

HDD 1 – Meersteeg, Geldermalsen

WERKPLAN HORIZONTAAL GESTUURD BOREN



Projectnummer: EN20014016
Opdrachtgever: Liander N.V.
Locatie: Meersteeg, Geldermalsen
Gemeente: West Betuwe

Analyse horizontaal gestuurde boring

Versie: 1.0

Project: EN20014016

Locatie: Meersteeg, Geldermalsen

Gemeente: West Betuwe

Gorinchem, 15-11-2023

Samenstelling: [REDACTED]

Van Vulpen Engineering

Papland 8
4206 CL Gorinchem
Telefoon: 0183 - 645060
Telefax: 0183 - 648550
Email: info@vanvulpen.eu
Website: www.vanvulpen.eu

Datum:	Versie:	Status:	Geproduceerd:	Gecontroleerd:
15-11-2023	1.0	Voor vergunning	[REDACTED]	[REDACTED]

Inhoudsopgave

Nr. Omschrijving

Inhoudsopgave

Projectgegevens

Ten geleide

2. Sterkte- & muddrukberekeningen

Boorplan

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

4. Deel V&G Plan

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

BIJLAGEN

- BIJLAGE I** Grondonderzoek
- BIJLAGE II** Beschrijving boorvloeistof
- BIJLAGE III** Beschrijving Gyro meetsysteem
- BIJLAGE IV** Tekeningen
- BIJLAGE V** Risico analyse Prorail



Projectgegevens

Aanlegmethode:
Horizontaal gestuurde boring

De in te trekken leidingen voor deze boring zijn:

Aantal	Diameter	Lengte	Medium-voerend	Mantel-buis	Discipline	Type	Klasse
3x	Ø160 mm	291,65 m	NEE	JA	Middenspanning	PE100	SDR11

Doelstelling:

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

Trekkraft:

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

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

De berekende maximaal benodigde trekkraft tijdens de intrekoperatie bedraagt: 54 kN

Dit is exclusief watervulling, exclusief onzekerheidsfactor. Ten behoeven van de spanningsanalyse dient een onzekerheidsfactor van 1,8 toegepast te worden. De grondparameters welke toegepast zijn in de sterkteberekeningen zijn conform de NEN9997-1.

Analyse Horizontaal Gestuurde Boring

Behorend bij tekeningnr. : 20014016BT
Werkomschrijving : Horizontaal gestuurde boring
Projectnummer : EN20014046
Locatie : Meersteeg, Geldermalsen
Gemeente : West Betuwe
Vergunninghouder : Liander N.V.
Opdrachtgever : Liander N.V.
Uitvoering boring : Van Vulpen B.V.
Engineer : [REDACTED]
Telefoon : [REDACTED]

Ten geleide

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

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

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

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

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

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

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

Sterkteberekeningen & Muddrukberkeningen



Rapport voor D-Geo Pipeline 22.2

Model: Horizontaal Gesteurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 15-11-2023
Tijd van rapport: 13:26:53
Rapport met versie: 22.2.2.38813
Berekend met versie: 22.2.2.38813

Bestandsnaam: EN20014016 Sterkte- en muddrukberekening HDD 1

Projectbeschrijving: HDD 1 Geldermalsen
EN20014016 Sterkte- en muddrukberkening
3xØ160 PE100 SDR11 (ZW/RO)

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Berichten	4
2.1 Berekeningswaarschuwingen	4
3 Invoergegevens	5
3.1 Gebruikt Model	5
3.2 Laagscheidingen	5
3.3 PN-Lijnen	5
3.4 Freatische Lijn	5
3.5 Grondprofielen	5
3.6 Grenslagen	5
3.7 Grondeigenschappen	5
3.8 Geometrie	9
3.8.1 Geometrie Sectie, Detail	9
3.8.2 Geometrie Bovenaanzicht	9
3.9 Berekenings Verticalen	10
3.10 Verkeersbelasting	11
3.11 Configuratie van de Pijpleiding	11
3.12 Materiaalgegevens van de Leiding	11
3.13 Gegevens voor Leidingberekening	12
3.14 Boorvloeistof Gegevens	12
3.15 Factoren	13
3.16 Rekenopties	13
4 Boorvloeistofdrukken	14
4.1 Boorvloeistof Gegevens	14
4.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	16
4.3 Boorvloeistofdruk Grafieken	18
4.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	18
4.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	18
4.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	19
5 Grondmechanische Data	20
5.1 Grondmechanische Parameters Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	20
5.2 Grondmechanische Parameters Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	22
5.3 Grondmechanische Parameters Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	24
5.4 Young's Modulus per Laag per Verticaal	26
6 Gegevens voor Sterkteberekening	29
6.1 Algemene Gegevens	29
6.2 Ballasten Leiding	29
6.3 Trekkkrachtberekening	29
7 Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	31
7.1 Materiaalgegevens van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	31
7.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	31
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	31
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	32
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	32
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	32
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	32
7.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	33
7.4 Toetsing op Implosie van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1	34
8 Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	35
8.1 Materiaalgegevens van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	35
8.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	35
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	35
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	36
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	36
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	36
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	36
8.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	37
8.4 Toetsing op Implosie van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2	38
9 Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	39
9.1 Materiaalgegevens van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	39
9.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	39
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	39
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	40

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	40
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	40
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	40
9.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	41
9.4 Toetsing op Implosie van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3	42

2 Berichten

2.1 Berekeningswaarschuwingen

De diameter van buis "Ø160 PE100 SDR11 (1)" ($D_o = 160$ mm) voldoet niet aan de eisen zoals gesteld in figuur C.17 van norm NEN 3650-1:2020 voor de verkeersbelasting ($200 \text{ mm} < D_o < 1600 \text{ mm}$). Het programma past een diameter van 200 mm toe voor de berekening van de verkeersbelasting.

De diameter van buis "Ø160 PE100 SDR11 (2)" ($D_o = 160$ mm) voldoet niet aan de eisen zoals gesteld in figuur C.17 van norm NEN 3650-1:2020 voor de verkeersbelasting ($200 \text{ mm} < D_o < 1600 \text{ mm}$). Het programma past een diameter van 200 mm toe voor de berekening van de verkeersbelasting.

De diameter van buis "Ø160 PE100 SDR11 (3)" ($D_o = 160$ mm) voldoet niet aan de eisen zoals gesteld in figuur C.17 van norm NEN 3650-1:2020 voor de verkeersbelasting ($200 \text{ mm} < D_o < 1600 \text{ mm}$). Het programma past een diameter van 200 mm toe voor de berekening van de verkeersbelasting.

3 Invoergegevens

3.1 Gebruikt Model

Gebruikt Model: Horizontaal Gestuurde Boring

3.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
3 - L -	-15,000	41,658	42,686	44,977	47,111
3 - Z -	3,011	3,044	2,044	2,044	3,047
3 - L -	49,099	56,107	56,176	58,496	79,209
3 - Z -	3,048	3,052	3,052	2,052	2,052
3 - L -	91,276	170,469	179,852	205,377	214,241
3 - Z -	3,072	3,117	3,123	3,137	3,142
3 - L -	303,497	306,650			
3 - Z -	3,193	3,193			
2 - L -	-15,000	306,650			
2 - Z -	-1,000	-1,000			
1 - L -	-15,000	306,650			
1 - Z -	-3,000	-3,000			
0 - L -	-15,000	306,650			
0 - Z -	-16,000	-16,000			

3.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-15,000	306,650			
1 - Z -	2,310	2,312			

3.4 Freatische Lijn

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

3.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
3	Veen, matig voorbel,...	1	1
2	Klei, zwak zandig, m...	1	1
1	Zand, zwak siltig, kl...	1	1

3.6 Grenslagen

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

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

3.7 Grondeigenschappen

Naam	Gamma-onverz			Gamma-verz		
	Uniek [kN/m³]	Laag [kN/m³]	Hoog [kN/m³]	Uniek [kN/m³]	Laag [kN/m³]	Hoog [kN/m³]
Grind, zwal siltig, los	-	17,00	18,00	-	19,00	20,00
Grind, zwak siltig, m...	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00
Grind, zwak siltig, vast	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Grind, sterk siltig, los	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00
Grind, sterk sil. matig	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Grind, sterk siltig, vast	-	20,00	21,00	-	22,00	22,50
Zand, schoon, los	-	17,00	18,00	-	19,00	20,00
Zand, schoon, matig	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00

Naam	Gamma-onverz			Gamma-verz		
	Uniek [kN/m³]	Laag [kN/m³]	Hoog [kN/m³]	Uniek [kN/m³]	Laag [kN/m³]	Hoog [kN/m³]
Zand, schoon, vast	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Zand, zwak siltig, kl...	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00
Zand, sterk sil. kleiig	-	18,00	19,00	-	20,00	21,00
Leem, zwak zandig, ...	-	19,00	20,00	-	19,00	20,00
Leem, zwak zandig, ...	-	20,00	21,00	-	20,00	21,00
Leem, zwak zandig, ...	-	21,00	22,00	-	21,00	22,00
Leem, sterk zandig	-	19,00	20,00	-	19,00	20,00
Klei, schoon, slap	-	14,00	17,00	-	14,00	17,00
Klei, schoon, matig	-	17,00	19,00	-	17,00	19,00
Klei, schoon, vast	-	19,00	20,00	-	19,00	20,00
Klei, zwak zandig, sl...	-	15,00	18,00	-	15,00	18,00
Klei, zwak zandig, m...	-	18,00	20,00	-	18,00	20,00
Klei, zwak zandig, v...	-	20,00	21,00	-	20,00	21,00
Klei, sterk zandig	-	18,00	20,00	-	18,00	20,00
Klei, organisch, slap	-	13,00	15,00	-	13,00	15,00
Klei, organisch, matig	-	15,00	16,00	-	15,00	16,00
Veen, niet voorbel, ...	-	10,00	12,00	-	10,00	12,00
Veen, matig voorbel,...	-	12,00	13,00	-	12,00	13,00

Naam	Cohesie			Phi		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [grd]	Laag [grd]	Hoog [grd]
Grind, zwal siltig, los	-	0,00	0,00	-	32,50	35,00
Grind, zwak siltig, m...	-	0,00	0,00	-	35,00	37,50
Grind, zwak siltig, vast	-	0,00	0,00	-	37,50	40,00
Grind, sterk siltig, los	-	0,00	0,00	-	30,00	32,50
Grind, sterk sil. matig	-	0,00	0,00	-	32,50	35,00
Grind, sterk siltig, vast	-	0,00	0,00	-	35,00	40,00
Zand, schoon, los	-	0,00	0,00	-	30,00	32,50
Zand, schoon, matig	-	0,00	0,00	-	32,50	35,00
Zand, schoon, vast	-	0,00	0,00	-	35,00	40,00
Zand, zwak siltig, kl...	-	0,00	0,00	-	27,00	32,50
Zand, sterk sil. kleiig	-	0,00	0,00	-	25,00	30,00
Leem, zwak zandig, ...	-	0,00	1,00	-	27,50	30,00
Leem, zwak zandig, ...	-	1,00	2,50	-	27,50	32,50
Leem, zwak zandig, ...	-	2,50	3,80	-	27,50	35,00
Leem, sterk zandig	-	0,00	1,00	-	27,50	35,00
Klei, schoon, slap	-	0,00	5,00	-	17,50	17,50
Klei, schoon, matig	-	5,00	13,00	-	17,50	17,50
Klei, schoon, vast	-	13,00	15,00	-	17,50	25,00
Klei, zwak zandig, sl...	-	0,00	5,00	-	22,50	22,50
Klei, zwak zandig, m...	-	5,00	13,00	-	22,50	22,50
Klei, zwak zandig, v...	-	13,00	15,00	-	22,50	27,50
Klei, sterk zandig	-	0,00	1,00	-	27,50	32,50
Klei, organisch, slap	-	0,00	1,00	-	15,00	15,00
Klei, organisch, matig	-	0,00	1,00	-	15,00	15,00
Veen, niet voorbel, ...	-	1,00	2,50	-	15,00	15,00
Veen, matig voorbel,...	-	2,50	5,00	-	15,00	15,00

Naam	Su-top			Su-onder		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Grind, zwal siltig, los	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Grind, zwak siltig, m...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Grind, zwak siltig, vast	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Grind, sterk siltig, los	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Grind, sterk sil. matig	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Grind, sterk siltig, vast	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, schoon, los	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, schoon, matig	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, schoon, vast	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, zwak siltig, kl...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, sterk sil. kleiig	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00

Naam	Su-top			Su-onder		
	Uniek [kN/m ²]	Laag [kN/m ²]	Hoog [kN/m ²]	Uniek [kN/m ²]	Laag [kN/m ²]	Hoog [kN/m ²]
Leem, zwak zandig, ...	-	50,00	100,00	-	50,00	100,00
Leem, zwak zandig, ...	-	100,00	200,00	-	100,00	200,00
Leem, zwak zandig, ...	-	200,00	300,00	-	200,00	300,00
Leem, sterk zandig	-	50,00	100,00	-	50,00	100,00
Klei, schoon, slap	-	25,00	50,00	-	25,00	50,00
Klei, schoon, matig	-	50,00	100,00	-	50,00	100,00
Klei, schoon, vast	-	100,00	200,00	-	100,00	200,00
Klei, zwak zandig, sl...	-	40,00	80,00	-	40,00	80,00
Klei, zwak zandig, m...	-	80,00	120,00	-	80,00	120,00
Klei, zwak zandig, v...	-	120,00	170,00	-	120,00	170,00
Klei, sterk zandig	-	0,00	10,00	-	0,00	10,00
Klei, organisch, slap	-	10,00	25,00	-	10,00	25,00
Klei, organisch, matig	-	25,00	30,00	-	25,00	30,00
Veen, niet voorbel, ...	-	10,00	20,00	-	10,00	20,00
Veen, matig voorbel,...	-	20,00	30,00	-	20,00	30,00

Naam	Emod-top			Emod-onder		
	Uniek [kN/m ²]	Laag [kN/m ²]	Hoog [kN/m ²]	Uniek [kN/m ²]	Laag [kN/m ²]	Hoog [kN/m ²]
Grind, zwal siltig, los	-	-	-	-	-	-
Grind, zwak siltig, m...	-	-	-	-	-	-
Grind, zwak siltig, vast	-	-	-	-	-	-
Grind, sterk siltig, los	-	-	-	-	-	-
Grind, sterk sil. matig	-	-	-	-	-	-
Grind, sterk siltig, vast	-	-	-	-	-	-
Zand, schoon, los	-	-	-	-	-	-
Zand, schoon, matig	-	-	-	-	-	-
Zand, schoon, vast	-	-	-	-	-	-
Zand, zwak siltig, kl...	-	-	-	-	-	-
Zand, sterk sil. kleiig	-	-	-	-	-	-
Leem, zwak zandig, ...	-	-	-	-	-	-
Leem, zwak zandig, ...	-	-	-	-	-	-
Leem, zwak zandig, ...	-	-	-	-	-	-
Leem, sterk zandig	-	-	-	-	-	-
Klei, schoon, slap	-	-	-	-	-	-
Klei, schoon, matig	-	-	-	-	-	-
Klei, schoon, vast	-	-	-	-	-	-
Klei, zwak zandig, sl...	-	-	-	-	-	-
Klei, zwak zandig, m...	-	-	-	-	-	-
Klei, zwak zandig, v...	-	-	-	-	-	-
Klei, sterk zandig	-	-	-	-	-	-
Klei, organisch, slap	-	-	-	-	-	-
Klei, organisch, matig	-	-	-	-	-	-
Veen, niet voorbel, ...	-	-	-	-	-	-
Veen, matig voorbel,...	-	-	-	-	-	-

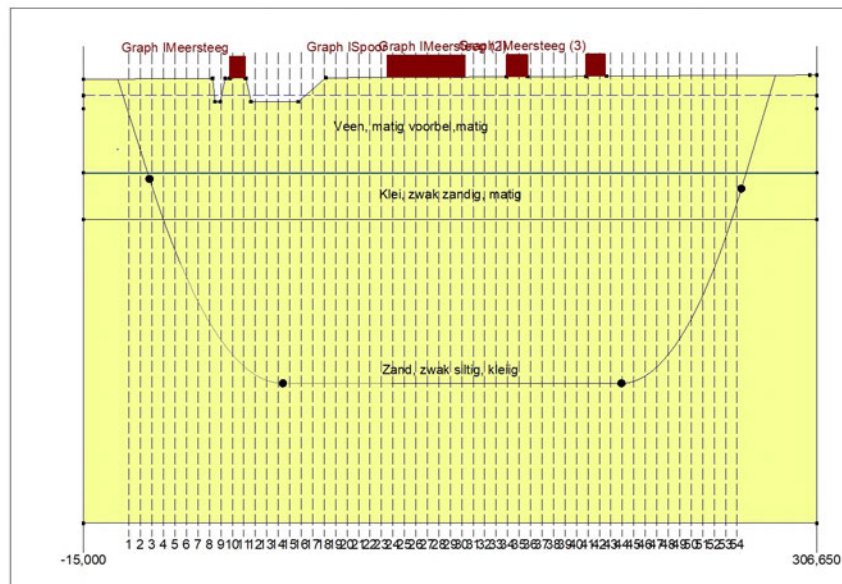
Naam	Grondtype	Emod 100		
		Uniek [kN/m ²]	Laag [kN/m ²]	Hoog [kN/m ²]
Grind, zwal siltig, los	Gravel	-	45000,00	75000,00
Grind, zwak siltig, m...	Gravel	-	75000,00	90000,00
Grind, zwak siltig, vast	Gravel	-	90000,00	105000,00
Grind, sterk siltig, los	Gravel	-	30000,00	45000,00
Grind, sterk sil. matig	Gravel	-	45000,00	75000,00
Grind, sterk siltig, vast	Gravel	-	75000,00	110000,00
Zand, schoon, los	Sand	-	15000,00	45000,00
Zand, schoon, matig	Sand	-	45000,00	75000,00
Zand, schoon, vast	Sand	-	75000,00	110000,00
Zand, zwak siltig, kl...	Sand	-	35000,00	50000,00
Zand, sterk sil. kleiig	Sand	-	15000,00	30000,00
Leem, zwak zandig, ...	Loam	-	2000,00	3000,00
Leem, zwak zandig, ...	Loam	-	3000,00	5000,00
Leem, zwak zandig, ...	Loam	-	5000,00	7000,00

Naam	Grondtype	Emod 100		
		Uniek [kN/m ²]	Laag [kN/m ²]	Hoog [kN/m ²]
Leem, sterk zandig	Loam	-	3000,00	5000,00
Klei, schoon, slap	Clay	-	1000,00	2000,00
Klei, schoon, matig	Clay	-	2000,00	4000,00
Klei, schoon, vast	Clay	-	4000,00	10000,00
Klei, zwak zandig, sl...	Clay	-	1500,00	3000,00
Klei, zwak zandig, m...	Clay	-	3000,00	5000,00
Klei, zwak zandig, v...	Clay	-	5000,00	10000,00
Klei, sterk zandig	Clay	-	2000,00	5000,00
Klei, organisch, slap	Clay	-	500,00	1000,00
Klei, organisch, matig	Clay	-	1000,00	2000,00
Veen, niet voorbel, ...	Peat	-	200,00	500,00
Veen, matig voorbel,...	Peat	-	500,00	1000,00

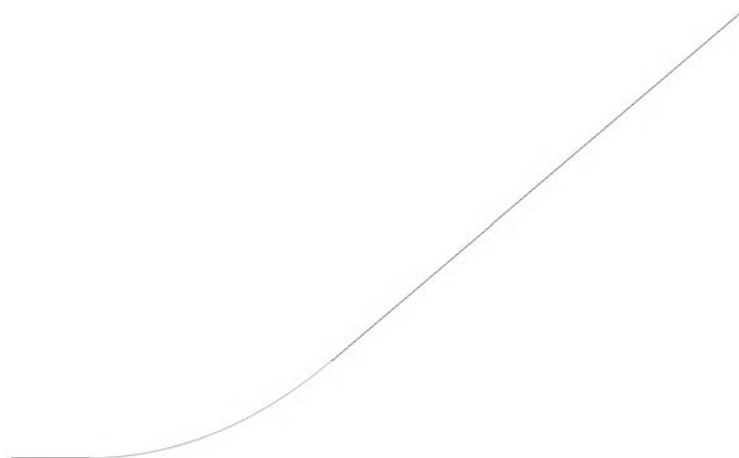
Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [grd]	Nu [-]
Grind, zwak siltig, los	-	-	0,00
Grind, zwak siltig, m...	-	-	0,00
Grind, zwak siltig, vast	-	-	0,00
Grind, sterk siltig, los	-	-	0,00
Grind, sterk sil. matig	-	-	0,00
Grind, sterk siltig, vast	-	-	0,00
Zand, schoon, los	-	-	0,00
Zand, schoon, matig	-	-	0,00
Zand, schoon, vast	-	-	0,00
Zand, zwak siltig, kl...	-	-	0,00
Zand, sterk sil. kleiig	-	-	0,00
Leem, zwak zandig, ...	-	-	0,00
Leem, zwak zandig, ...	-	-	0,00
Leem, zwak zandig, ...	-	-	0,00
Leem, sterk zandig	-	-	0,00
Klei, schoon, slap	-	-	0,00
Klei, schoon, matig	-	-	0,00
Klei, schoon, vast	-	-	0,00
Klei, zwak zandig, sl...	-	-	0,00
Klei, zwak zandig, m...	-	-	0,00
Klei, zwak zandig, v...	-	-	0,00
Klei, sterk zandig	-	-	0,00
Klei, organisch, slap	-	-	0,00
Klei, organisch, matig	-	-	0,00
Veen, niet voorbel, ...	-	-	0,00
Veen, matig voorbel,...	-	-	0,00

3.8 Geometrie

3.8.1 Geometrie Sectie, Detail



3.8.2 Geometrie Bovenanzicht



3.9 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	5,000	1,491
2	10,031	-0,047
3	15,062	-1,582
4	20,093	-3,018
5	25,124	-4,313
6	30,155	-5,471
7	35,186	-6,493
8	40,217	-7,381
9	45,248	-8,138
10	50,279	-8,764
11	55,310	-9,262
12	60,341	-9,631
13	65,372	-9,874
14	70,403	-9,989
15	75,434	-10,000
16	80,465	-10,000
17	85,496	-10,000
18	90,527	-10,000
19	95,558	-10,000
20	100,589	-10,000
21	105,620	-10,000
22	110,651	-10,000
23	115,682	-10,000
24	120,713	-10,000
25	125,744	-10,000
26	130,775	-10,000
27	135,806	-10,000
28	140,837	-10,000
29	145,868	-10,000
30	150,899	-10,000
31	155,930	-10,000
32	160,961	-10,000
33	165,992	-10,000
34	171,023	-10,000
35	176,054	-10,000
36	181,085	-10,000
37	186,116	-10,000
38	191,147	-10,000
39	196,178	-10,000
40	201,209	-10,000
41	206,240	-10,000
42	211,271	-10,000
43	216,302	-10,000
44	221,333	-10,000
45	226,364	-9,915
46	231,395	-9,682
47	236,426	-9,298
48	241,457	-8,764
49	246,488	-8,078
50	251,519	-7,237
51	256,550	-6,240
52	261,581	-5,084
53	266,612	-3,765
54	271,643	-2,280

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

3.10 Verkeersbelasting

Meersteeg		
L begin	49,00	[m]
L einde	56,00	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	
Spoor		
L begin	118,10	[m]
L einde	152,50	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	
Meersteeg (2)		
L begin	170,50	[m]
L einde	179,80	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	
Meersteeg (3)		
L begin	205,31	[m]
L einde	213,90	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	

3.11 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0,000	[m]
Y coördinaat linker punt	0,000	[m]
Z coördinaat linker punt	3,020	[m]
X coördinaat rechter punt	267,861	[m]
Y coördinaat rechter punt	95,244	[m]
Z coördinaat rechter punt	3,184	[m]
Hoek links	17,0000	[grd]
Hoek rechts	18,0000	[grd]
Kromtestraal links	200,000	[m]
Kromtestraal rechts	170,000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	120,000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-10,000	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,0000	[grd]
Aantal horizontale bochten	1	
De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.		

Bocht nr.	X1-coörd. [m]	Y1-coörd. [m]	X2-coörd. [m]	Y2-coörd. [m]	Kromtestraal [m]	Richting
1	28,726	0,000	117,483	20,773	200,000	rechts

3.12 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1		
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]
Volumegegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
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/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 3		
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
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/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

3.13 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollenbaan	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m ³]
Opleghoek	30	[grd]
Belastingshoek	30	[grd]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[grd]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m ²]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]

3.14 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0,158	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,082	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0,460	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,082	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0,460	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,277	[m]
Debiet tijdens pilotboring	500,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	1000,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	1000,0000	[liter/minuut]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	11,5	[kN/m ³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,015	[kN/m ²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m ²]

3.15 Factoren

(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht		
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	8,00	[%]
Toelaat. deflectie polyetheen leiding bij inspectie ('piggability')	5,00	[%]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m³]
Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7,50	[-]

3.16 Rekenopties

Stress analyse optie : Standaard

4 Boorvloeistofdrukken

4.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	29	29	23	341
2	49	49	47	353
3	136	136	71	364
4	99	135	93	375
5	210	290	114	384
6	252	380	133	392
7	287	452	150	398
8	317	499	166	402
9	317	493	181	405
10	363	572	194	407
11	379	597	205	407
12	365	569	215	405
13	373	582	223	402
14	377	587	230	398
15	377	588	236	392
16	378	589	242	387
17	388	607	247	381
18	401	632	253	376
19	403	636	259	370
20	404	636	264	364
21	404	636	270	359
22	404	637	276	353
23	404	637	281	347
24	404	637	287	342
25	404	637	292	336
26	404	637	298	330
27	404	637	304	325
28	404	638	309	319
29	404	638	315	313
30	404	638	321	308
31	405	638	326	302
32	405	638	332	297
33	405	638	338	291
34	405	639	343	285
35	405	639	349	280
36	405	639	355	274
37	405	639	360	268
38	405	639	366	263
39	405	639	371	257
40	405	640	377	251
41	405	640	383	246
42	406	640	388	240
43	406	640	394	234
44	406	640	400	229
45	403	636	404	222
46	396	624	407	214
47	383	605	409	204
48	366	578	408	192
49	344	543	406	178
50	316	499	402	163
51	282	443	396	146
52	242	358	389	127
53	194	252	379	106
54	157	157	368	83

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	29	29	18	23
2	49	49	37	47
3	113	113	56	71
4	99	120	73	93
5	202	202	89	114
6	250	276	103	133
7	286	346	116	150
8	316	408	127	164
9	316	422	136	172
10	362	503	144	178
11	378	537	151	183
12	365	520	156	186
13	373	536	160	188
14	376	543	162	189
15	377	544	163	188
16	377	545	164	187
17	387	561	164	186
18	401	584	165	185
19	403	588	166	185
20	403	588	167	184
21	403	588	168	183
22	403	588	169	182
23	403	588	170	181
24	403	589	170	180
25	404	589	171	179
26	404	589	172	179
27	404	589	173	178
28	404	589	174	177
29	404	589	175	176
30	404	590	176	175
31	404	590	176	174
32	404	590	177	173
33	404	590	178	173
34	404	590	179	172
35	404	590	180	171
36	405	591	181	170
37	405	591	181	169
38	405	591	182	168
39	405	591	183	168
40	405	591	184	167
41	405	591	185	166
42	405	591	186	165
43	405	592	187	164
44	405	592	187	163
45	403	586	187	161
46	395	571	185	158
47	383	545	182	153
48	366	509	177	146
49	343	462	170	137
50	315	403	161	126
51	281	334	146	114
52	240	256	127	100
53	173	173	106	84
54	147	147	83	66

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	29	29	20	18
2	49	49	39	37
3	113	113	59	56
4	99	120	77	73

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
5	202	202	94	89
6	250	276	109	103
7	286	346	123	116
8	316	408	135	127
9	316	422	146	136
10	362	503	155	144
11	378	537	162	151
12	365	520	168	156
13	373	536	173	160
14	376	543	176	162
15	377	544	178	163
16	377	545	180	164
17	387	561	182	164
18	401	584	184	165
19	403	588	185	166
20	403	588	184	167
21	403	588	183	168
22	403	588	182	169
23	403	588	181	170
24	403	589	180	170
25	404	589	179	171
26	404	589	179	172
27	404	589	178	173
28	404	589	177	174
29	404	589	176	175
30	404	590	175	176
31	404	590	174	176
32	404	590	173	177
33	404	590	173	178
34	404	590	172	179
35	404	590	171	180
36	405	591	170	181
37	405	591	169	181
38	405	591	168	182
39	405	591	168	183
40	405	591	167	184
41	405	591	166	183
42	405	591	165	181
43	405	592	164	179
44	405	592	163	177
45	403	586	161	174
46	395	571	158	170
47	383	545	153	163
48	366	509	146	155
49	343	462	137	146
50	315	403	126	134
51	281	334	114	121
52	240	256	100	106
53	173	173	84	88
54	147	147	66	69

4.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

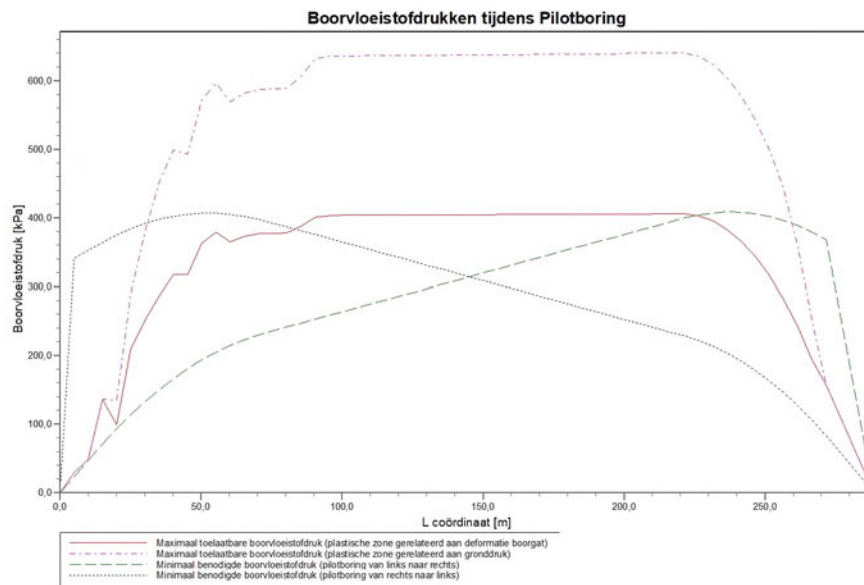
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	18	8	2,15	voldoet
2	35	24	1,50	voldoet
3	53	39	1,36	voldoet
4	69	53	1,30	voldoet
5	84	66	1,27	voldoet
6	98	78	1,26	voldoet
7	110	88	1,24	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
8	120	97	1,24	voldoet
9	129	104	1,23	voldoet
10	136	111	1,23	voldoet
11	142	116	1,22	voldoet
12	146	119	1,22	voldoet
13	149	122	1,22	voldoet
14	150	123	1,22	voldoet
15	150	123	1,22	voldoet
16	150	123	1,22	voldoet
17	150	123	1,22	voldoet
18	150	123	1,22	voldoet
19	150	123	1,22	voldoet
20	150	123	1,22	voldoet
21	150	123	1,22	voldoet
22	150	123	1,22	voldoet
23	150	123	1,22	voldoet
24	151	123	1,22	voldoet
25	151	123	1,22	voldoet
26	151	123	1,22	voldoet
27	151	123	1,22	voldoet
28	151	123	1,22	voldoet
29	151	123	1,22	voldoet
30	151	123	1,22	voldoet
31	151	123	1,22	voldoet
32	151	123	1,22	voldoet
33	151	123	1,23	voldoet
34	151	123	1,23	voldoet
35	151	123	1,23	voldoet
36	151	123	1,23	voldoet
37	151	123	1,23	voldoet
38	151	123	1,23	voldoet
39	151	123	1,23	voldoet
40	151	123	1,23	voldoet
41	151	123	1,23	voldoet
42	151	123	1,23	voldoet
43	151	123	1,23	voldoet
44	151	123	1,23	voldoet
45	150	122	1,23	voldoet
46	148	120	1,23	voldoet
47	143	116	1,23	voldoet
48	137	111	1,24	voldoet
49	129	104	1,24	voldoet
50	120	95	1,25	voldoet
51	108	86	1,27	voldoet
52	95	74	1,28	voldoet
53	80	61	1,31	voldoet
54	63	46	1,37	voldoet

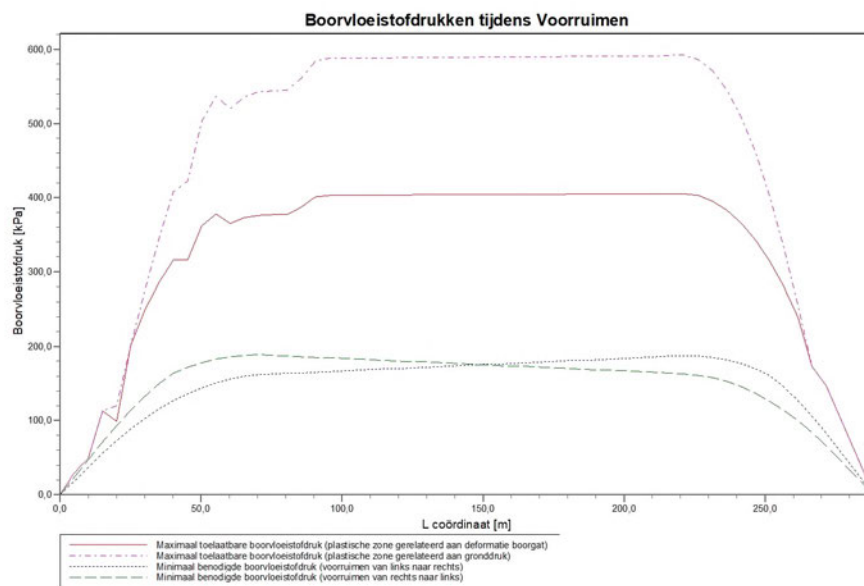
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

4.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

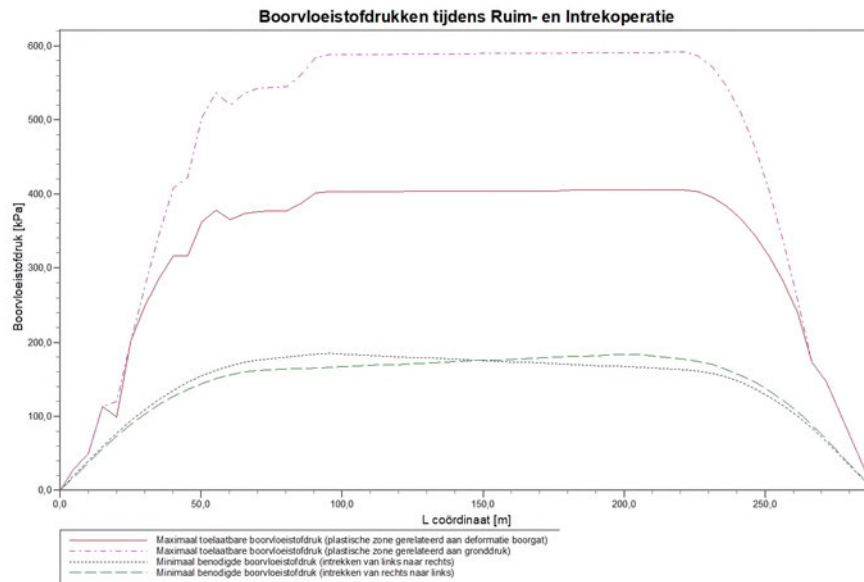
4.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



4.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



4.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



5 Grondmechanische Data

5.1 Grondmechanische Parameters Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

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-boorvloei	stof 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	42	12	9	12	0	149
2	52	16	6	8	0	176
3	169	24	7	10	0	646
4	471	39	8	10	0	1376
5	622	53	7	9	0	1876
6	749	66	6	9	0	2325
7	858	77	6	9	0	2721
8	950	87	6	9	0	3066
9	935	85	6	9	0	3009
10	1089	102	6	9	4	3603
11	1138	108	6	9	4	3797
12	1081	101	6	9	0	3574
13	1105	104	6	9	0	3668
14	1116	105	6	9	0	3712
15	1117	105	6	9	0	3716
16	1120	106	6	9	0	3728
17	1156	110	6	9	0	3868
18	1204	115	6	9	0	4063
19	1211	116	6	9	0	4093
20	1212	116	6	9	0	4094
21	1212	116	6	9	0	4095
22	1212	116	6	9	0	4096
23	1213	116	6	9	0	4098
24	1213	116	6	9	4	4099
25	1213	116	6	9	4	4100
26	1214	116	6	9	4	4102
27	1214	116	6	9	4	4103
28	1214	117	6	9	4	4104
29	1215	117	6	9	4	4105
30	1215	117	6	9	4	4107
31	1215	117	6	9	0	4108
32	1216	117	6	9	0	4109
33	1216	117	6	9	0	4111
34	1216	117	6	9	4	4112
35	1217	117	6	9	4	4113
36	1217	117	6	9	0	4115
37	1217	117	6	9	0	4116
38	1218	117	6	9	0	4117
39	1218	117	6	9	0	4119
40	1218	117	6	9	0	4120
41	1219	117	6	9	4	4121
42	1219	117	6	9	4	4122

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	1219	117	6	9	0	4124
44	1219	117	6	9	0	4125
45	1212	116	6	9	0	4093
46	1190	114	6	9	0	4004
47	1153	109	6	9	0	3857
48	1101	104	6	9	0	3652
49	1033	96	6	9	0	3388
50	949	87	6	9	0	3065
51	847	76	6	9	0	2680
52	724	63	6	9	0	2235
53	578	49	7	9	0	1727
54	204	33	9	13	0	754

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	42	503	398	352	0,05	7,5
2	52	650	560	455	0,05	7,5
3	169	5615	2893	3930	0,05	7,5
4	471	126770	6384	88739	0,05	7,5
5	622	147715	132495	103400	0,05	7,5
6	749	164563	150739	115194	0,05	7,5
7	858	178354	165469	124848	0,05	7,5
8	950	189682	177464	132777	0,05	7,5
9	935	187850	175529	131495	0,05	7,5
10	1089	206318	194948	144423	0,05	7,5
11	1138	212054	200946	148438	0,05	7,5
12	1081	205438	194027	143807	0,05	7,5
13	1105	208238	196957	145767	0,05	7,5
14	1116	209562	198342	146693	0,05	7,5
15	1117	209685	198470	146779	0,05	7,5
16	1120	210016	198816	147011	0,05	7,5
17	1156	214138	203121	149896	0,05	7,5
18	1204	219726	208947	153808	0,05	7,5
19	1211	220579	209835	154406	0,05	7,5
20	1212	220616	209873	154431	0,05	7,5
21	1212	220653	209912	154457	0,05	7,5
22	1212	220690	209950	154483	0,05	7,5
23	1213	220726	209988	154508	0,05	7,5
24	1213	220763	210026	154534	0,05	7,5
25	1213	220800	210065	154560	0,05	7,5
26	1214	220836	210103	154586	0,05	7,5
27	1214	220873	210141	154611	0,05	7,5
28	1214	220910	210179	154637	0,05	7,5
29	1215	220947	210218	154663	0,05	7,5
30	1215	220983	210256	154688	0,05	7,5
31	1215	221020	210294	154714	0,05	7,5
32	1216	221057	210332	154740	0,05	7,5
33	1216	221093	210370	154765	0,05	7,5
34	1216	221131	210409	154791	0,05	7,5
35	1217	221172	210452	154820	0,05	7,5
36	1217	221212	210494	154848	0,05	7,5
37	1217	221247	210530	154873	0,05	7,5
38	1218	221283	210567	154898	0,05	7,5
39	1218	221318	210604	154923	0,05	7,5
40	1218	221353	210641	154947	0,05	7,5
41	1219	221389	210678	154972	0,05	7,5
42	1219	221425	210716	154998	0,05	7,5
43	1219	221462	210754	155023	0,05	7,5
44	1219	221495	210788	155046	0,05	7,5
45	1212	220606	209864	154425	0,05	7,5
46	1190	218069	207220	152648	0,05	7,5
47	1153	213828	202797	149679	0,05	7,5
48	1101	207787	196485	145451	0,05	7,5
49	1033	199799	188114	139859	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]
50	949	189642	177422	132749	0,05	7,5
51	847	176983	164011	123888	0,05	7,5
52	724	161304	147234	112913	0,05	7,5
53	578	141739	108529	99218	0,05	7,5
54	204	27692	5495	19384	0,05	7,5

Maximale grondspanning	: q _v ;n;max = 117 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	: q _{verkeer} ;max = 13 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	: q _v ;r;n;max = 13 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	
alleen voor verticalen in diepe situatie	: k _v ;max = 221495 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)	
alleen voor verticalen in diepe situatie	: k _v ;max = 442990 kN/m ³

5.2 Grondmechanische Parameters Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

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	42	12	9	12	0	149
2	52	16	6	8	0	176
3	169	24	7	10	0	646
4	471	39	8	10	0	1376
5	622	53	7	9	0	1876
6	749	66	6	9	0	2325
7	858	77	6	9	0	2721
8	950	87	6	9	0	3066
9	935	85	6	9	0	3009
10	1089	102	6	9	4	3603
11	1138	108	6	9	4	3797
12	1081	101	6	9	0	3574
13	1105	104	6	9	0	3668
14	1116	105	6	9	0	3712
15	1117	105	6	9	0	3716
16	1120	106	6	9	0	3728
17	1156	110	6	9	0	3868
18	1204	115	6	9	0	4063
19	1211	116	6	9	0	4093
20	1212	116	6	9	0	4094
21	1212	116	6	9	0	4095
22	1212	116	6	9	0	4096
23	1213	116	6	9	0	4098
24	1213	116	6	9	4	4099
25	1213	116	6	9	4	4100
26	1214	116	6	9	4	4102
27	1214	116	6	9	4	4103
28	1214	117	6	9	4	4104
29	1215	117	6	9	4	4105

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]
30	1215	117	6	9	4	4107
31	1215	117	6	9	0	4108
32	1216	117	6	9	0	4109
33	1216	117	6	9	0	4111
34	1216	117	6	9	4	4112
35	1217	117	6	9	4	4113
36	1217	117	6	9	0	4115
37	1217	117	6	9	0	4116
38	1218	117	6	9	0	4117
39	1218	117	6	9	0	4119
40	1218	117	6	9	0	4120
41	1219	117	6	9	4	4121
42	1219	117	6	9	4	4122
43	1219	117	6	9	0	4124
44	1219	117	6	9	0	4125
45	1212	116	6	9	0	4093
46	1190	114	6	9	0	4004
47	1153	109	6	9	0	3857
48	1101	104	6	9	0	3652
49	1033	96	6	9	0	3388
50	949	87	6	9	0	3065
51	847	76	6	9	0	2680
52	724	63	6	9	0	2235
53	578	49	7	9	0	1727
54	204	33	9	13	0	754

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	42	503	398	352	0,05	7,5
2	52	650	560	455	0,05	7,5
3	169	5615	2893	3930	0,05	7,5
4	471	126770	6384	88739	0,05	7,5
5	622	147715	132495	103400	0,05	7,5
6	749	164563	150739	115194	0,05	7,5
7	858	178354	165469	124848	0,05	7,5
8	950	189682	177464	132777	0,05	7,5
9	935	187850	175529	131495	0,05	7,5
10	1089	206318	194948	144423	0,05	7,5
11	1138	212054	200946	148438	0,05	7,5
12	1081	205438	194027	143807	0,05	7,5
13	1105	208238	196957	145767	0,05	7,5
14	1116	209562	198342	146693	0,05	7,5
15	1117	209685	198470	146779	0,05	7,5
16	1120	210016	198816	147011	0,05	7,5
17	1156	214138	203121	149896	0,05	7,5
18	1204	219726	208947	153808	0,05	7,5
19	1211	220579	209835	154406	0,05	7,5
20	1212	220616	209873	154431	0,05	7,5
21	1212	220653	209912	154457	0,05	7,5
22	1212	220690	209950	154483	0,05	7,5
23	1213	220726	209988	154508	0,05	7,5
24	1213	220763	210026	154534	0,05	7,5
25	1213	220800	210065	154560	0,05	7,5
26	1214	220836	210103	154586	0,05	7,5
27	1214	220873	210141	154611	0,05	7,5
28	1214	220910	210179	154637	0,05	7,5
29	1215	220947	210218	154663	0,05	7,5
30	1215	220983	210256	154688	0,05	7,5
31	1215	221020	210294	154714	0,05	7,5
32	1216	221057	210332	154740	0,05	7,5
33	1216	221093	210370	154765	0,05	7,5
34	1216	221131	210409	154791	0,05	7,5
35	1217	221172	210452	154820	0,05	7,5
36	1217	221212	210494	154848	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]
37	1217	221247	210530	154873	0,05	7,5
38	1218	221283	210567	154898	0,05	7,5
39	1218	221318	210604	154923	0,05	7,5
40	1218	221353	210641	154947	0,05	7,5
41	1219	221389	210678	154972	0,05	7,5
42	1219	221425	210716	154998	0,05	7,5
43	1219	221462	210754	155023	0,05	7,5
44	1219	221495	210788	155046	0,05	7,5
45	1212	220606	209864	154425	0,05	7,5
46	1190	218069	207220	152648	0,05	7,5
47	1153	213828	202797	149679	0,05	7,5
48	1101	207787	196485	145451	0,05	7,5
49	1033	199799	188114	139859	0,05	7,5
50	949	189642	177422	132749	0,05	7,5
51	847	176983	164011	123888	0,05	7,5
52	724	161304	147234	112913	0,05	7,5
53	578	141739	108529	99218	0,05	7,5
54	204	27692	5495	19384	0,05	7,5

Maximale grondspanning : q_v;n;max = 117 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_verkeer;max = 13 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondspanning : q_v;r;n;max = 13 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 221495 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)
 alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 442990 kN/m³

5.3 Grondmechanische Parameters Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

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	42	12	9	12	0	149
2	52	16	6	8	0	176
3	169	24	7	10	0	646
4	471	39	8	10	0	1376
5	622	53	7	9	0	1876
6	749	66	6	9	0	2325
7	858	77	6	9	0	2721
8	950	87	6	9	0	3066
9	935	85	6	9	0	3009
10	1089	102	6	9	4	3603
11	1138	108	6	9	4	3797
12	1081	101	6	9	0	3574
13	1105	104	6	9	0	3668
14	1116	105	6	9	0	3712
15	1117	105	6	9	0	3716
16	1120	106	6	9	0	3728

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]
17	1156	110	6	9	0	3868
18	1204	115	6	9	0	4063
19	1211	116	6	9	0	4093
20	1212	116	6	9	0	4094
21	1212	116	6	9	0	4095
22	1212	116	6	9	0	4096
23	1213	116	6	9	0	4098
24	1213	116	6	9	4	4099
25	1213	116	6	9	4	4100
26	1214	116	6	9	4	4102
27	1214	116	6	9	4	4103
28	1214	117	6	9	4	4104
29	1215	117	6	9	4	4105
30	1215	117	6	9	4	4107
31	1215	117	6	9	0	4108
32	1216	117	6	9	0	4109
33	1216	117	6	9	0	4111
34	1216	117	6	9	4	4112
35	1217	117	6	9	4	4113
36	1217	117	6	9	0	4115
37	1217	117	6	9	0	4116
38	1218	117	6	9	0	4117
39	1218	117	6	9	0	4119
40	1218	117	6	9	0	4120
41	1219	117	6	9	4	4121
42	1219	117	6	9	4	4122
43	1219	117	6	9	0	4124
44	1219	117	6	9	0	4125
45	1212	116	6	9	0	4093
46	1190	114	6	9	0	4004
47	1153	109	6	9	0	3857
48	1101	104	6	9	0	3652
49	1033	96	6	9	0	3388
50	949	87	6	9	0	3065
51	847	76	6	9	0	2680
52	724	63	6	9	0	2235
53	578	49	7	9	0	1727
54	204	33	9	13	0	754

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	42	503	398	352	0,05	7,5
2	52	650	560	455	0,05	7,5
3	169	5615	2893	3930	0,05	7,5
4	471	126770	6384	88739	0,05	7,5
5	622	147715	132495	103400	0,05	7,5
6	749	164563	150739	115194	0,05	7,5
7	858	178354	165469	124848	0,05	7,5
8	950	189682	177464	132777	0,05	7,5
9	935	187850	175529	131495	0,05	7,5
10	1089	206318	194948	144423	0,05	7,5
11	1138	212054	200946	148438	0,05	7,5
12	1081	205438	194027	143807	0,05	7,5
13	1105	208238	196957	145767	0,05	7,5
14	1116	209562	198342	146693	0,05	7,5
15	1117	209685	198470	146779	0,05	7,5
16	1120	210016	198816	147011	0,05	7,5
17	1156	214138	203121	149896	0,05	7,5
18	1204	219726	208947	153808	0,05	7,5
19	1211	220579	209835	154406	0,05	7,5
20	1212	220616	209873	154431	0,05	7,5
21	1212	220653	209912	154457	0,05	7,5
22	1212	220690	209950	154483	0,05	7,5
23	1213	220726	209988	154508	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]
24	1213	220763	210026	154534	0,05	7,5
25	1213	220800	210065	154560	0,05	7,5
26	1214	220836	210103	154586	0,05	7,5
27	1214	220873	210141	154611	0,05	7,5
28	1214	220910	210179	154637	0,05	7,5
29	1215	220947	210218	154663	0,05	7,5
30	1215	220983	210256	154688	0,05	7,5
31	1215	221020	210294	154714	0,05	7,5
32	1216	221057	210332	154740	0,05	7,5
33	1216	221093	210370	154765	0,05	7,5
34	1216	221131	210409	154791	0,05	7,5
35	1217	221172	210452	154820	0,05	7,5
36	1217	221212	210494	154848	0,05	7,5
37	1217	221247	210530	154873	0,05	7,5
38	1218	221283	210567	154898	0,05	7,5
39	1218	221318	210604	154923	0,05	7,5
40	1218	221353	210641	154947	0,05	7,5
41	1219	221389	210678	154972	0,05	7,5
42	1219	221425	210716	154998	0,05	7,5
43	1219	221462	210754	155023	0,05	7,5
44	1219	221495	210788	155046	0,05	7,5
45	1212	220606	209864	154425	0,05	7,5
46	1190	218069	207220	152648	0,05	7,5
47	1153	213828	202797	149679	0,05	7,5
48	1101	207787	196485	145451	0,05	7,5
49	1033	199799	188114	139859	0,05	7,5
50	949	189642	177422	132749	0,05	7,5
51	847	176983	164011	123888	0,05	7,5
52	724	161304	147234	112913	0,05	7,5
53	578	141739	108529	99218	0,05	7,5
54	204	27692	5495	19384	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q_v;n;max = 117 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q_verkeer;max = 13 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q_v;r;n;max = 13 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k_v;max = 221495 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k_v;max = 442990 kN/m ³

5.4 Young's Modulus per Laag per Verticaal

Laag nummer	Materiaalnaam	Bepalingtype
3	Veen, matig voorbel,m...	Berekend met E100
2	Klei, zwak zandig, matig	Berekend met E100
1	Zand, zwak siltig, kleilig	Berekend met E100

Laag nummer	Verticaal 1 (L=5 m)		Verticaal 2 (L=10,031 m)		Verticaal 3 (L=15,062 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,267	0,000	0,267	0,000	0,268
2	1,335	2,363	1,337	2,365	1,339	2,367
1	31,302	67,489	31,317	67,496	31,332	67,503

Laag nummer	Verticaal 4 (L=20,093 m)		Verticaal 5 (L=25,124 m)		Verticaal 6 (L=30,155 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,268	0,000	0,269	0,000	0,269
2	1,341	2,369	1,343	2,371	1,346	2,373
1	31,347	67,510	31,363	67,517	31,378	67,524

Laag nummer	Verticaal 7 (L=35,186 m)		Verticaal 8 (L=40,217 m)		Verticaal 9 (L=45,248 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,270	0,000	0,270	0,000	0,152
2	1,348	2,374	1,350	2,376	0,761	1,884
1	31,393	67,531	31,408	67,538	27,163	65,672

Laag nummer	Verticaal 10 (L=50,279 m)		Verticaal 11 (L=55,31 m)		Verticaal 12 (L=60,341 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,271	0,000	0,271	0,000	0,148
2	1,354	2,380	1,356	2,381	0,738	1,865
1	31,436	67,552	31,451	67,558	26,998	65,604

Laag nummer	Verticaal 13 (L=65,372 m)		Verticaal 14 (L=70,403 m)		Verticaal 15 (L=75,434 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,148	0,000	0,148	0,000	0,148
2	0,738	1,865	0,738	1,865	0,738	1,865
1	26,998	65,604	26,998	65,604	26,998	65,604

Laag nummer	Verticaal 16 (L=80,465 m)		Verticaal 17 (L=85,496 m)		Verticaal 18 (L=90,527 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,152	0,000	0,201	0,000	0,265
2	0,759	1,882	1,006	2,083	1,325	2,354
1	27,145	65,665	28,930	66,423	31,228	67,455

Laag nummer	Verticaal 19 (L=95,558 m)		Verticaal 20 (L=100,589 m)		Verticaal 21 (L=105,62 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,274	0,000	0,275	0,000	0,275
2	1,372	2,396	1,374	2,397	1,376	2,399
1	31,568	67,613	31,582	67,620	31,597	67,627

Laag nummer	Verticaal 22 (L=110,651 m)		Verticaal 23 (L=115,682 m)		Verticaal 24 (L=120,713 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,276	0,000	0,276	0,000	0,276
2	1,378	2,401	1,380	2,403	1,382	2,404
1	31,611	67,633	31,626	67,640	31,641	67,647

Laag nummer	Verticaal 25 (L=125,744 m)		Verticaal 26 (L=130,775 m)		Verticaal 27 (L=135,806 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,277	0,000	0,277	0,000	0,278
2	1,384	2,406	1,386	2,408	1,388	2,410
1	31,655	67,654	31,670	67,661	31,684	67,667

Laag nummer	Verticaal 28 (L=140,837 m)		Verticaal 29 (L=145,868 m)		Verticaal 30 (L=150,899 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,278	0,000	0,278	0,000	0,279
2	1,390	2,411	1,392	2,413	1,394	2,415
1	31,699	67,674	31,713	67,681	31,728	67,688

Laag nummer	Verticaal 31 (L=155,93 m)		Verticaal 32 (L=160,961 m)		Verticaal 33 (L=165,992 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,279	0,000	0,280	0,000	0,280
2	1,396	2,417	1,398	2,419	1,400	2,420
1	31,742	67,695	31,757	67,702	31,771	67,708

Laag nummer	Verticaal 34 (L=171,023 m)		Verticaal 35 (L=176,054 m)		Verticaal 36 (L=181,085 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,281	0,000	0,281	0,000	0,281
2	1,403	2,422	1,405	2,424	1,407	2,426
1	31,786	67,715	31,802	67,723	31,818	67,730

Laag nummer	Verticaal 37 (L=186,116 m)		Verticaal 38 (L=191,147 m)		Verticaal 39 (L=196,178 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,282	0,000	0,282	0,000	0,283
2	1,409	2,428	1,411	2,429	1,413	2,431
1	31,832	67,737	31,846	67,743	31,860	67,750

Laag nummer	Verticaal 40 (L=201,209 m)		Verticaal 41 (L=206,24 m)		Verticaal 42 (L=211,271 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,283	0,000	0,283	0,000	0,284
2	1,415	2,433	1,417	2,435	1,419	2,436
1	31,874	67,757	31,888	67,763	31,902	67,770

Laag nummer	Verticaal 43 (L=216,302 m)		Verticaal 44 (L=221,333 m)		Verticaal 45 (L=226,364 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,284	0,000	0,285	0,000	0,285
2	1,421	2,438	1,423	2,440	1,425	2,442
1	31,917	67,777	31,931	67,783	31,946	67,790

Laag nummer	Verticaal 46 (L=231,395 m)		Verticaal 47 (L=236,426 m)		Verticaal 48 (L=241,457 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,285	0,000	0,286	0,000	0,286
2	1,427	2,443	1,429	2,445	1,431	2,447
1	31,960	67,797	31,975	67,804	31,989	67,811

Laag nummer	Verticaal 49 (L=246,488 m)		Verticaal 50 (L=251,519 m)		Verticaal 51 (L=256,55 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,287	0,000	0,287	0,000	0,287
2	1,433	2,449	1,435	2,450	1,437	2,452
1	32,004	67,818	32,018	67,824	32,033	67,831

Laag nummer	Verticaal 52 (L=261,581 m)		Verticaal 53 (L=266,612 m)		Verticaal 54 (L=271,643 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,000	0,288	0,000	0,288	0,000	0,289
2	1,439	2,454	1,441	2,456	1,443	2,458
1	32,047	67,838	32,061	67,845	32,076	67,852

6 Gegevens voor Sterkteberekening

6.1 Algemene Gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes = 3 [-]
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 160,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,50 mm
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Equivalent diameter leiding	:	Do = 345,23 mm
Equivalent nominale wanddikte	:	t = 19,43 mm
Equivalent volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 131299 kN/m ³
Volumegegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,50 kN/m ³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 120,000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20

6.2 Ballasten Leiding

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

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

Opwaartse kracht	:	71	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	19	[kg/m]
Resultaat	:	51	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

6.3 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 trekkracht in de leiding. De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.

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

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	6
T2	16	8
T3	69	16
T4	218	39
T5	277	52

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T6	292	54

De berekende waarden van de trekkracht zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaal factor 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.

7 Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

7.1 Materiaalgegevens van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buitendiameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Tensile factor	: $\alpha_{\sigma} = 0,65$
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ graden Celsius
Lengte leiding	: $L = 292$ 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)	: $S = 1,00$
Volumegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n;\max} = 13$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v;\max} = 221495$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{\min} = 141,421$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{\text{install}} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neutr. grondspan. $q_{n;r}$: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;\text{comb}} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{\text{temp}} = 1,10$
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 t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001600$ mm/mmK

7.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{rol}} \cdot W_b) = 0,91 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_t = f \cdot f_{\text{install}} \cdot T1/A = f \cdot f_{\text{install}} \cdot (Lrol \cdot Q \cdot f1)/A$	=	0,39	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	0,98	N/mm ²

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot Ib / (R_{\text{min}} \cdot Wb)$	=	0,77	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{\text{install}} \cdot T_{\text{max}}/A$	=	3,79	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	4,29	N/mm ²

Tangentele spanning:

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

$$qr = kv \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (Do \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot kv \cdot Do / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	5,7E-3	1/mm
qr	=	0,0087	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,51	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t;\text{max}}$	=	0,33	N/mm ²

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot pd \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot Ib / (R_{\text{min}} \cdot Wb)$	=	0,28	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	0,18	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,31	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,64	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t;\text{max}}$	=	1,26	N/mm ²

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot Ib / (R_{\text{min}} \cdot Wb)$	=	0,28	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk:

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,18	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,31	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,64	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + \alpha \cdot \sigma_{qn} \cdot ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	1,26	N/mm ²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

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)	0,98	4,29	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,18	0,18
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,33	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,26	1,26

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,3 mm (0,84% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

7.4 Toetsing op Implosie van Ø160 PE100 SDR11 (1): leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 184 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 123 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m^2 .

8 Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

8.1 Materiaalgegevens van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

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 = 292 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
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 13 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 221495 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 141,421 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

8.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T1/A = f_{\text{install}} \cdot (L_{\text{rol}} \cdot Q \cdot f1)/A = 0,39 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a;\text{max}} = 0,98 \text{ N/mm}^2$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T_{\text{max}}/A = 3,79 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a;\text{max}} = 4,29 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

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

$$q_r = k_v \cdot y = (0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 5,7E-3 \text{ 1/mm}$$

$$q_r = 0,0087 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t;\text{max}} = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoeestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a;\text{max}} = 0,18 \text{ N/mm}^2$$

Tangentele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 1,64 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \sigma_{t;\text{max}} = 1,26 \text{ N/mm}^2$$

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoeestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b) = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk:

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,18	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,31	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,64	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + \alpha \cdot \sigma_{qn} \cdot ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	1,26	N/mm ²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

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)	0,98	4,29	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,18	0,18
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,33	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,26	1,26

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,3 mm (0,84% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

8.4 Toetsing op Implosie van Ø160 PE100 SDR11 (2): leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 184 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 123 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m^2 .

9 Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

9.1 Materiaalgegevens van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	: Polyetheen PE100
Buitendiameter	: $D_o = 160,00$ mm
Nominale wanddikte	: $t = 14,50$ mm
Tensile factor	: $\alpha_{\sigma} = 0,65$
Ontwerpdruk	: $p_d = 0,00$ bar
Test druk	: $p_t = 0,00$ bar
Temperatuur variatie	: $\Delta t = 0,00$ graden Celsius
Lengte leiding	: $L = 292$ 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)	: $S = 1,00$
Volumegewicht leidingmateriaal	: $\gamma_s = 9,54$ kN/m ³
Opleghoek	: $\beta = 30$ graden
Belastingshoek	: $\alpha = 30$ graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	: $k_t' = 0,078$
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	: $k_b' = 0,179$
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	: $k_t = 0,257$
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	: $k_b = 0,257$
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	: $k_y' = 0,071$
Deflectiecoëfficiënt (direct)	: $k_y = 0,143$
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_{v;r;n;\max} = 13$ kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	: $q_v = 0$ kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	: $k_{v;\max} = 221495$ kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	: $R_{\min} = 141,421$ m
Belastingsfactor aanlegbelasting	: $f_{\text{install}} = 1,00$
Belastingsfactor gereduc. neutr. grondspan. $q_{n;r}$: $f_{Qnr} = 1,50$
Belastingsfactor ontwerpdruk	: $f_{pd} = 1,00$
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	: $f_{pd;\text{comb}} = 1,00$
Belastingsfactor testdruk	: $f_{pt} = 1,00$
Belastingsfactor temperatuur	: $f_{\text{temp}} = 1,10$
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 t_1 en t_2	: $\alpha_g = 0,0001600$ mm/mmK

9.2 Resultaten Sterkteberekening van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 14,5 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{rol}} \cdot W_b) = 0,91 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T1/A = f_{\text{install}} \cdot (L_{\text{rol}} \cdot Q \cdot f1)/A$	=	0,39	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	0,98	N/mm ²

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b)$	=	0,77	N/mm ²
$\sigma_t = f_{\text{install}} \cdot T_{\text{max}}/A$	=	3,79	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	4,29	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):

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

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	5,7E-3	1/mm
q_r	=	0,0087	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,51	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t;\text{max}}$	=	0,33	N/mm ²

9.2.3 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	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

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoeestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b)$	=	0,28	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a;\text{max}}$	=	0,18	N/mm ²

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,31	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	1,64	N/mm ²
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t;\text{max}}$	=	1,26	N/mm ²

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoeestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{\text{min}} \cdot W_b)$	=	0,28	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk:

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot pd \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,18	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,31	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,64	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + \alpha \cdot \sigma_{qn} \cdot ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	1,26	N/mm ²

9.3 Controle van de Berekende Spanningen van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

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)	0,98	4,29	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,18	0,18
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,33	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,26	1,26

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,3 mm (0,84% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 12,8 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,0 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

9.4 Toetsing op Implosie van Ø160 PE100 SDR11 (3): leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 184 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1532 kN/m^2 .

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 123 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 275 kN/m^2 .

Einde Rapport

Boorplan



3. Werkomschrijving

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

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

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

Met het intrekken van de buis is de horizontaal gestuurde boring voltooid.

3.1 Omschrijving puntsgewijs

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

3.1.1 Locatie, omvang en indeling werkterrein

- ✓ Voor en/of na ontvangst opdracht wordt door de aannemer, eventueel gezamenlijk met de opdrachtgever of andere belanghebbenden, een bezoek gebracht aan de locatie.
- ✓ Tijdens het bezoek legt de aannemer de situatie schriftelijk en/of fotografisch vast.
- ✓ De omvang van het werkterrein hangt nauw samen met de grootte van de uit te voeren boring. Voor dit project zal gebruik worden gemaakt van een maxi-rig opstelling, welke om een benodigde ruimte van 500m² vraagt.
- ✓ De indeling van het werkterrein zal indien nodig worden aangepast aan de plaatselijke omstandigheden.

3.1.2 Grondonderzoek

Middels een grondonderzoek is op locatie inzicht verkregen in de bodemopbouw.

Aan de hand van de grondgegevens wordt de toe te passen boorspoeldruk en de bepaling van de plastische zone bepaald.

De parameters die benodigd zijn voor de analyse zijn gebaseerd op: het reeds uitgevoerde grondonderzoek, zie bijlage.



3.1.3 Stappenplan uitvoering

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

3.2 Tijdschema

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

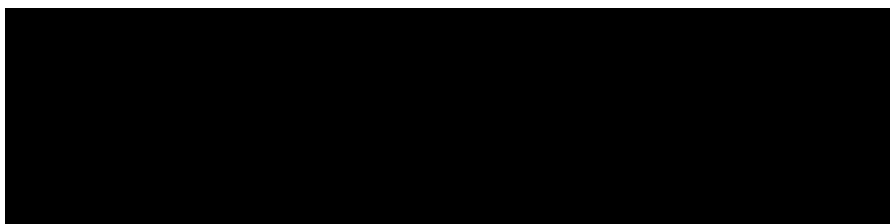
Aanvoer en opstellen:	$\frac{1}{3}$ dag
Pilot boring:	$\frac{2}{3}$ dag
Intrekken pijpstreng:	$\frac{2}{3}$ dag
Afvoer en opruimen:	$\frac{1}{3}$ dag

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

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

3.3 Personeelsbezetting

Projectleider:
Werkvoorbereider:
KAM-coördinator
Engineer:





3.4 In te zetten boormaterieel

Boormachine:	28 tonner
Rig klasse:	Maxi-Rig
Merk:	GrundoDrill28Nplus
Motor:	Cummins motor 224 kW t4i
Gewicht:	19.000 kg
Max. draaimoment:	11.000 Nm
Max. opneembare trekkracht:	28 ton
Max. drukkracht:	28 ton
Max. intrede hoek:	11-25 graden



Boorstangen:	
Stanglengte:	3 m (10" IF)
Diameter stang:	Ø 82 mm (5,118")
Materiaal stang:	staal (S-135)
Min. benodigde radius bij bocht:	75 m

Assortiment ruimers:

-  Fly cutter
-  Barrel reamer

Swivel capaciteit: 16 / 32 ton

-  Universele trek kop tot Ø 315 mm (alle klassen)

3.5 Kwaliteit en keuring van bouwmaterialen

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

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

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

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

3.6 Boortechnische wijze van uitvoering

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

3.7 Afwijken in te zetten materieel

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

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

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



3.8 Boorvloeistof

Voor dit project wordt gebruik gemaakt van een boorvloeistof welke bestaat uit een mengsel van schoon water en bentoniet. De mix hoeveelheid kan van 30 kg/m³ tot 80 kg/m³ variëren. De mengverhouding wordt aangepast aan de lokaal geconstateerde grondslag.

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

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

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

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

Tabel 1 Mengselverhouding boorvloeistof

De boorvloeistof dient over de navolgende functie te beschikken:

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

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

3.8.1 Boorvloeistof lekkage

In de sterkteberekeningen wordt geen rekening gehouden met het variëren van boorspoeldrukken over de boorlijn heen, waardoor theoretisch een blow-out zou kunnen voorkomen. In de praktijk wordt hier wel degelijk rekening mee gehouden, zeker daar waar de gronddekking minimaal is. Bijvoorbeeld ter plaatse van het in- en uittredepunt en ter plaatse van watergangen waar de gronddekking geringer is. (Bij slappe grondlagen leert de praktijk dat bij het inbrengen van de eerste boorstangen bij het intrede en het uit boren van de laatste stangen bij het uittredepunt vrijwel geen boorspoeldruk wordt toegepast). De boormeester houdt tijdens de uitvoering van de werkzaamheden rekening met de omstandigheden ter plaatse om zodoende een blow-out/boorvloeistof lekkage te voorkomen.

Ondanks bovengenoemde maatregelen is het niet altijd te voorkomen dat tijdens de werkzaamheden met de boorvloeistof bentoniet, er een lekkage van de vloeistof plaats vind. Dit kan bijvoorbeeld in het oppervlaktewater terechtkomen. Mocht dit plaats vinden is hiervoor de volgende procedure;

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

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

3.9 Kwaliteitsregistratie

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

Trekkracht aan de boorinstallatie:	Ton
Druk boorvloeistof aan de pomp:	Bar
Debiet boorvloeistof:	ltr/min

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

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



3.10 Afwijkingen van boortracé

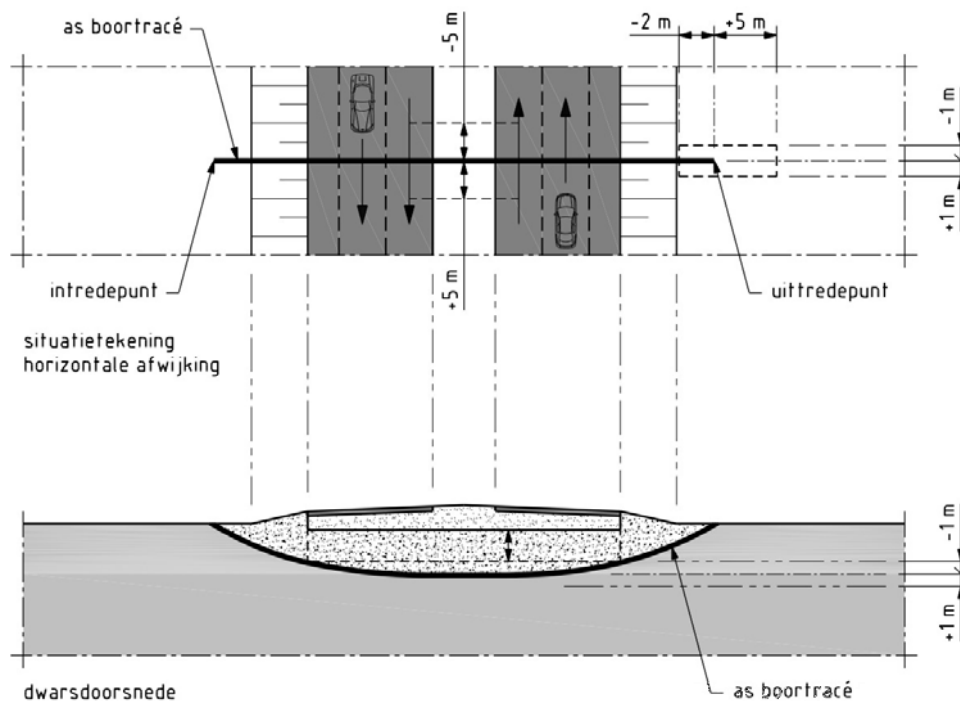
Tijdens de boorwerkzaamheden kunnen er in het horizontale en verticale vlak afwijkingen optreden ten opzichte van de ontworpen boorlijn door bijvoorbeeld slappe grondlagen, onvoorziene grondlagen, ondergrondse obstakels, verkeerde ligging/ onbekende bestaande ondergrondse infrastructuur, etc. De waarden van de maximale toelaatbare afwijkingen zijn in onderstaande gegevens gespecificeerd.

Wij streven er naar om niet af te wijken van de waarden uit tabel 2, welke voldoet aan de Richtlijn Boortechnieken versie juni 2019 v1.0 en aan de NEN3650-1 versie 2020.

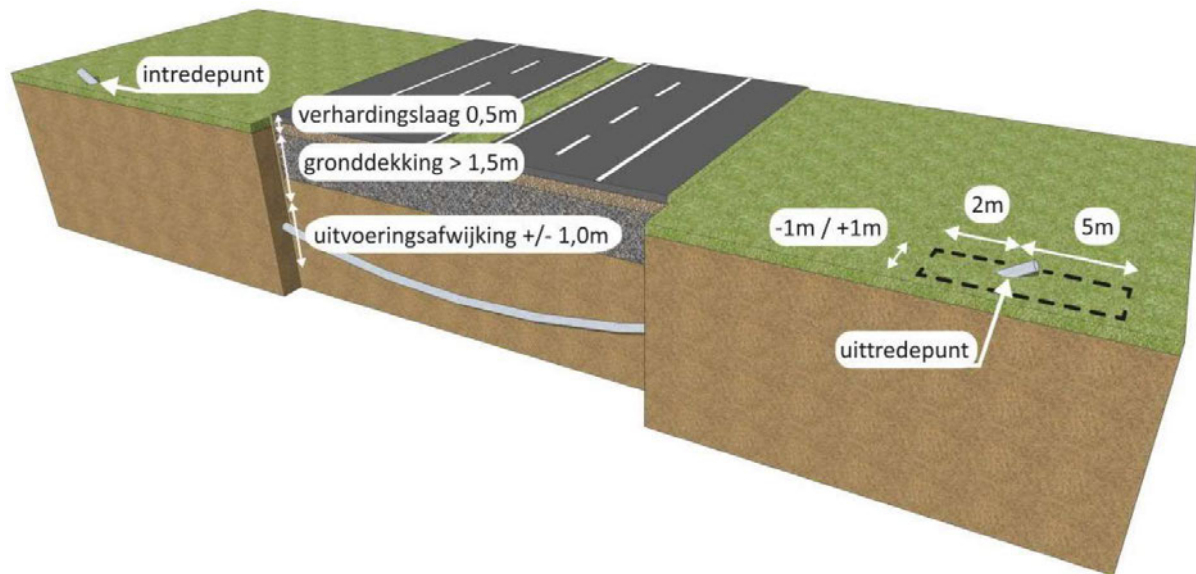
Richting	Maximale uitvoeringsafwijking
<i>Verticaal</i>	+1/-1 meter
<i>Horizontaal</i>	
-in lengterichting; t.p.v. uittredepunt	+5/-2 meter
-in dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt	+1/-1 meter
-in dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-5 meter
<i>Bochtstralen</i>	<10%

Tabel 2 Maximale uitvoeringsafwijking van de theoretische lijn van de boring

De in tabel 2 weergegeven maximaal toegestane afwijkingen van de theoretische lijn van de boring zijn schematische weergegeven in onderstaande figuur.



Tijdens de uitvoering zal een surveyor aanwezig zijn om het toe te passen meetsysteem uit te lezen en de machinist te voorzien van instructies t.b.v. het sturen van de boorkop. Bij het ontstaan van afwijkingen zal de surveyor aangeven welke correctie/sturing benodigd is om terug te komen in het originele tracé. Door te corrigeren in de richting van de ontworpen boorlijn kunnen er extra spanningen in de leidingen optreden.



Deel V&G Plan



4. Deel V&G-plan




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

4.1 Inleiding

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

4.2 Verspreiding van dit document

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

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

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

De verantwoordelijkheid hiervoor berust bij de uitvoerder van dit project.

4.3 Werkomschrijving en werkuitvoering

Het aanbrengen van een buis met behulp van sleufloze technieken.

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

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

Om de veiligheid van de medewerkers bij het uittredepunt te garanderen wordt er tijdens het ruimen gekozen om achter de ruimer géén stangen te koppelen. Het niet koppelen van stangen voorkomt het in aanraking komen met draaiende delen door de medewerkers. Het betekent dat de verbinding tussen in- en uittrede bewust verbroken wordt. Nadat de ruimer aankomt bij het uittredepunt, wordt er een "dobber" aan de voorste boorstang gekoppeld, die blijft "drijven" in het boorgat. Daarmee maakt de boormeester weer een verbinding tussen in- en uittrede. Nadat de "dobber" is afgekoppeld bij het uittredepunt kan de gereedliggende productleiding aan de boorstreng gekoppeld worden en begonnen worden met de derde fase, de intrekfase.

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

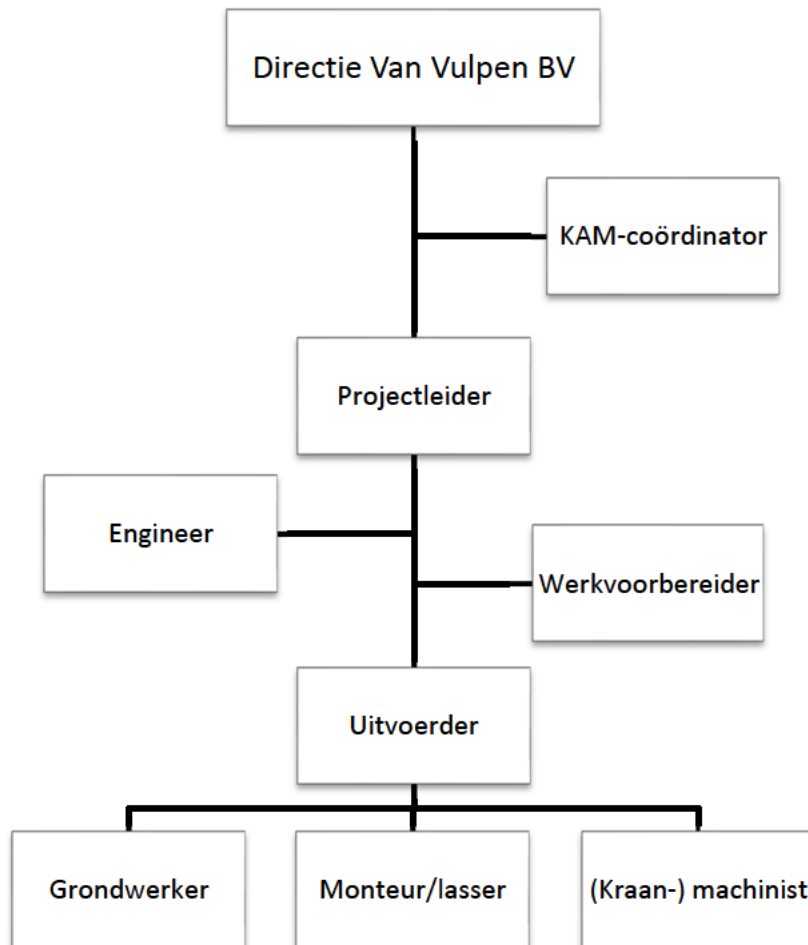
Met het intrekken van de buis is de horizontaal gestuurde boring voltooid.

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

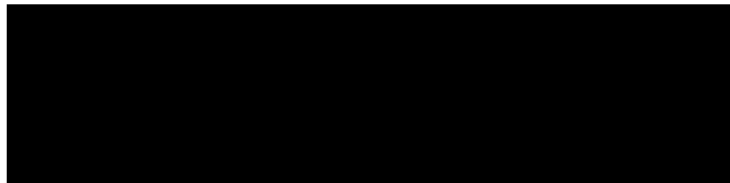
Dit projectplan bevat onder meer een geplande route, KLIC-gegevens, druk- en trekkrachtberekeningen.



4.4 Organisatie



Projectleider:
Werkvoorbereider:
KAM-coördinator
Engineer:



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

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

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

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

4.5 Betrokken bedrijven

Vergunninghouder:

Naam : Liander N.V.
Postadres : Utrechtseweg 68
Postcode + Plaats : 6802 EM Arnhem

Opdrachtgever:

Naam : Liander N.V.
Postadres : Utrechtseweg 68
Postcode + Plaats : 6802 EM Arnhem
Telefoon opdrachtgever : 088-5426444
Contactpersoon :
Telefoon contactpersoon :
E-mail contactpersoon :
alliander.com

Aannemer:

Naam : Van Vulpen
Postadres : Postbus 231 / 4200 AE Gorinchem
Adres : Papland 8
Postcode + Plaats : 4206 CL Gorinchem
Telefoon algemeen : 0183-645060
Contactpersoon :
Telefoon :
E-mail :
vanvulpen.eu
Telefoon werkvoorbereiding : 0183-645069
Telefax werkvoorbereiding : 0183-648550

Certificering : NEN-EN-ISO 9001:2008 / VCA** /CKB/KIWA

Coördinatie van afspraken vindt plaats tussen de contactpersonen.

4.6 Interne communicatie en voorlichting

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

De uitvoerder licht bij aankomst op de werklocatie zijn medewerkers in over alle te nemen maatregelen.

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

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



4.7 V&G risico's en beschermende maatregelen

Activiteit	Risico's	Oorzaak	Maatregelen
Parkeren en manoeuvreren van materieel	Aanrijdgevaar	Overig wegverkeer	- Materieel in de berm plaatsen - PBM en verkeersvoorzieningen conform CROW 96A/B
Metten van positie boorkop	Aanrijdgevaar boorpersoneel	Overig wegverkeer	- dragen van verkeersvesten - verhoogde oplettendheid tijdens verblijf op de weggedeelten
Bediening boormachine	Aanraking draaiende delen	In werking zijnde machine	- correcte kleding - veiligheidsvoorschriften bediening in acht nemen
Bediening boormachine	Aanraking met bentoniet onder hoge druk	In werking zijnde machine	- veiligheidsvoorschriften bediening in acht nemen
Bediening boormachine	Gehoorschade	Lawaai in werking zijnde machine	- gehoorbescherming gebruiken
Boren	Blow-out	Te hoge druk op boorspoeling	- maximaal toegestane boordrukken niet overschrijden
Boren	Beschadiging aanwezige kabels en leidingen	Onvoldoende afstand	- KLIC gegevens hanteren - gepland boorprofiel zo goed mogelijk in acht nemen
Boren	Milieuvervuiling	Boorvloeistof met vervuilde grond	- Bij overvloedige aanwezigheid van boorvloeistof afvoeren conform projectinstructies
Ruimen van boorgat	Persoonlijk letsel door in aanraking komen met boorstangen.	Koppelen van stangen bij uittredepunt	- Geen stangen koppelen maar "dobber" techniek toepassen.
Trekken van boorstangen en buis	Breken van stangen	Te hoge trekkrachten	- maximaal toegestane trekkrachten niet overschrijden
Werken met Grondverzet machines	Persoonlijk letsel	Door beknelling, stootgevaar, aanrijding	- Signaalkleding /Veiligheidshelm - Oogcontact met machinist - Gekeurd materieel
Werken in de nabijheid van een in- of uittredegat	Persoonlijk letsel	Valgevaar	- Open gaten markeren of afzetten met afzetlint / afzethekken

Activiteit	Risico's	Oorzaak	Maatregelen
HDPE Spiegelassen	Persoonlijk letsel	Elektrocutie door gebruik van ondeugdelijk materieel / werken in vochtige omstandigheden	- Aardlekschakelaar - Gekeurd materieel - Visuele inspectie materieel voor gebruik - Gecertificeerd personeel
Werken langs de weg	Persoonlijk letsel	Aanrijdgevaar	- Afzetting werkterrein opnemen - Werken binnen afzetting (niet met de rug naar het verkeer) - Dagelijks afzettingen controleren bij aankomst en vertrek - Dragen signaalkleding - Aanvullende verlichting

4.8 Project specifieke risico's

Activiteit	Risico's	Oorzaak	Maatregelen
1: Boren	Schade aan spoor	Afwijken ontwerprijn	Aanhouden ontwerprijn, boring uitvoeren met meetsysteem
2: Boren	Schade aan N-weg	Afwijken ontwerprijn	Aanhouden ontwerprijn, boring uitvoeren met meetsysteem
3: Boren	Aanrijdgevaar	Uittredepunt naast N-weg	Werkterreinen goed afzetten

4.9 Noodsituaties

In geval van calamiteiten beschikt elke boorploeg over:

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

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

BIJLAGE I

Grondonderzoek





Gestuurde boring nabij de Meersteeg 4H te Geldermalsen

Documentnummer: 23WP0394-RG-01

Gestuurde boring nabij de Meersteeg 4H te Geldermalsen

Opdrachtnummer: 23WP0394

Rapport betreffende
Resultaten geotechnisch onderzoek

Documentnummer
23WP0394-RG-01

Versie
1.0

Datum rapport
21 augustus 2023

Opdrachtgever
Van Vulpen B.V.
Papland 8
4206 CL Gorinchem

Opgesteld door:

Vrijgegeven door:

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. ONDERZOEK	1
2.1 Sondering	1
2.2 Inmeting	1
2.3 Foto's	1

BIJLAGEN:

- A Situatiekening en foto's
- B Waterpasstaat
- C Sondeergrafiek
- D Verklaring codering

VERSIE

- 1.0 Rapportage

VERZENDLIJST:

- Per mail aan Van Vulpen B.V. te Gorinchem;
t.a.v. Dhr. R. van Middelkoop (R.vanMiddelkoop@vanvulpen.eu)

1. INLEIDING

Ten behoeve van een gestuurde boring nabij de Meersteeg 4H te Geldermalsen is door ons bureau op verzoek van Van Vulpen B.V. uit Gorinchem een geotechnisch onderzoek verricht. Voorliggend rapport bevat een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

2. ONDERZOEK

2.1 Sondering

Op de projectlocatie is één sondering gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. Bij de sondering is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd.

De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft beneden het grondwaterniveau een indicatie van de verschillende grondsoorten. De sondering is uitgevoerd door een midirups.

Voor de grafiek van de sondering wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van het sondeerpunt is aangegeven op de situatietekening SIT-01 bijlage A.

Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

2.2 Inmeting

Van ieder onderzoekspunt (meetpunt) is de positie en de hoogte van het maaiveld ingemeten. De meting is uitgevoerd met een GPS-systeem. Het horizontale coördinatensysteem is RD; de verticale referentie is NAP.

Voor de omschrijving van de meetresultaten wordt verwezen naar bijlage B.

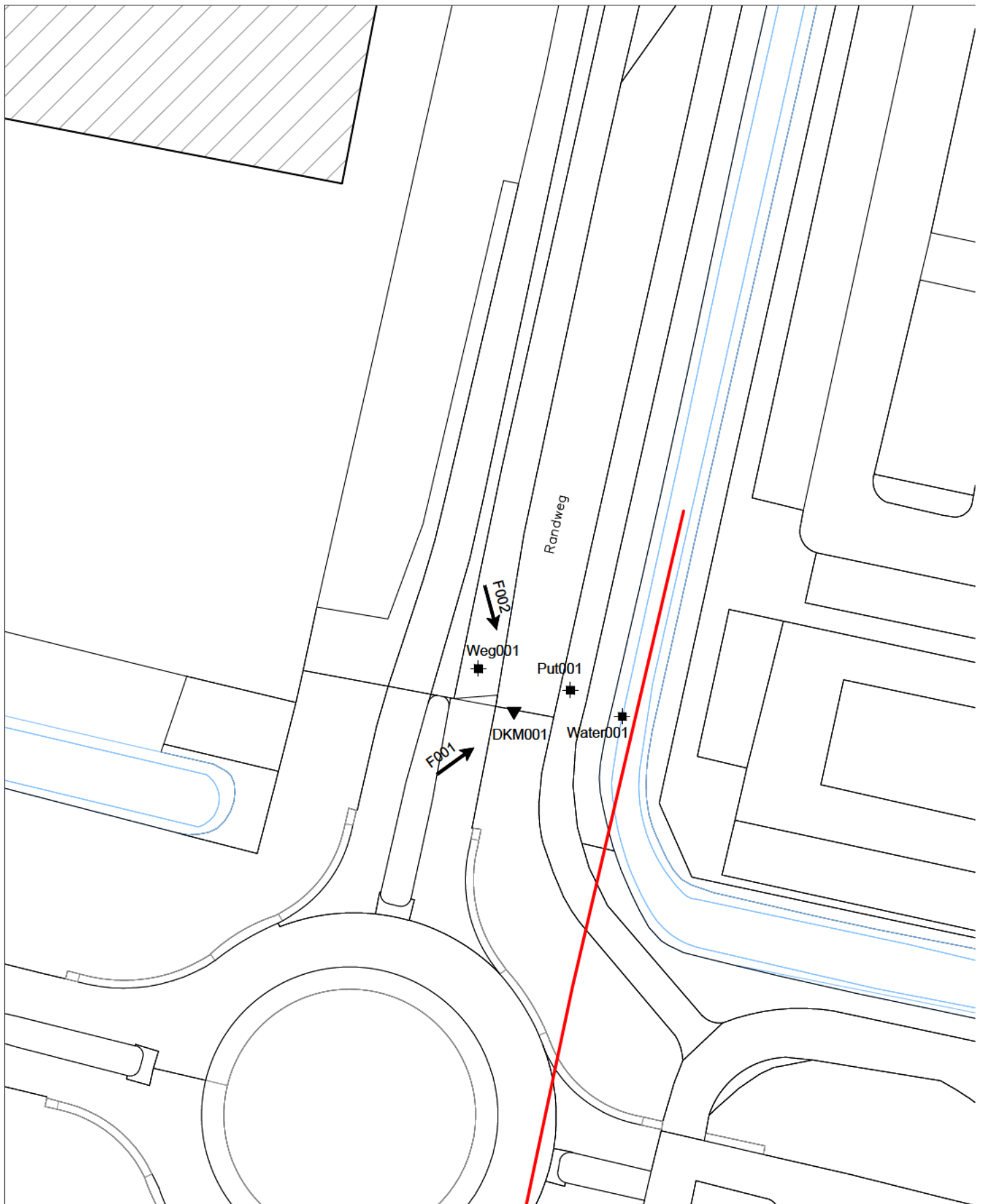
2.3 Foto's

Tijdens de uitvoering van het veldwerk zijn enkele foto's gemaakt. Voor de foto's en een tekening waarop met pijlen is aangegeven vanuit welke positie en in welke richting de foto's zijn gemaakt wordt verwezen naar bijlage A.

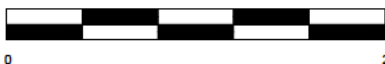
Tot slot wijzen we erop dat Socotec Geotechnics beschikt over een breed dienstenpakket op het gebied van de geo- en milieutechniek. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar onze website www.socotec.nl

BIJLAGE A

Situatietekening en foto's



Schaalbalk 1:500



Opdrachtschrijving / locatie

**Gestuurde boring nabij de
Meersteeg 4H te Geldermalsen**



Bewerkt **NBN**

Datum **21 augustus 2023**

Omschrijving tekening

Situatietekening

Schaal **1:500**

Formaat **A4**

Opdrachtnummer **23WP0394**

Bijlage **SIT-01**



F001: Locatie DKM001



F002: Locatie DKM001

BIJLAGE B

Waterpasstaat

OVERZICHT MEETPUNTEN

Horizontaal coördinatensysteem (X,Y) Rijksdriehoeksmeting (RD)
Verticale referentie (Z) Normaal Amsterdams Peil

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]	GWS * [m t.o.v. NAP]	Datum uitvoering
DKM001	149304,25	431546,94	3,45	2,31	18-08-2023
Put001	149309,78	431549,75	3,31	---	18-08-2023
Weg001	149300,76	431551,85	3,54	---	18-08-2023
Water001	149314,84	431547,18	2,26	---	18-08-2023

* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

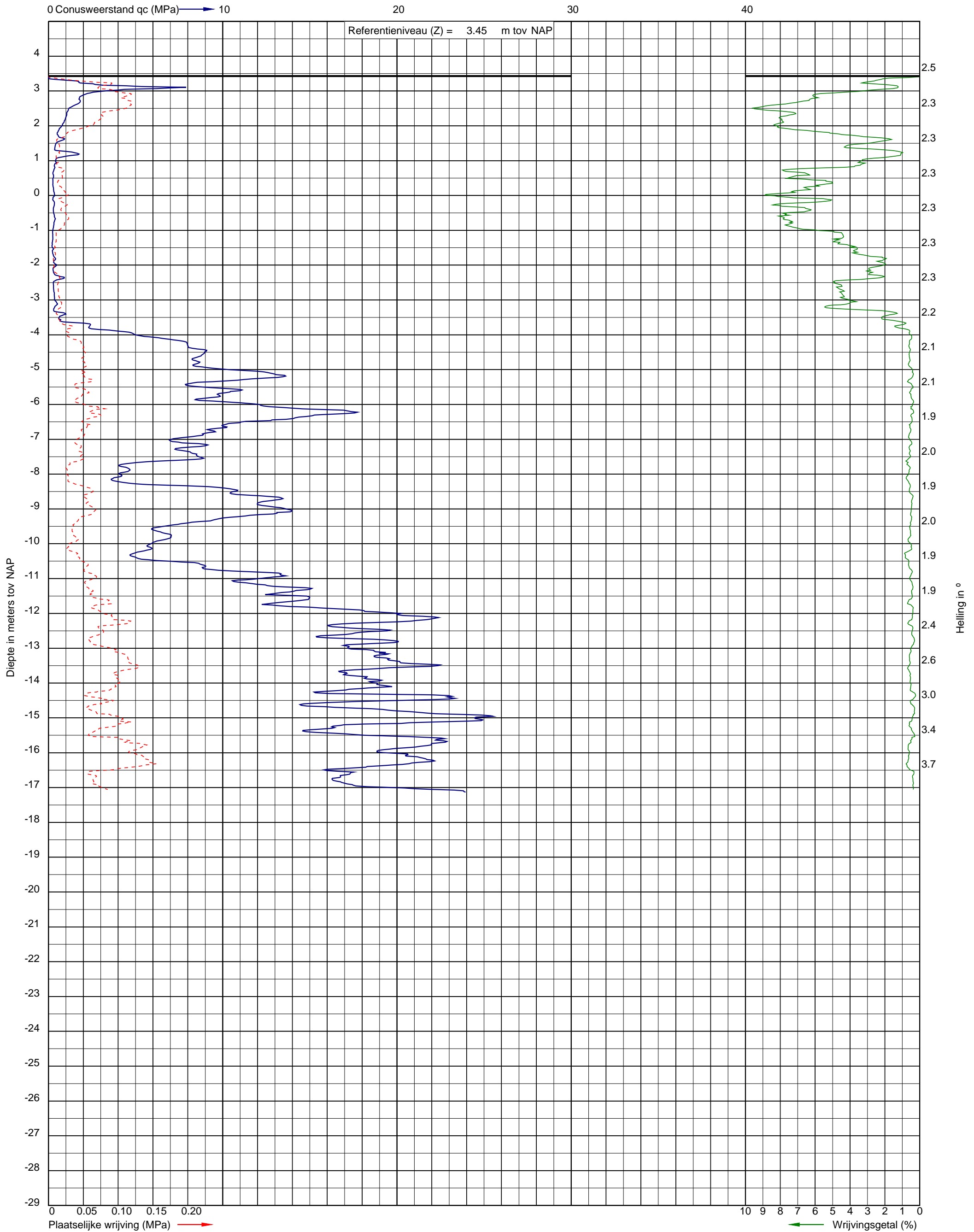
Indien de bovengenoemde RD-coördinaten (X, Y en Z) zijn vermeld, dan zijn deze meetpunten ingemeten met behulp van dGPS.

Let op:

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

BIJLAGE C

Sondeergrafiek



BIJLAGE D

Verklaring codering

LEGENDA TEKENINGEN EN VERKLARING AFKORTINGEN

SONDERING

▼	D	Sondering zonder kleefmeting
	DKM	Sondering met kleefmeting
	DKMP	Sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DM	Mechanische sondering
	DKMS	Seismische sondering met kleefmeting
	DKMPS	Seismische sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	Dma	Magnetometer sondering
	Ma	Magnetometer (zonder conusweerstand)
	DB	Bolsondering
	DT	T-bar sondering
	FVT	Field vane test
	HPT	Hydraulic profiling tool
	DS	Slagsondering
	HM	Handsondering
	SPT	Standaard penetratie test
	DKM-EC	Geleidbaarheidssondering met kleefmeting
	DKMP-EC	Geleidbaarheidssondering met kleef- en waterspanningsmeting

▽ Niet uitgevoerd ▼ fase 2 ▼ fase 3 ▼ fase 4

BORING

●	HB	Handboring
	B	Mechanische boring

○ Niet uitgevoerd

PEILBUIS

●	Bpb	Mechanische boring met peilbuis
	HBpb	Handboring met peilbuis
	PB	Gedrukte peilbuis

MONITORING

⊗	WSM	Waterspanningsmeter
□	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⊞	DFB	Deformatiebout
⊕	SCM	Scheurmeter
⊞	EXM	Extensometer
⊞	TM	Tiltmeter
⊞	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

ALGEMEEN

⊞	Meetpunt: brug, dorpel, kolk, meetbout, put, weg, water
→	Foto
▨	Bestaande bebouwing
↔	0-Punt lokaal assenstelsel

LEGENDA BOORPROFIELEN (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

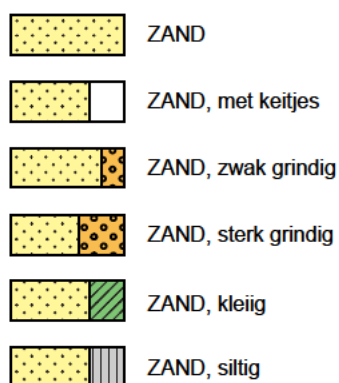
KEIEN / KEITJES



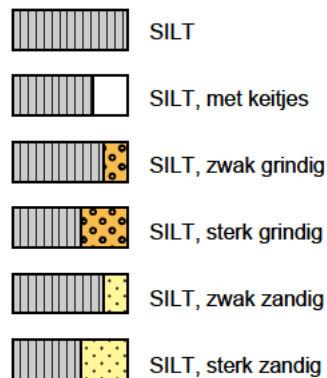
GRIND



ZAND



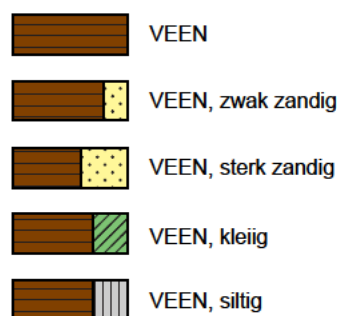
SILT



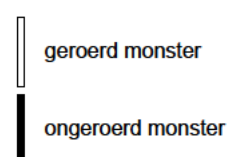
KLEI



VEEN / HUMUS / DETRITUS



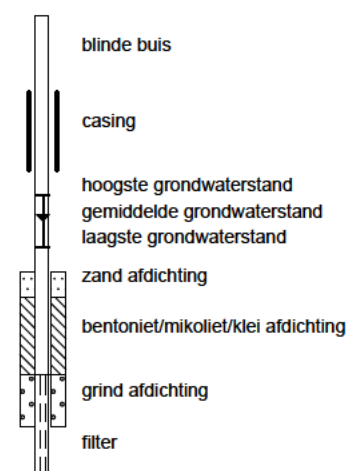
MONSTERS



KWALITEIT MONSTER

- QM1 = Ongeroid monster is geheel intact inclusief spanningstoestand
- QM2 = Ongeroid monster geheel intact
- QM3 = Ongeroid monster intact maar monsterverstoring zichtbaar
- QM4 = Monster is ernstig verstoord
- QM5 = Monster is geroerd

PEILBUIS



OVERIG

- ▲ Bijzonder bestanddeel
- ◀ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ≡ grondwaterstand
- ◆ Gemiddeld laagste grondwaterstand



Voor meer informatie zie: www.socotec.nl

SOCOTEC NEDERLAND SPECIALIST IN:

Geotechniek en milieu-expertise

Grondonderzoek

Geotechnisch laboratoriumonderzoek

Geotechnisch- en geohydrologisch advies

Bouwplaats- en grondwater monitoring

Waterveiligheid

Uitvoeringsbegeleiding

Milieutechniek

Risicobeheer, verzekering en inspecties

Claims

Controle van de omgeving

Risicoanalyses

Waardebepalingen

Gebouw veiligheid & duurzaamheid

Binnenklimaat

Drinkwaterveiligheid

Gebouw- en techniekinspecties

Gebouwprestatie

Gebouwinformatie

Geotechnisch onderzoek

Ten behoeve van een gestuurde boring Meersteeg 8a - Meersteeg 4i (kr_spoor) (HDD 5) te GELDERMALSEN

GA210009.017.R01.V1.0

EN11682

5 maart 2021



Geotechnisch onderzoek

Ten behoeve van een gestuurde boring Meersteeg 8a - Meersteeg 4i (kr_spoor) (HDD 5) te GELDERMALSEN

Documentnummer GA210009.017.R01.V1.0

EN11682

5 maart 2021

Opdrachtgever

Van Vulpen B.V.

Postbus 231

4206CL Gorinchem

Auteurs

Geotechnisch Adviseur

Collegiale toe

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Geotechnisch Adviseur		
Collegiale toets		

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Diepsonderingen	5
2.3	Inmeting	5
2.4	Grondwater	6

Bijlagen

- Bijlage 1 Situatiekening
- Bijlage 2 Sondeergrafiek
- Bijlage 3 Bodemclassificatie

1 Inleiding

Door Van Vulpen B.V. werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek was nodig ten behoeve van een gestuurde boring nabij Meersteeg 8a - Meersteeg 4i te Geldermalsen.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek.

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn 2 maart 2021 twee diepsonderingen met waterspanningsmeting tot 20 m- maaiveld uitgevoerd. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA210009.017 SWW01 en SWW02. De sonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sondering is uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

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

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

Tabel 2.1: interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0.3 – 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 – 2.5	Silt (leem)
2.5 – 5.0	Klei
> 5.0	Veen

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

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

Op basis van de sondeerresultaten, geologische kennis en openbare informatiebronnen is een interpretatie van de sondering opgesteld (indicatieve bodemclassificatie). Een exacte classificatie van de bodemlagen kan enkel middels boringen in combinatie met monsternamen worden opgesteld.

2.3 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op de situatietekening in bijlage 1 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

2.4 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is een poging gedaan om in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand te peilen. De resultaten van de peiling zijn gepresenteerd in de onderstaande tabel.

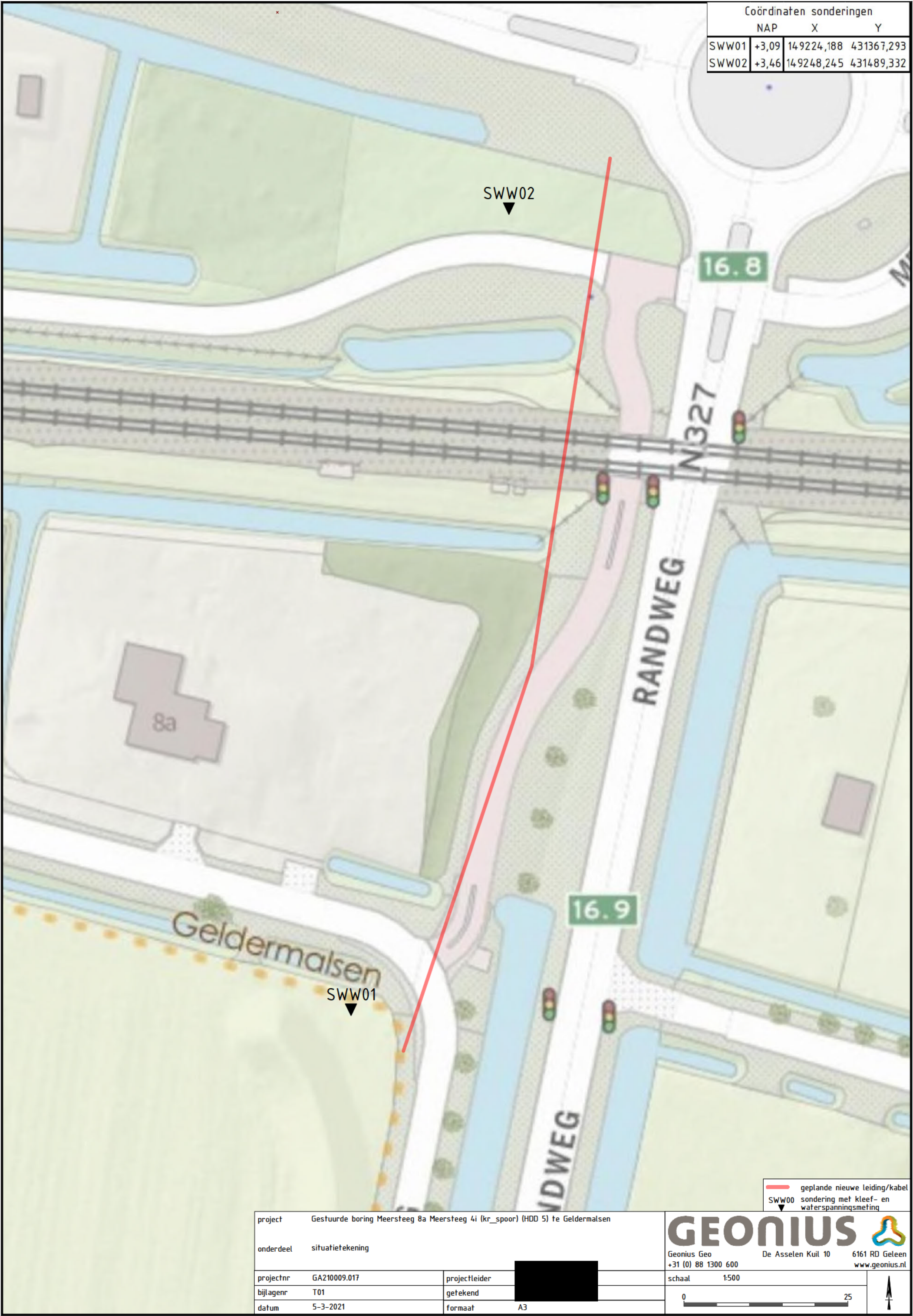
Tabel 2.4.1: peiling grondwaterstand in de sondeergaten

Sondering	Maaiveldniveau t.o.v. NAP [m]	Grondwater t.o.v. maaiveld [m]	Ingestort t.o.v. maaiveld [m]	Niveau t.o.v. NAP [m]
SWW01	+3,09	--	-0,50	+2,59
SWW02	+3,46	-1,50	--	+1,96

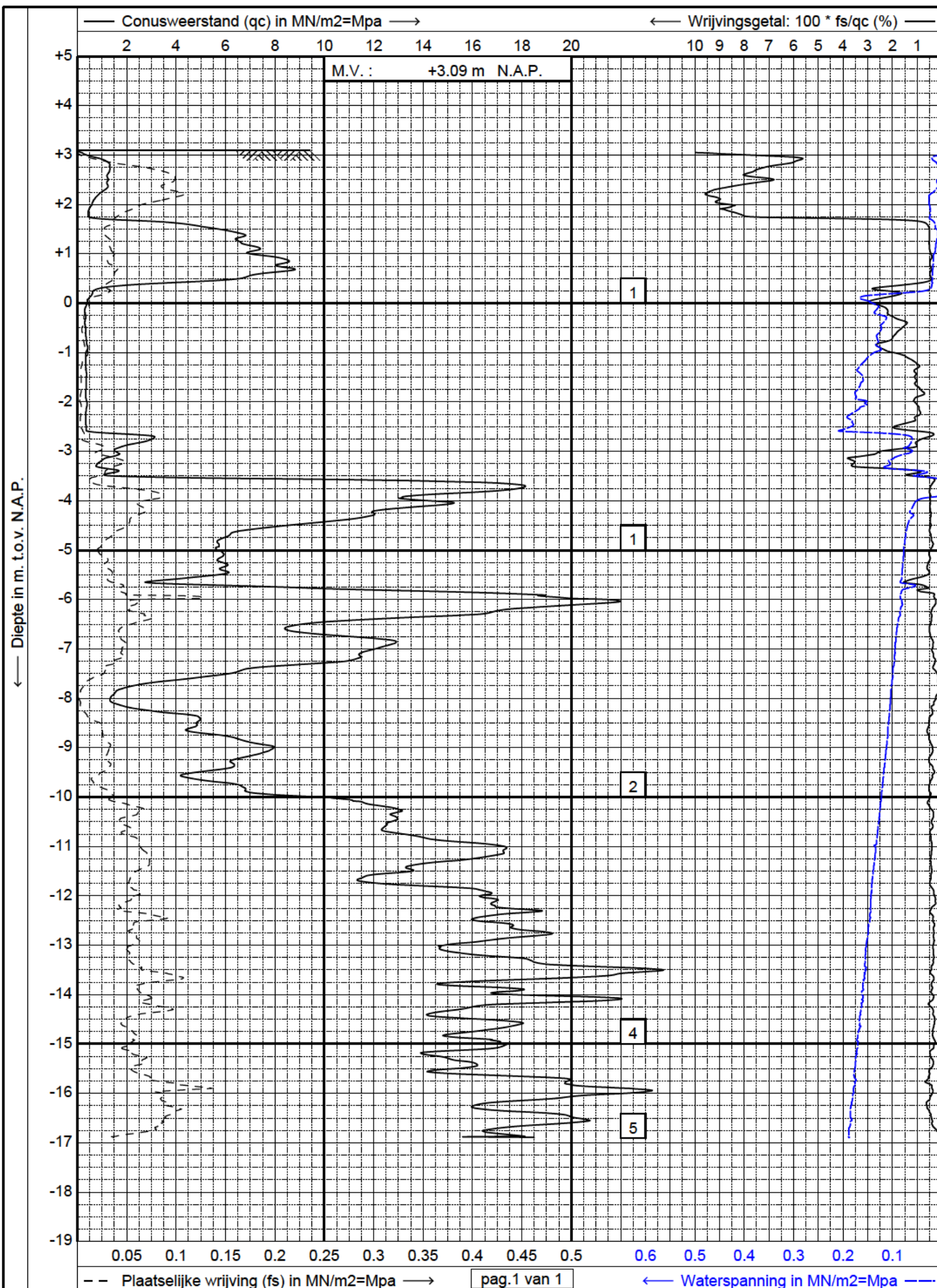
Het betreft hierbij slechts een eenmalige poging, waardoor deze waarneming, wanneer succesvol, slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

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

Bijlage 1 Situatietekening



Bijlage 2 Sondeergrafiek



GEONIUS

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

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

Project : Gestuurde boring

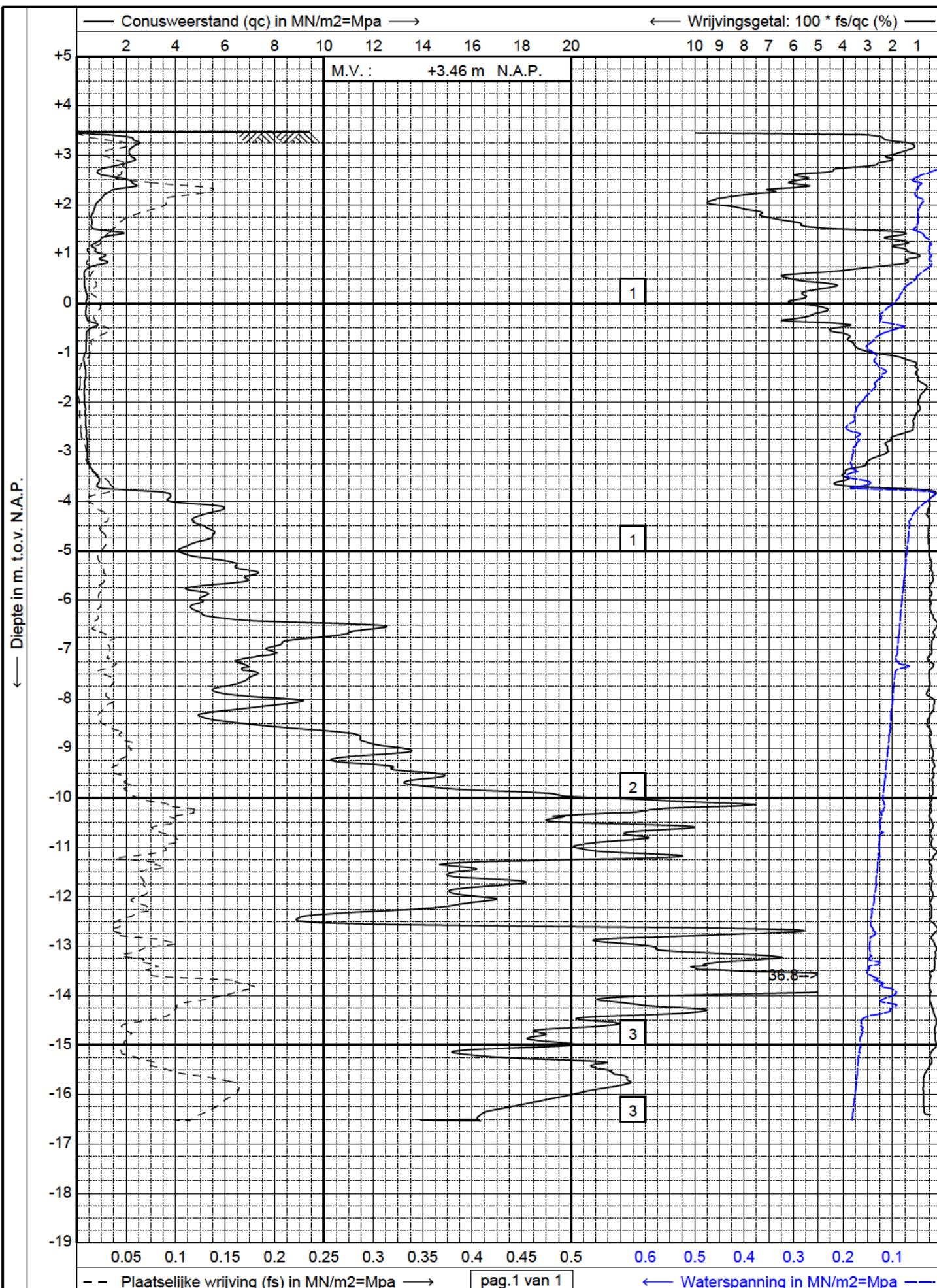
Locatie : Meersteeg 8a - Meersteeg 4i Geldermalsen

Datum : 02-03-2021

Conus : S15-CFIP.1430

Opdracht : GA210009.017

Sondering : SWW01



GEONIUS

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

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

Project : **Gestuurde boring**

Locatie : **Meersteeg 8a - Meersteeg 4i Geldermalsen**

Datum : **02-03-2021**

Conus : **S15-CFIP.1430**

Opdracht : **GA210009.017**

Sondering : **SWW02**

pag.1 van 1

Bijlage 3 Bodemclassificatie

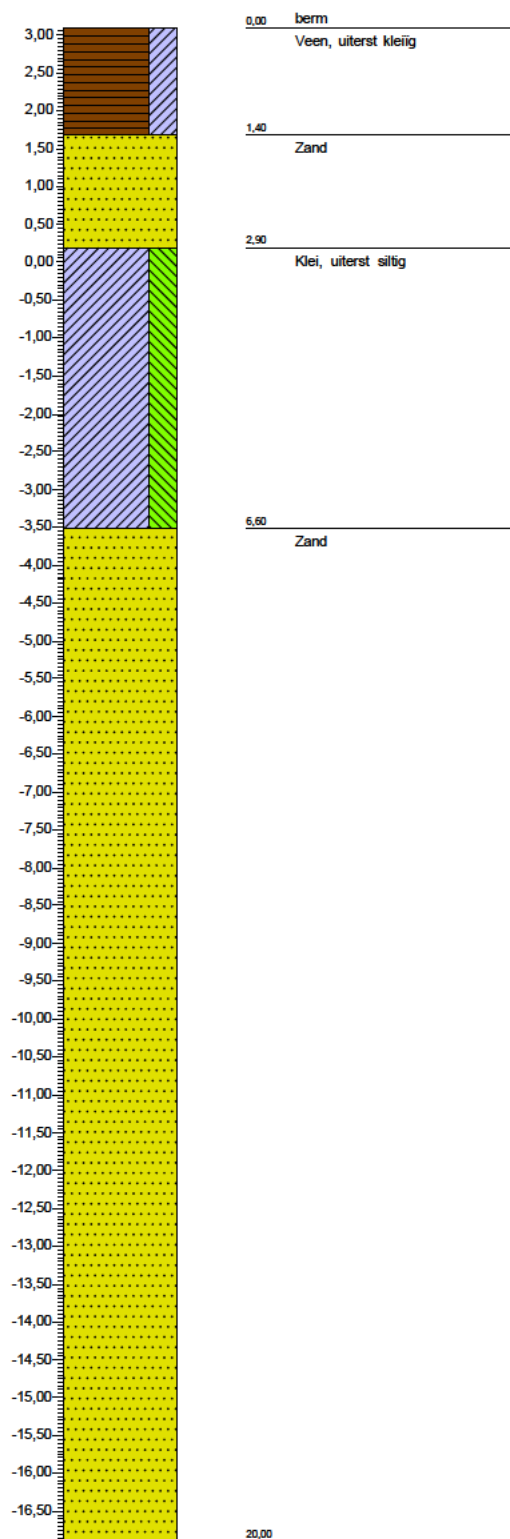
Interpretatie sondering: SWW01

Maaiveldhoogte: 3,09 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 149224,19

Datum: 2-3-2021

Y-coördinaat: 431367,29



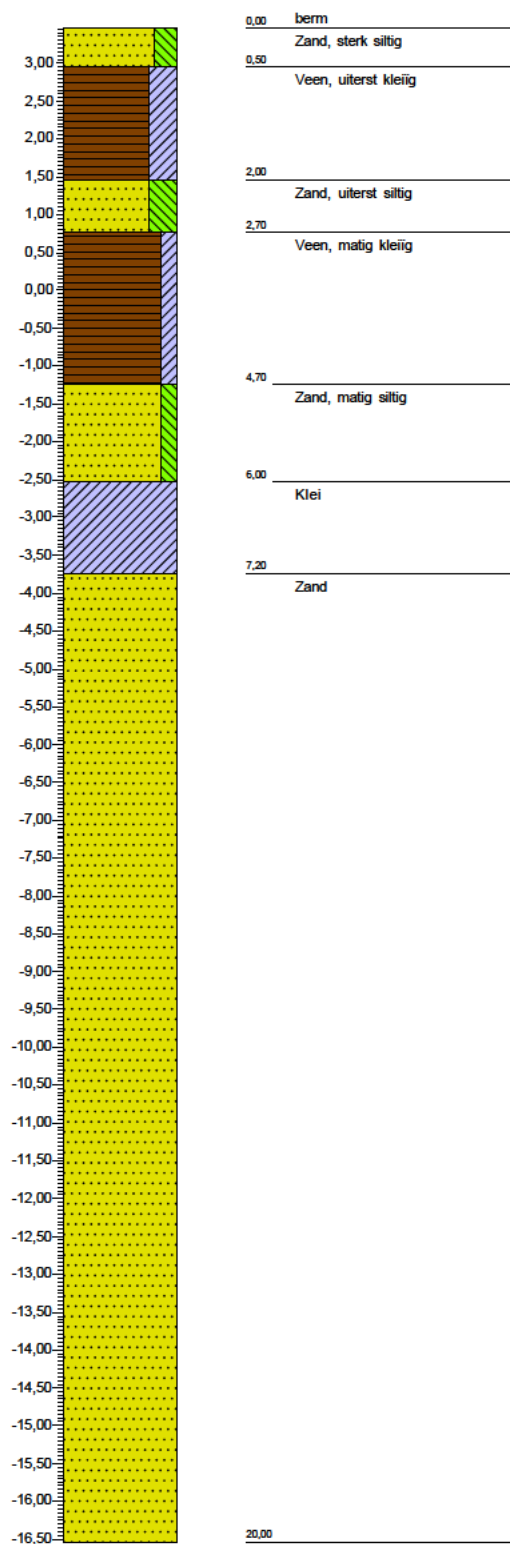
Interpretatie sondering: SWW02

Maaiveldhoogte: 3,46 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 149248,24

Datum: 2-3-2021

Y-coördinaat: 431489,33



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 II

Beschrijving boorvloeistof



CEBOGEL OCMA

Toepassing

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

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

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

Omschrijving

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

Voordelen

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

Specificatie

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

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

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

Tel.: +31 255546262
Fax: +31 255546202
e-mail : sales@ceboholland.com
www.ceboholland.com

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

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

Chemische en fysische eigenschappen

Samenstelling	Hoogwaardige geactiveerde natrium bentoniet
Kleur	Geelbeige
Vorm	Zacht poeder

Spoelingseigenschappen

Bij verschillende concentraties CEBOGEL OCMA aangemaakt in gedestilleerd water.

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

Verpakking

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

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

Tel.: +31 255546262
Fax: +31 255546202
e-mail : sales@ceboholland.com
www.ceboholland.com

Revisiedatum : 28.09.2005
Document nr : OC01IP

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

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

**Kiwa-ATA
Cebogel OCMA**

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

Cebo Holland B.V.

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

Kiwa N.V.



Directeur
Certificatie en Keuringen

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

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

Telefoon 070 41 44 400
Fax 070 41 44 420
E-mail certif@kiwa.nl
Internet www.kiwa.nl



Leverancier
Cebogel B.V.
Postbus 70
1970 AB IJmuiden

Telefoon (0255) 54 62 62
Telefax (0255) 54 62 02
Internet site www.ceboholland.nl

Cebogel OCMA

PRODUCTSPECIFICATIE

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

TOELATING

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

ATA-CRITERIA

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

- tijdens de toelatingsprocedure goedgekeurde productreceptuur. Wijzigingen hierin mogen uitsluitend doorgevoerd worden nadat de hiervoor geldende toelatingsprocedure met goed gevolg is doorlopen;
- de specifieke producteisen¹ (zie 'ATA-PRODUCTEISEN').

ATA-PRODUCTEISEN

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

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

TOEPASSING EN GEBRUIK

Cebogel OCMA wordt gebruikt voor:

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

MERKEN

Uitvoering van het voorgeschreven Kiwa-ATA-merk:

- Kiwa-ATA, opdruk met inkt of zegel.

Plaats van het merk:

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

Verplichte merken:

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

WENKEN VOOR DE AFNEMER

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

OVERIGE VOORWAARDEN

Er zijn geen overige voorwaarden van toepassing.

Bewijs van Geschiktheid

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

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

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

De gestandaardiseerde kwaliteit van **Colclay® D 90** is geborgd door middel van een ISO_9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementplan. De controles van de grondstoffen alsook de controles tijdens productie garanderen een hoge en constante kwaliteit.

Toepassing

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

Bouwstoffenbesluit

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

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

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

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

FYSISCH EIGENSCHAPPEN

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

RHEOLOGISCHE EIGENSCHAPPEN

Typische waarden. Deze waarden zijn niet gegarandeerd.			Methode
Fann viscositeit 600 tpm		35	API
Fann viscositeit 300 tpm		25	API
Marsh trechter viscositeit	s/l	50	API

CHEMICAL ANALYSIS

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

PRODUCT BESCHIKBAARHEID

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



MineralsPlus
mineralsplus.sibelco.com

Worldwide

Tel: +31 (0)43 3663755

sales.mineralsplus@sibelco.com

mineralsplus.sibelco.com

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

December 2012

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

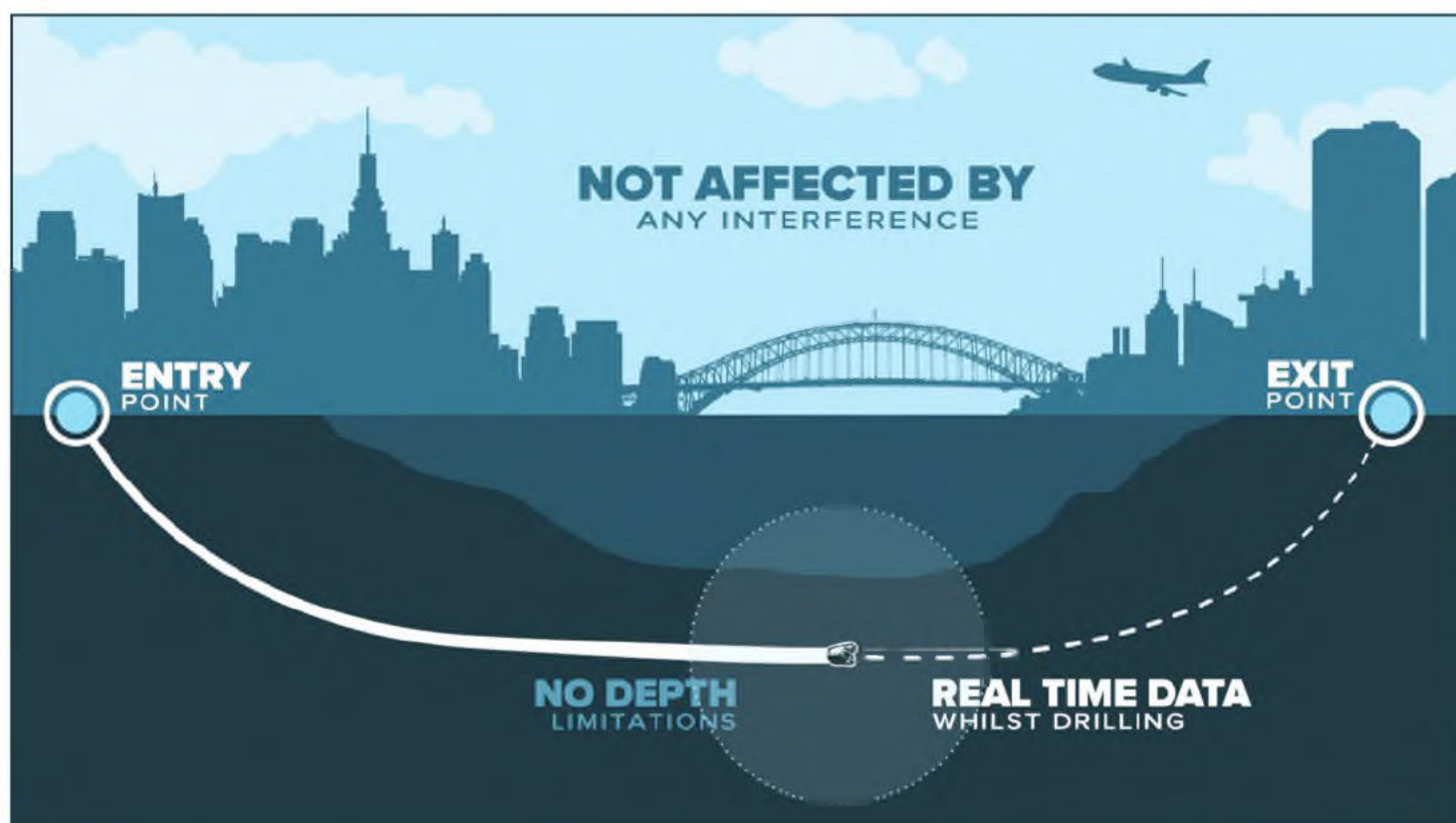
BIJLAGE III

Beschrijving Gyro meetsysteem





Drillguide GST



Browline's Drillguide Gyro Steering Tool allows for any HDD project to be completed with extreme accuracy, in a safe and cost efficient manner. Whether a project involves installing underground utilities in congested urban or remote and nearly inaccessible areas, under lakes, rivers or roads or in environmentally sensitive areas; the Drillguide GST can be used on any HDD project.

The Drillguide GST is unaffected by any external interference and offers real time location monitoring of the drill head. While drilling this continuous communication with the drill head provides a constant flow of data and extremely accurate X, Y and Z position without depth limitations. The GST's mud pressure sensor constantly monitors internal and annular pressure to mitigate inadvertent returns.

Together with its industry leading grade of accuracy of 0.04° on Azimuth and 0.01° on Pitch, the Drillguide Gyro Steering Tool distinguishes itself from all other conventional HDD steering systems and locators.

Tool benefits

- Industry leading accuracy
- Unaffected by any external interference
- Unlimited horizontal and vertical curves for every type of HDD job
- Fast set-up for safe and cost efficient operations

BIJLAGE IV

Tekeningen



BIJLAGE V

Risico analyse Prorail



	Activiteit	Risico	Maatregelen aannemer	Taken procesaannemer	Opmerkingen
Engineering					
<i>Zoeken van PRORAIL kabels</i>					
<i>Grondonderzoek</i>					
	Nee	r r R R			R r R rr r r d
	Ja	r r d	d d r r r d d r r rr r R rr	d r r r r M r d	R r R rr r r d
<i>Dwarsprofiel meten</i>					
	Ja	r r R R	r d r	d	D r r d rd rd d r d
Voorbereiding:					
<i>Aan- en afvoer materieel en materiaal</i>					
<i>Inrichten werklocatie</i>					
Uitvoering (Voorbereidende werkzaamheden)					
<i>Ruimte voor opstellen van de rig</i>					
	Nee	r r d r d			R r R rr r r d
	Ja	r r d	d d r r r d d r r rr r R rr	d r r r r M r d	R r R rr r r d
<i>Beschermen en/of verleggen van PRORAIL-kabels</i>					
<i>Beschermen en/of verleggen van kabels en leidingen derden</i>					
<i>Beschermen en/of verplaatsen van baangebonden installaties</i>					
HDD-Boring					
<i>Grond- en Bodemgegevens</i>					
	Nee	r r d r rd			
	Nee	r r d			
	Nee	r d r d dd			
	Nee	d			
	Nee				
	Nee	r d			
	Ja	d d	d d r r r d d d	r d d d d r r r d r R d r r d r r r d d r r rr	
<i>Boring Algemeen</i>					
	Ja	rr d r	r rd rd r r d r d d r	d r r rd d r r r r r d	

R DD r
r R r M r d r

r

	Activiteit	Risico	Maatregelen aannemer	Taken procesaannemer	Opmerkingen
	Ja	r r r	rr d r rd rd r d r r	rr d rd r d d r r d	
	Ja	r	R r r r dd r d r r d	r r r r r	
	Ja	d r r d	R r r r dd rd	M d r r rd r r d r d r	
	Ja	r d	r d r	r r rd r d r D rd d rd r r d d r r	
	Ja	r r r r	r d r d r	M d r r d r r r	
	Ja	d d r	r d r d r	d r	
	Ja	r r r d r d r	d r	dd	
Besturing					
	Nee	r r r			
	Ja	r d r	rr D r r d rd		
Intrekken					
Algemeen					
	Ja	d	M r r d r	R r d r d d r r	
	Ja	r rd r r rd r	r d r d d	r r d r d r d d r r d r	
	Nee	r d			
	Ja	d rd r	r d r d d	d d rd r d r r d r d d d r d r	
	Ja	r d d r	d r	r d	
	Ja	R d d rd	d d r d r r r r r R rr	d r r r r M d r	

R r R r DD r M r d r r

		Activiteit	Risico	Maatregelen aannemer	Taken procesaannemer	Opmerkingen
	Nee	R d R R	rd r d rd			
Afronden werkzaamheden						
<i>Herstellen van het PRORAIL-terrein</i>						
	Nee	r r r R R				
<i>Eind meting</i>						
	Nee	r r r R R				
<i>Revisietekening</i>						
	Ja					