948	0.05	7.5
51	2752	763501	738271	534451	0.05	7.5
52	2629	740655	714789	518458	0.05	7.5
53	2485	713619	686951	499533	0.05	7.5
54	2311	680377	357489	476264	0.05	7.5
55	1101	221587	212092	155111	0.05	7.5
56	1103	221839	212353	155288	0.05	7.5
57	977	205401	195280	143781	0.05	7.5
58	855	188943	130582	132260	0.05	7.5
59	473	51437	48294	36006	0.05	7.5
60	397	46226	42772	32358	0.05	7.5
61	317	40475	36582	28332	0.05	7.5
62	99	16540	1688	11578	0.05	7.5
63	112	1845	3065	1292	0.05	7.5

Maximale grondspanning : q_{v;n};max = 271 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_{verkeer};max = 29 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_{v;r;n};max = 15 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 924860 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 1849720 kN/m³

4.2 Young's Modulus per Laag per Verticaal

Laag nummer	Materiaalnaam	Bepalingtype
17	Zand (Schoon-Los)	Berekend met E100
16	Zand (Zw Siltig kleiig1)	Berekend met E100
15	Klei (Organisch Slap1)	Berekend met E100
14	Klei (Schoon Matig)	Berekend met E100
13	Klei (Sterk zandig1)	Berekend met E100
12	Zand (Zw Siltig kleiig1)	Berekend met E100
11	Klei (Sterk zandig1)	Berekend met E100
10	Zand (Zw Siltig kleiig1)	Berekend met E100
9	Klei (Sterk zandig1)	Berekend met E100
8	Zand (Zw Siltig kleiig1)	Berekend met E100
7	Klei (Schoon Matig)	Berekend met E100
6	Klei (Schoon Matig)	Berekend met E100
5	Veen (Matig vb 2)	Berekend met E100
4	Zand (Schoon-Los)	Berekend met E100
3	Zand (Schoon-Matig)	Berekend met E100
2	Klei (Sterk zandig1)	Berekend met E100
1	Zand (Schoon-Vast2)	Berekend met E100

Laag nummer	Verticaal 1 (L=5 m)		Verticaal 2 (L=10 m)		Verticaal 3 (L=15 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	0.000	6.474	0.000	6.568	0.000	6.549
16	15.106	17.228	15.326	17.421	15.280	17.381
15	0.161	0.170	0.164	0.173	0.163	0.173
14	0.681	0.739	0.693	0.751	0.690	0.748
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 1 (L=5 m)		Verticaal 2 (L=10 m)		Verticaal 3 (L=15 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	0.370	0.445	0.375	0.452	0.374	0.452
4	9.046	13.883	9.128	13.929	9.128	13.922
3	41.648	53.764	41.787	53.893	41.765	53.898
2	2.659	2.750	2.669	2.757	2.669	2.754
1	134.223	185.171	134.428	185.287	134.335	185.187

Laag nummer	Verticaal 4 (L=20 m)		Verticaal 5 (L=25 m)		Verticaal 6 (L=30 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	0.000	6.545	0.000	6.545	0.000	6.579
16	15.271	17.372	15.271	17.373	15.351	17.442
15	0.163	0.172	0.163	0.172	0.164	0.174
14	0.690	0.748	0.690	0.748	0.694	0.752
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	0.374	0.453	0.374	0.454	0.376	0.457
4	9.139	13.922	9.154	13.924	9.192	13.942
3	41.766	53.921	41.772	53.947	41.827	54.011
2	2.671	2.752	2.673	2.751	2.678	2.752
1	134.283	185.117	134.241	185.054	134.289	185.056

Laag nummer	Verticaal 7 (L=35 m)		Verticaal 8 (L=40 m)		Verticaal 9 (L=45 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	0.000	6.791	0.000	6.923	0.000	7.152
16	15.845	17.879	16.154	18.154	16.687	18.630
15	0.171	0.180	0.175	0.184	0.182	0.192
14	0.720	0.777	0.737	0.794	0.766	0.822
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	0.389	0.470	0.397	0.479	0.411	0.494
4	9.359	14.046	9.469	14.112	9.650	14.281
3	42.137	54.273	42.336	54.450	42.843	54.866
2	2.699	2.769	2.713	2.780	2.746	2.810
1	134.814	185.405	135.135	185.606	136.032	186.228

Laag nummer	Verticaal 10 (L=50 m)		Verticaal 11 (L=55 m)		Verticaal 12 (L=60 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	0.000	8.213	0.000	9.748	0.000	9.154
16	19.163	20.876	22.746	24.207	21.359	22.909
15	0.219	0.228	0.277	0.285	0.254	0.262
14	0.910	0.964	1.142	1.193	1.049	1.101
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 10 (L=50 m)		Verticaal 11 (L=55 m)		Verticaal 12 (L=60 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	0.482	0.563	0.597	0.674	0.551	0.631
4	10.473	15.069	11.727	16.170	11.249	16.034
3	45.207	56.752	48.511	59.437	48.101	59.122
2	2.899	2.958	3.122	3.176	3.095	3.146
1	140.479	189.468	146.869	194.222	146.011	193.543

Laag nummer	Verticaal 13 (L=65 m)		Verticaal 14 (L=70 m)		Verticaal 15 (L=75 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	0.000	0.122	0.000	0.092	0.000	0.059
4	4.025	12.161	3.370	11.951	2.551	11.738
3	36.482	50.151	35.854	49.719	35.215	49.284
2	2.379	2.430	2.346	2.394	2.313	2.358
1	124.230	177.653	123.075	176.813	121.909	175.969

Laag nummer	Verticaal 16 (L=80 m)		Verticaal 17 (L=85 m)		Verticaal 18 (L=90 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	0.000	0.020	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	1.288	11.522	0.000	11.463	0.000	11.488
3	34.565	48.845	34.389	48.745	34.464	48.822
2	2.280	2.321	2.273	2.310	2.279	2.312
1	120.732	175.121	120.372	174.839	120.441	174.852

Laag nummer	Verticaal 19 (L=95 m)		Verticaal 20 (L=100 m)		Verticaal 21 (L=105 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 19 (L=95 m)		Verticaal 20 (L=100 m)		Verticaal 21 (L=105 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	0.000	11.513	0.000	11.538	0.000	11.563
3	34.539	48.899	34.614	48.976	34.689	49.053
2	2.284	2.314	2.290	2.317	2.296	2.319
1	120.510	174.865	120.579	174.878	120.648	174.891

Laag nummer	Verticaal 22 (L=110 m)		Verticaal 23 (L=115 m)		Verticaal 24 (L=120 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	0.000	11.588	0.000	11.613	0.000	11.637
3	34.763	49.129	34.838	49.206	34.912	49.282
2	2.302	2.321	2.307	2.323	2.313	2.325
1	120.718	174.904	120.787	174.917	120.855	174.931

Laag nummer	Verticaal 25 (L=125 m)		Verticaal 26 (L=130 m)		Verticaal 27 (L=135 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	0.000	11.662	0.000	11.687	0.000	11.711
3	34.986	49.358	35.060	49.434	35.134	49.510
2	2.319	2.327	2.325	2.329	2.330	2.331
1	120.924	174.944	120.993	174.957	121.062	174.970

Laag nummer	Verticaal 28 (L=140 m)		Verticaal 29 (L=145 m)		Verticaal 30 (L=150 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 28 (L=140 m)		Verticaal 29 (L=145 m)		Verticaal 30 (L=150 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	0.000	0.019	0.000	0.191
5	0.000	0.027	0.010	0.072	0.096	0.143
4	1.583	11.833	2.888	12.081	4.446	12.549
3	35.498	49.794	36.243	50.350	37.648	51.393
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	121.718	175.307	123.079	176.100	125.628	177.738

Laag nummer	Verticaal 31 (L=155 m)		Verticaal 32 (L=160 m)		Verticaal 33 (L=165 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	0.000	1.067	0.000	1.297
12	n.v.t.	n.v.t.	23.639	25.048	26.701	27.956
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	1.171	1.285	1.396	1.505
6	0.000	0.325	1.285	1.541	1.505	1.753
5	0.163	0.206	0.771	0.801	0.876	0.907
4	5.586	13.001	13.062	17.412	14.110	17.841
3	39.002	52.416	52.235	62.905	53.523	63.997
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	128.127	179.361	153.768	198.353	156.437	200.294

Laag nummer	Verticaal 34 (L=170 m)		Verticaal 35 (L=175 m)		Verticaal 36 (L=180 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	0.000	0.984	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	22.474	23.951	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.000	0.319
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	11.114	13.966
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	1.090	1.206	0.000	0.199	0.460	0.600
6	1.206	1.466	0.199	0.559	0.600	0.901
5	0.733	0.765	0.279	0.321	0.451	0.488
4	12.691	16.339	7.367	12.228	9.583	13.682
3	49.016	60.298	36.684	50.807	41.045	54.061
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	147.395	193.173	124.194	175.955	132.150	181.508

Laag nummer	Verticaal 37 (L=185 m)		Verticaal 38 (L=190 m)		Verticaal 39 (L=195 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 37 (L=185 m)		Verticaal 38 (L=190 m)		Verticaal 39 (L=195 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
11	0.000	0.327	0.000	0.331	0.000	0.329
10	11.282	14.101	11.366	14.168	11.338	14.146
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	0.467	0.607	0.471	0.610	0.469	0.609
6	0.607	0.907	0.610	0.910	0.609	0.909
5	0.454	0.492	0.455	0.494	0.455	0.494
4	9.627	13.716	9.654	13.738	9.656	13.744
3	41.149	54.162	41.215	54.234	41.231	54.268
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	132.396	181.537	132.572	181.516	132.654	181.426

Laag nummer	Verticaal 40 (L=200 m)		Verticaal 41 (L=205 m)		Verticaal 42 (L=210 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	0.000	0.322	0.000	0.315	0.000	0.313
10	11.187	14.025	11.034	13.903	10.987	13.865
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	0.463	0.603	0.457	0.597	0.455	0.595
6	0.603	0.904	0.597	0.898	0.595	0.897
5	0.452	0.492	0.449	0.490	0.448	0.490
4	9.632	13.730	9.608	13.717	9.606	13.719
3	41.191	54.259	41.151	54.250	41.158	54.277
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	132.633	181.260	132.611	181.094	132.678	180.992

Laag nummer	Verticaal 43 (L=215 m)		Verticaal 44 (L=220 m)		Verticaal 45 (L=225 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	0.000	0.326	0.000	0.295	0.000	0.321
10	11.256	14.080	10.578	13.544	11.160	14.003
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	0.466	0.606	0.438	0.580	0.462	0.602
6	0.606	0.906	0.580	0.883	0.602	0.903
5	0.453	0.495	0.441	0.485	0.451	0.495
4	9.671	13.769	9.538	13.679	9.667	13.773
3	41.307	54.411	41.038	54.229	41.320	54.464
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	133.006	181.082	132.560	180.605	133.135	180.877

Laag nummer	Verticaal 46 (L=230 m)		Verticaal 47 (L=235 m)		Verticaal 48 (L=240 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 46 (L=230 m)		Verticaal 47 (L=235 m)		Verticaal 48 (L=240 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
11	0.000	0.415	0.000	0.382	0.000	0.367
10	13.092	15.587	12.428	15.033	12.121	14.780
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	0.548	0.684	0.517	0.654	0.503	0.641
6	0.684	0.977	0.654	0.950	0.641	0.938
5	0.488	0.532	0.475	0.520	0.469	0.514
4	10.110	14.092	9.963	13.990	9.901	13.950
3	42.275	55.213	41.970	55.001	41.849	54.931
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	134.966	182.079	134.448	181.545	134.275	181.267

Laag nummer	Verticaal 49 (L=245 m)		Verticaal 50 (L=250 m)		Verticaal 51 (L=255 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	0.000	0.364	0.000	0.361	0.000	0.357
10	12.064	14.734	12.007	14.687	11.914	14.611
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	0.501	0.639	0.498	0.637	0.494	0.633
6	0.639	0.936	0.637	0.934	0.633	0.931
5	0.468	0.514	0.467	0.514	0.465	0.513
4	9.896	13.950	9.892	13.950	9.879	13.945
3	41.850	54.952	41.850	54.974	41.835	54.984
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	134.328	181.156	134.382	181.046	134.404	180.912

Laag nummer	Verticaal 52 (L=260 m)		Verticaal 53 (L=265 m)		Verticaal 54 (L=270 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	0.000	0.351	0.000	0.358	0.000	0.363
10	11.800	14.518	11.951	14.642	12.037	14.712
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	0.489	0.628	0.496	0.634	0.500	0.638
6	0.628	0.926	0.634	0.932	0.638	0.935
5	0.463	0.511	0.466	0.515	0.468	0.517
4	9.862	13.936	9.903	13.969	9.930	13.992
3	41.809	54.985	41.908	55.082	41.976	55.155
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	134.409	180.765	134.644	180.789	134.823	180.772

Laag nummer	Verticaal 55 (L=275 m)		Verticaal 56 (L=280 m)		Verticaal 57 (L=285 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 55 (L=275 m)		Verticaal 56 (L=280 m)		Verticaal 57 (L=285 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	0.000	0.292	0.000	0.270
8	n.v.t.	n.v.t.	10.525	13.502	10.019	13.373
7	0.000	0.199	0.436	0.578	0.429	0.572
6	0.199	0.559	0.578	0.881	0.572	0.875
5	0.279	0.335	0.440	0.492	0.438	0.490
4	7.579	12.438	9.626	13.785	9.601	13.714
3	37.315	51.718	41.355	54.727	41.141	54.586
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	126.423	174.441	133.776	179.690	133.433	179.283

Laag nummer	Verticaal 58 (L=290 m)		Verticaal 59 (L=295 m)		Verticaal 60 (L=300 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	0.000	0.275	0.000	0.277	0.000	0.275
8	10.118	13.702	10.167	13.988	10.130	14.207
7	0.446	0.588	0.461	0.602	0.473	0.612
6	0.588	0.890	0.602	0.902	0.612	0.912
5	0.445	0.497	0.451	0.504	0.456	0.510
4	9.694	13.725	9.777	13.729	9.843	13.722
3	41.174	54.633	41.188	54.665	41.167	54.670
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	133.547	179.216	133.624	179.121	133.638	178.979

Laag nummer	Verticaal 61 (L=305 m)		Verticaal 62 (L=310 m)		Verticaal 63 (L=315 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	0.000	0.274	0.000	0.275	0.000	0.282
8	10.094	14.423	10.133	14.688	10.290	15.029
7	0.484	0.623	0.499	0.637	0.517	0.654
6	0.623	0.922	0.637	0.934	0.654	0.950
5	0.461	0.515	0.467	0.522	0.475	0.530
4	9.908	13.715	9.987	13.718	10.088	13.738
3	41.145	54.675	41.155	54.704	41.213	54.769
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	133.651	178.837	133.721	178.737	133.880	178.703

5 Gegevens voor Sterkteberekening

5.1 Algemene Gegevens

Equivalente diameter leiding	:	Do = 160.00 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 14.50 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 924860 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11.10 kN/m ³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 100.000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0.10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0.000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0.20

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 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	22.75	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	20.18	[kg/m]
Resultaat	:	2.57	[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 links naar rechts 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)	Karakteristieke waarde voor de trekkraft (kN)
T1	0	2
T2	57	3
T3	101	5
T4	236	8
T5	280	10
T6	334	12

De berekende waarden van de trekkraft zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaalactor voor stochastische variatie en modelonzekerheid (f) van tenminste 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening, volgens art. E.1.2.1 van NEN 3650-1:2020. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 1.40 gebruikt en een belasting factor van 1.00.

De maximale representatieve trekkraft is 63 kN, exclusief rekenfactor. Bij deze trekkraft zijn de spanningen in de leiding gelijk aan de toelaatbare spanning.

6 Sterkteberekening van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11

6.1 Materiaalgegevens van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buitendiameter	:	Do = 160.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14.50 mm
Tensile factor	:	alpha_sigma = 0.65
Ontwerpdruk	:	pd = 0.00 bar
Test druk	:	pt = 0.00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0.00 graden Celsius
Lengte leiding	:	L = 334 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
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9.54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0.061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0.083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0.131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0.138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0.048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0.089
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 15 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 14 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 924860 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 150.000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1.00
Belastingsfactor gereduc. neutr. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1.50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1.00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1.00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1.00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1.10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1.35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1.10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2.00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1.40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1.40
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0.0001600 mm/mmK

6.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11

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 14.5 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:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 1.09 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T1/A = f_{\text{install}} \cdot (L_{\text{rol}} \cdot Q \cdot f1)/A$	=	0.45	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,\text{max}}$	=	1.16	N/mm ²

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b)$	=	0.73	N/mm ²
$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T_{\text{max}}/A$	=	2.45	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,\text{max}}$	=	2.93	N/mm ²

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1:2020 D.3.3):

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

$$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 8.1E-3 \quad 1/\text{mm}$$

$$q_r = 0.0167 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0.46 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t,\text{max}} = 0.30 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0.00 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py} = 0.00 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0.00 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoeestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0.26 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,\text{max}} = 0.17 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0.28 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 1.88 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t,\text{max}} = 1.40 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoeestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0.26 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk:

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0.00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0.00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0.00	N/mm ²
$\sigma_{temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E$	=	0.00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0.17	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot D_o$	=	0.28	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot D_o$	=	1.88	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1.000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1.000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + \alpha_{\sigma} \cdot ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	1.40	N/mm ²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{a,max} < ShortStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{t,max} < ShortStrength \cdot FactorOfImportance$

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{a,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{t,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{a,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$
- $\sigma_{t,max} < LongStrength \cdot FactorOfImportance$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
σ_{ptest}	10.00 (kort)	-	-	0.00	-	-
σ_{py}	8.00 (lang)	-	-	0.00	-	-
σ_{axiaal}	10.00 (kort)	1.16	2.93	-	-	-
σ_{axiaal}	8.00 (lang)	-	-	-	0.17	0.17
$\sigma_{tangent}$	10.00 (kort)	-	0.30	-	-	-
$\sigma_{tangent}$	8.00 (lang)	-	-	-	1.40	1.40

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1.9 mm (1.32% x D_g). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 14.6 mm (10.00% x S x D_g). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 7.3 mm (5.00% x D_g). De deflectie is toelaatbaar.

6.4 Toetsing op Implosie van Leiding: Ø160mm PE100 SDR11

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 354 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m^2 .

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 222 kN/m^2 . De maximaal toelaatbare druk wordt dan 1753 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 220 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m^2 .

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 222 kN/m^2 . De totale toelaatbare druk wordt dan 496 kN/m^2 . Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Einde Rapport