A.Hak
Steenoven 2-6
4196 HG Tricht
Nederland

Oostzeestraat Zutphen

Boorplan HDD 040

12325101-009-R040



CONCEPT

	Naam	Bedrijf	Paraaf
Opsteller	[redacted]	A.Hak Engineering	[redacted]
Verificatie		A.Hak Engineering	
Vrijgave		A.Hak Noord-Oost B.V.	
Goedkeuring		Liander	

Niets van dit rapport en/of ontwerp mag worden vermenigvuldigd, openbaar gemaakt en/of overhandigd aan derden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van A.Hak

Project:	Oostzeestraat Zutphen
Onderwerp:	Boorplan HDD 040
Documentkenmerk:	12325101-009-R040-0-CONCEPT
Datum eerste uitgave:	1 juli 2026
Datum vigerende revisie:	1 juli 2026
Kenmerk hoofdaannemer:	12325101-009
Hoofdaannemer:	A.Hak Noord-Oost B.V. Voltastraat 64 7006 RW Doetinchem
Opdrachtgever:	Liander

Versie	Wijziging	Opsteller	Verificatie	Paraaf

De wijzigingen in dit document zijn weergegeven met een groene kapitaal voor de desbetreffende alinea.

INHOUDSOPGAVE

1. PROJECTOMSCHRIJVING 1

2. UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN 2

2.1 Normen en eisen 2

2.2 Ontvangen documenten 2

2.3 Toe te passen materiaal 2

3. SITUATIEBESCHRIJVING 3

3.1 Te kruisen objecten 3

3.2 Bodemprofiel 3

3.3 Grondwaterstand 4

3.4 Kwelanalyse 4

4. BESCHRIJVING WERKMETHODE HDD 5

4.1 Inrichten van het werkterrein 5

4.2 De boorfases 5

4.3 Omgang met de boorvloeistof 5

4.4 Intrekken van de boorstreng 5

5. BEREKENINGSRESULTATEN 6

5.1 Boorspoeldrukken 6

5.2 Spanningsanalyse en trekkracht 7

6. IN TE ZETTEN MATERIEEL / MATERIAAL 8

6.1 Boormachine en bijbehorend materieel 8

6.2 Dodebedconstructie 8

7. PROJECTSPECIFIEKE RISICOANALYSE 9

8. CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN 10

BIJLAGE I **TEKENING**

BIJLAGE II **GRONDONDERZOEK EN GRONDWATERSTAND**

BIJLAGE III **BEREKENINGEN**

BIJLAGE IV **SPECIFICATIES MATERIEEL**

BIJLAGE V **SPECIFICATIES PLAATSBEPALINGSSYSTEEM**

BIJLAGE VI **KEURINGSDOCUMENTEN**

BIJLAGE VII **SPECIFICATIES BESTANDSDELEN BOORVLOEISTOF**

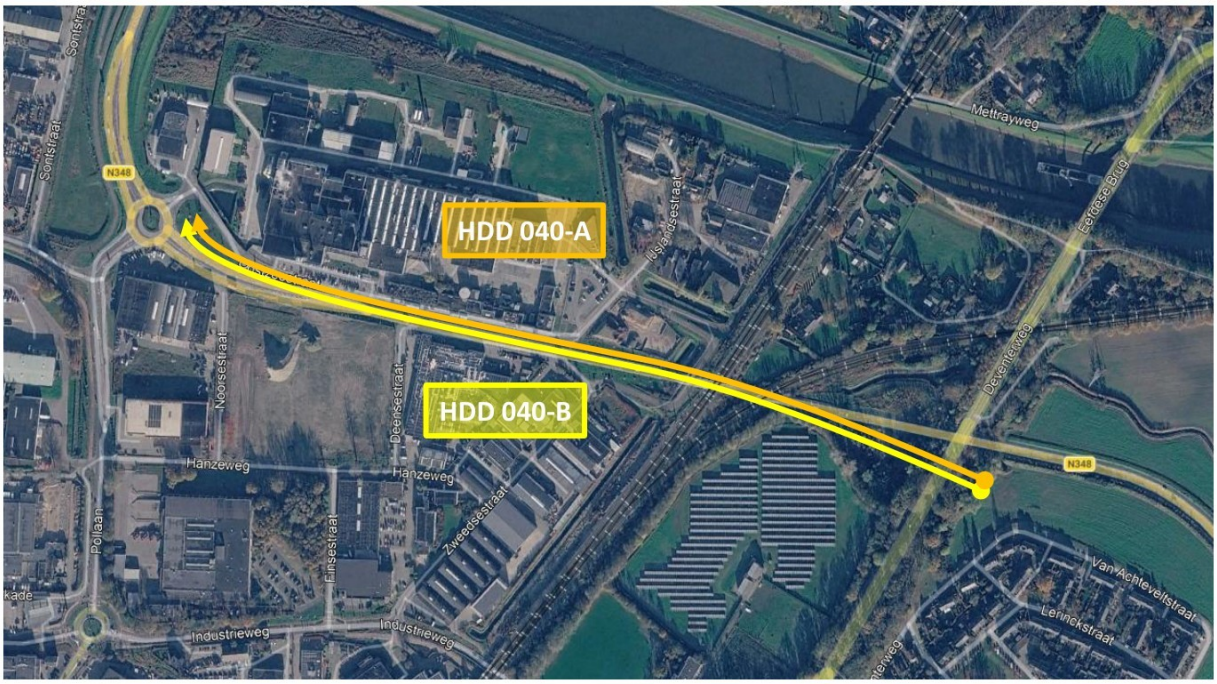
BIJLAGE VIII **ALGEMENE RISICO-INVENTARISATIE EN EVALUATIE**

1. PROJECTOMSCHRIJVING

Voor Liander gaat hoofdaannemer A.Hak Electron B.V. een middenspanningskabeltracé aanbrengen in Zutphen. Het tracé kruist hierbij de N348 Polbeekseweg, enkele gemeentelijke wegen, de spoorlijnen Zutphen en Zutphen-Winterswijk, en diverse kabels en leidingen. Deze kruising wordt gerealiseerd door middel van twee gestuurde boring (HDD's), welke gelabeld zijn met de letters A en B. Hierbij ligt HDD 040-A ten noorden van HDD 040-B.

Voor de kruising voeren wij HDD 040-A uit met een bundel bestaande uit een Ø160 mm HDPE-mantelbuis en zes Ø125 mm HDPE-mantelbuizen. HDD 040-B voeren wij uit met een bundel bestaande uit een Ø200 mm HDPE-mantelbuis, drie Ø125 mm HDPE-mantelbuizen en een Ø110 mm HDPE-mantelbuis

Het intredepunt van beide gestuurde boringen is bepaald in een weiland ten zuidoosten van de kruising tussen de N348 Polbeekseweg en de Deventerweg. Het uittredepunt van beide boringen bevindt zich ten noorden van de rotonde tussen de N348 Polbeekseweg en de Pollaan. De projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Projectlocatie te Zutphen

2. UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN

Voor het maken van dit boorplan hebben wij gebruik gemaakt van de geldende wettelijke eisen en normen. Eisen vanuit leidingeigenaren, vergunningverleners en/of belanghebbenden zijn meegenomen in het ontwerp van de boring.

2.1 Normen en eisen

De voor het werk gebruikte normen en eisen zijn benoemd in Tabel 1.

Ref.	Norm	Uitgave	Titel
[1]	NEN-EN 1997-1 + C1 + A1	2016	Geotechnisch ontwerp
[2]	NEN 3650	2020	Eisen voor buisleidingsystemen
[3]	NEN 3651	2020	Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken
[4]	NPR 3659 + A1 + C1	2006	Ondergrondse pijpleidingen – Grondslagen voor de sterkteberekening
[5]	RLN00427-2	2021	ProRail Spoorkruising derden (Sleufloze Techniek)

Tabel 1 Normen en eisen

2.2 Ontvangen documenten

In Tabel 2 zijn de voor het boorplan gebruikte documenten weergegeven.

Ref.	Documentnummer	Datum	Documentnaam
[a]	PLAN_280420_01_01 - 2A0-Multi-8_8	11-09-2025	Oosterzeestraat Zutphen NW AC6a (N) – Liander
[b]	2500716/R01	30-01-2026	Geotechnisch Grondonderzoek N348 e.o. in Zutphen – Hutton Geotechniek

Tabel 2 Gebruikte documenten

2.3 Toe te passen materiaal

Wij maken gebruik van leidingmaterialen met de eigenschappen zoals genoemd in Tabel 3.

Omschrijving	Eenheid	Eigenschap		
Leidingdiameter uitwendig	[mm]	110	125	200
Wanddikte	[mm]	12,3	13,9	22,2
Materiaal	[-]	PE	PE	PE
Materiaal kwaliteit	[-]	PE100	PE100	PE100
Buisklasse	[-]	SDR9	SDR9	SDR9
Aantal HDD 040-A	[-]	-	6	1
Aantal HDD 040-B	[-]	1	3	1

Tabel 3 Specificaties leidingmateriaal

3. SITUATIEBESCHRIJVING

3.1 Te kruisen objecten

De geprojecteerde boorlijn is op tekening weergegeven, zie BIJLAGE I. De boorlijn kruist:

- Spoorlijn Zutphen – Geocode 609, nabij km 29,3 – beheerder: Prorail;
- Spoorlijn Zutphen-Winterswijk – Geocode 210, nabij km 1,8 – beheerder: Prorail;
- Provinciale weg – N348, Polbeekseweg – beheerder: Provincie Gelderland;
- Gemeentelijke weg – Deventerweg – beheerder: Gemeente Zutphen;
- Gemeentelijke weg Oostzeestraat – beheerder: Gemeente Zutphen;
- Gemeentelijke weg – Zweedsestraat – beheerder: Gemeente Zutphen;
- Enkele persriolen (beheer: Waterschap Rijn en IJssel)
- Aardgaspijpleiding (beheer: Gasunie)
- HDD's:
  - Middenspanningskabel (beheer: Liander)
  - Datakabel (beheer: Eurofiber)
  - Datakabel (beheer: Trent)
- Diverse kabels en leidingen

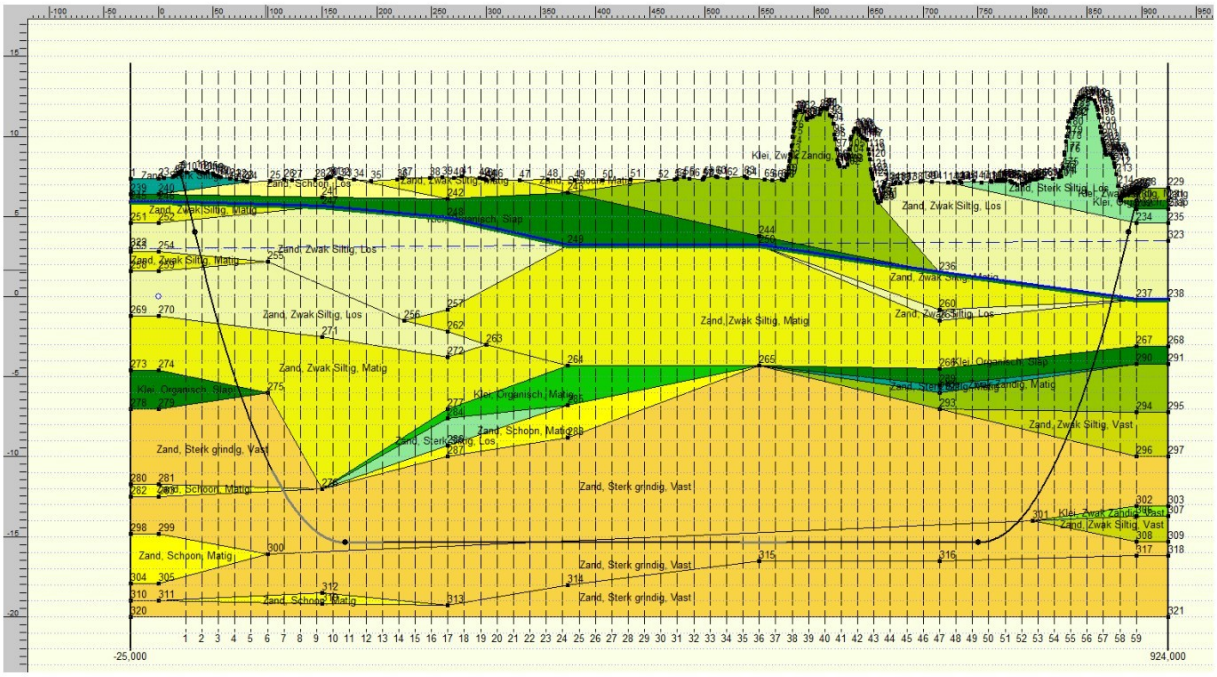
De geprojecteerde boorlijn voldoet aan de gestelde normen en eisen zoals beschreven in Tabel 1.

Bij het in- en uittredepunt bevinden zich geen kabels of leidingen. De hoofdaannemer lokaliseert eventuele aanwezige kabels en leidingen in de nabijheid van het in- en uittredepunt. Indien een risico op schade van de kabels of leidingen aanwezig is, worden beschermende maatregelen genomen en worden de kabels en leidingen gemonitord.

3.2 Bodemprofiel

Wij hebben een representatief bodemprofiel opgesteld aan de hand van de ontvangen grondgegevens zoals vermeld in Tabel 2. Het gebruikte grondonderzoek is toegevoegd in BIJLAGE II. Wij hebben de grondparameters bepaald aan de hand van tabel 2.b van de NEN-EN 1997/NB 2019.

De boringen bevinden zich voornamelijk in schoon tot zwak siltig zand. De bovenlaag bestaat uit zwak siltig zand met op ongeveer een meter onder het maaiveld een organische kleilaag. Op een diepte van ongeveer 12 meter onder het maaiveld bevindt zich een tweede kleiige laag, bestaande uit organische klei en siltig zand. De vloerpijpen bevinden zich in sterk grindig, vast zand. Op een diepte van -1m tot -3m NAP en in de grondlagen vanaf ongeveer -13m NAP is grind aangetroffen. In Figuur 2 is de gemodelleerde grondopbouw weergegeven. Dit model is representatief voor beide boringen.



Figuur 2a Schematische weergave bodemopbouw

3.3 Grondwaterstand

De grondwaterstand is afkomstig van Grondwatertools.nl en geotechnisch onderzoek van Hutton Geotechniek. De peilbuisgegevens zijn bijgevoegd in BIJLAGE II.

Grondwaterstand	
Freatische grondwaterstand	+5,85 m NAP
Stijghoogte 1e watervoerende pakket	+5,45 m NAP

Tabel 4 Grondwaterstand

De grondwaterstand fluctueert in de tijd onder invloed van het weer en de seizoenen. In de berekeningen houden wij de meest conservatieve waarde aan, de hoogst gemeten freatische waterstand.

3.4 Kwelanalyse

De boring kruist geen waterafsluitende pakketten en blijft geheel in de watervoerende lagen. Wij verwachten daarom geen verticale kwel vanuit het Pleistocene zandpakket.

4. BESCHRIJVING WERKMETHODE HDD

4.1 Inrichten van het werkterrein

Het boormaterieel voeren wij aan met vrachtwagens. De hoofdaannemer richt het terrein bij zowel het in- als het uittredepunt in met rijplaten. Aan zowel de intrede- als de uittredezijde graaft de hoofdaannemer mudpits voor de ontvangst van de uitkomende grond en boorspoeling.

4.2 De boorfases

Een gestuurde boring bestaat uit maximaal vier fases:

- Fase 1 – De pilotboring;
- Fase 2 – De ruimfase(s);
- Fase 3 – De wiper trip(s) / cleaning run(s);
- Fase 4 – Het intrekken van de boorstreng.

De pilotboring voeren wij uit met de Gyro Steering Tool, zie BIJLAGE V. Na de pilotboring verwachten wij dat wij één ruimfase uitvoeren. Aan de hand van de werkelijke grondsituatie en de verkregen boorgegevens, bepaalt de uitvoerder hoeveel ruimfases hij nodig acht. Na de ruimfases bepaalt de uitvoerder of een (of meerdere) wiper trip(s) nodig is voor het intrekken van de boorstreng.

4.3 Omgang met de boorvloeistof

Via de boorstangen pompen wij boorspoeling naar de boorkop, waar de boorspoeling via de nozzles de grond losspuit en transporteert via het boorgat naar de mudpits aan de in- en uittredezijde. Het gebruik van boorvloeistof versterkt verder de stabiliteit van het boorgat. Wij gebruiken voor deze boring OCMA van CEBO Holland B.V. als basis voor de boorvloeistof. De boorspoeldrukken worden continu gemeten bij de pomp. Indien de mudengineer dit nodig acht, past hij de samenstelling van de boorvloeistof aan.

Vrijkomende boorspoeling vangen wij op en voeren wij af. Wij nemen monsters van de boorvloeistof en laten deze testen door een extern bureau conform de NEN 5740 om verontreinigingen op te sporen. Verontreinigde boorvloeistof voeren wij af naar een erkend verwerker.

Het werkwater, voor het aanmaken van de boorspoeling, is vooraf op geleidbaarheid, PH-waarde en chloridegehalte getoetst. Het chloridegehalte van het water mag maximaal 3000 µS/cm zijn. Wij onttrekken het werkwater van een watergang in de nabijheid van de boring.

4.4 Intrekken van de boorstreng

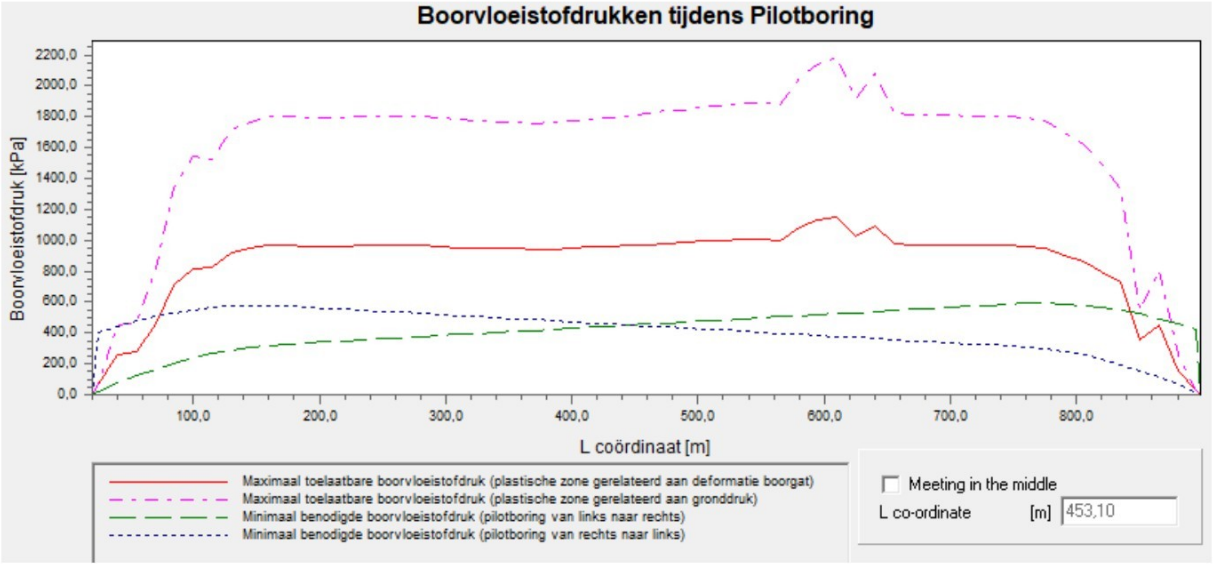
Voor het intrekken van de boorstreng is de boorstreng achter het uittredepunt opgesteld. Deze koppelen wij met een trekkop en swivel aan de ruimer of barrel. Wij trekken de boorstreng in één ononderbroken operatie in het boorgat. Vooraf aan het intrekken dienen de boorstrengen volledig gevuld te worden met water om het opdrijvend vermogen van de boorstrengen te verminderen.

5. BEREKENINGSRESULTATEN

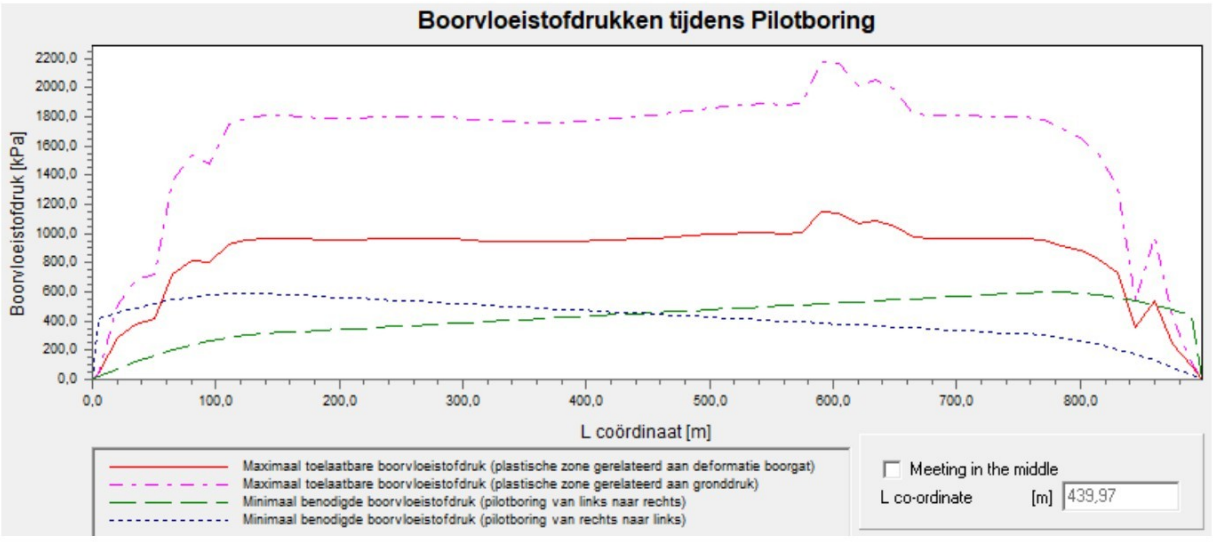
Met het geschematiseerde grondprofiel zijn berekeningen gemaakt in D-Geo Pipeline van Deltares. De software berekent de spanningen op de boorstreng tijdens de uitvoeringsfases en de benodigde boorvloeistofdrukken. De resultaten van de berekeningen zijn te lezen in BIJLAGE III.

5.1 Boorspoeldrukken

De boorspoeldrukken zijn berekend in de pilot-, de ruim- en de intrekfase. Om het risico op muduitbraak te minimaliseren, dient de minimaal benodigde boorspoeldruk kleiner te zijn dan de maximaal toelaatbare boorspoeldruk. De boorspoeldrukken in de pilotfase zijn maatgevend voor de boring, zie Figuur 3. Tijdens beide pilotboringen boren wij van rechts naar links (blauwe lijn).



Figuur 3a Boorspoeldrukken tijdens pilotboring HDD 040-A



Figuur 3b Boorspoeldrukken tijdens pilotboring HDD 040-B

In Figuur 3a is te zien dat voor HDD 040-A tijdens de laatste 53 meter van het boren de berekende boorspoeldruk groter is dan de toelaatbare boorspoeldruk en is het risico op muduitbraak het grootst. In Figuur 3b is te zien dat voor HDD 040-B tijdens de laatste 56 meter van het boren de

berekende boorspoeldruk groter is dan de toelaatbare boorspoeldruk. De risicozone bevindt zich in beide gevallen onder een weg. Daarnaast bevinden de boringen zich nog in hardere lagen, dus grondverdringend boren zal minder effectief zijn. Wij beheersen het risico op muduitbraak door de pompdruk tot een minimum te verlagen zodat de boorspoeldrukken lager zijn dan de maximaal toelaatbare boorspoeldrukken.

5.2 Spanningsanalyse en trekkracht

De boorstreng is berekend op spanningen (tijdens de intrek- en bedrijfsfase), deflectie en implosie. De berekeningen zijn bijgevoegd in BIJLAGE III. Uit de berekeningen volgt dat de boorstreng voldoet.

De verwachte trekkracht tijdens de intrekoperatie en bijbehorende spanningen zijn berekend in BIJLAGE III, inclusief een onzekerheidsfactor van 2,0 vanwege de aanwezigheid van grind conform de NEN 3650. De verwachte theoretisch maximale trekkracht is:

HDD	Benodigde trekkracht	Trekkracht incl. onzekerheidsfactor	Maximaal toelaatbaar op de boorstreng
HDD 040-A	145 kN / 14,8 ton	290 kN / 29,6 ton	418 kN / 42,6 ton*
HDD 040-B	120 kN / 12,2 ton	240 kN / 24,5 ton	309 kN / 31,5 ton*

Tabel 5 Resultaat trekkracht

* Op basis van de gesommeerde maximaal toelaatbare theoretische trekkracht per buis.

6. IN TE ZETTEN MATERIEEL / MATERIAAL

6.1 Boormachine en bijbehorend materieel

De boormachine dient een trekkracht te hebben van minimaal de trekkracht inclusief onzekerheidsfactor, zoals aangegeven in Tabel 5. Wij maken op basis van de planning en/of het te gebruiken meetsysteem gebruik van de 80 ton boormachine. Wanneer deze machine en/of bijbehorend materieel niet beschikbaar is door wijzigingen in de planning, maken wij gebruik van een gelijkwaardige machine en/of materieel. In BIJLAGE IV zijn de specificaties van het geplande materieel beschreven.

In Tabel 6 zijn de diameters van de boorkoppen en boorgaten tijdens de verschillende fases van de HDD weergegeven.

Omschrijving	Eenheid	Pilotfase	Ruimfase	Wiper trip	Intrekfase
Boorkop / ruimer	[-]	Jet bit	FLC	Barrel Reamer	Barrel Reamer
Diameter boorkop/ruimer	[mm]	170	585	460	460
Diameter boorgat	[mm]	280	585	585	585

Tabel 6a Specificatie boormaterieel boorfases HDD 040-A

Omschrijving	Eenheid	Pilotfase	Ruimfase	Wiper trip	Intrekfase
Boorkop / ruimer	[-]	Jet bit	FLC	Barrel Reamer	Barrel Reamer
Diameter boorkop/ruimer	[mm]	170	488	420	420
Diameter boorgat	[mm]	280	488	488	488

Tabel 6b Specificatie boormaterieel boorfases HDD 040-B

6.2 Dodebedconstructie

De boormachine gebruikt een dodebed om de trekkrachten af te dragen aan de ondergrond. Het door ons toe te passen dodebed bestaat uit ontkoppelde Larssen L2N-damwandplanken (S240) met een lengte van 5,5 m of gelijkwaardig. Een HEB-profiel verbindt de damwanden met elkaar om de trekkrachten te verdelen. Bij het verankeren van de machine houden wij rekening met de aanwezigheid van bestaande kabels en leidingen.

7. PROJECTSPECIFIEKE RISICOANALYSE

De algemene Risico-Inventarisatie en Evaluatie (RI&E) is bijgevoegd in BIJLAGE VIII. Hieronder staan de projectspecifieke risico's omschreven:

Calamiteit	Gevolg	Kans	Beheersmaatregelen
Kabels en leidingen liggen niet op de locatie conform de KLIC	Schade aan kabels en leidingen	Matig	▪ Opzoeken van eventuele kabels en leidingen bij het in- en uittredepunt in de mudpit; ▪ Beschermende maatregelen treffen indien nodig om schade te voorkomen.
Te hoge boorspoeldrukken tijdens de pilotfase	Muduitbraak	Matig	▪ De pompdruk verlagen bij het uittredepunt om de boorspoeldrukken te reduceren; ▪ Waar mogelijk grondverdringend boren.
Grind in de ondergrond	Overmatig verlies van boorspoeling	Matig	▪ De boorspoeling verdikken om overmatig verlies van boorspoeling te voorkomen. ▪ Indien nodig toevoegingen gebruiken in de boorvloeistof om het verlies van boorspoeling te reduceren.
Instabiel boorgat	Verzakking spoorlijn	Nihil	▪ Indien tijdens de uitvoering getwijfeld wordt over de integriteit van het spoor en / of de spoordijk, direct contact opnemen met ProRail over de te nemen vervolgstappen

Tabel 7 Projectspecifieke risico's

8. CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN

Op basis van de informatie van de gemaakte berekeningen en de informatie uit hoofdstuk 2 van het boorplan concluderen wij dat de boring voldoet aan de gestelde eisen en normen.

De aandachtspunten zijn:

Algemene aandachtspunten

- De verwachte trekkracht inclusief veiligheidsfactoren voor HDD 040-A bedraagt 29,6 ton en de maximale toelaatbare trekkracht bedraagt 42,6 ton;
- De verwachte trekkracht inclusief veiligheidsfactoren voor HDD 040-B bedraagt 24,5 ton en de maximale toelaatbare trekkracht bedraagt 31,5 ton;

Uitvoeringstechnische aandachtspunten

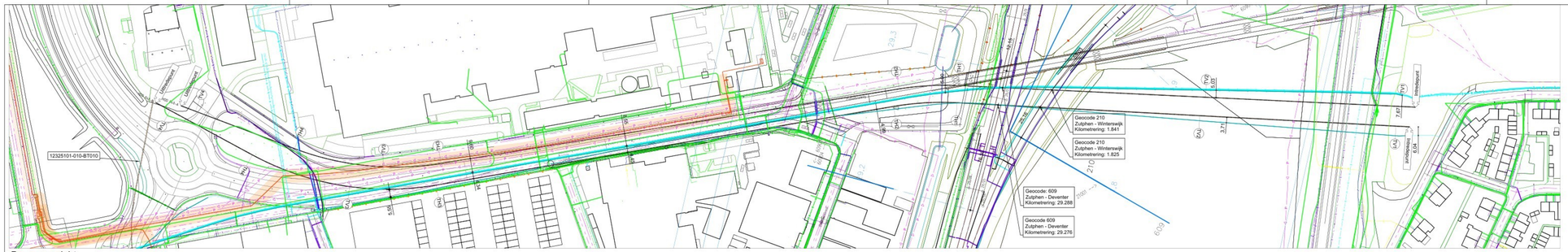
- Beide boorstrengen dienen geballast te worden tijdens het intrekken met water om het opdrijvend vermogen van de boorstrengen tegen te gaan en de trekkracht (incl. onzekerheidsfactor) onder de maximale toelaatbare trekkracht op de boorstrengen te brengen;
- Tijdens de laatste 53 meter voor boring HDD 040-A en de laatste 56 meter voor boring HDD 040-B bestaat in de pilotfase een beheersbaar risico op muduitbraak; Het verwachte risicogebied bevindt zich onder een weg. De boringen bevinden zich hier nog steeds in hardere lagen waardoor grondverdringend boren minder effectief is.
- Er bevinden zich geen kabels of leidingen bij het in- en uittredepunt.

Bodem specifieke aandachtspunten

- De boorlijn bevindt zich voornamelijk in schoon en zwak siltig zand. Ongeveer 1 meter onder maaiveld en ongeveer 12 meter onder maaiveld verwachten wij een kleilaag aan te treffen.
- In de bodemopbouw zijn grindlagen aangetroffen tussen de -1m en -3m NAP en in de zandlagen vanaf ongeveer -13m NAP.

BIJLAGE I TEKENING

Onderdeel	Tekening
Situatie, algemeen plan en boorprofiel (Bovenaanzicht en langsdoorsnede)	12325101-009-BT040-A+B

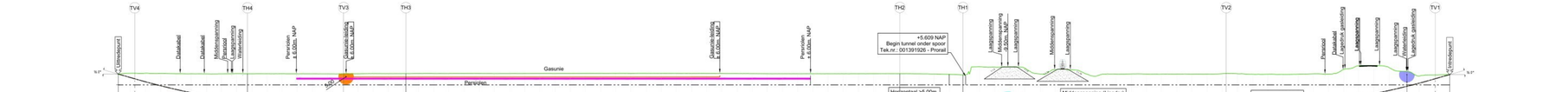




Situatie
Schaal: 1:5000

Bovenaanzicht

Schaal: 1:1000



Totale boorlengte: 882.56m

| | | |

BIJLAGE II GRONDONDERZOEK EN GRONDWATERSTAND

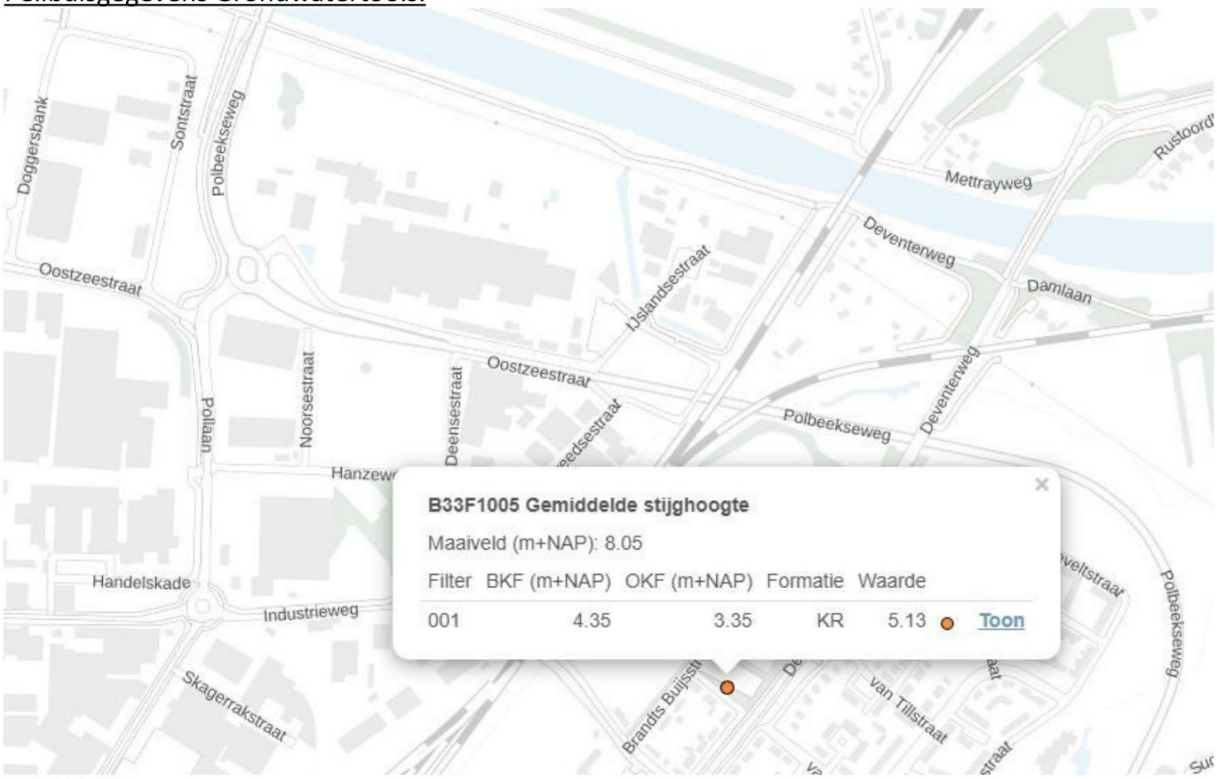
Onderdeel	Bron
Sonderingen	Hutton Geotechniek
Peilbuis	Hutton Geotechniek, Grondwatertools.nl

Peilbuisgegevens Huttons Geotechniek:

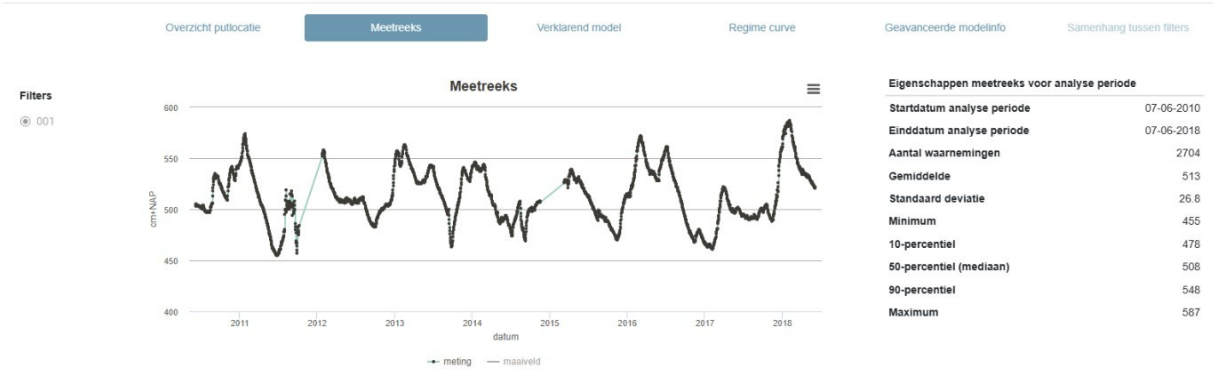




Peilbuisgegevens Grondwatertools:



Putlocatie B33F1005



GEOTECHNISCH GRONDONDERZOEK

N348 e.o. in Zutphen

Opdrachtgever
A. Hak Groep B.V.
Steenhoven 2
4196 HG Tricht

Uitgevoerd door
Hutton Geotechniek
Pruisische Veldweg 92
7552 AE Hengelo
+31 (0)85 82 222 30
info@huttongeo.com

Status
Definitief
Datum
30 januari 2026
Projectnummer
2500716
Documentkenmerk
2500716/R01

Auteur
[redacted]
Handtekening:
[redacted]
datum: 30 januari 2026

Kwaliteitscontrole
[redacted]
Handtekening:
[redacted]
datum: 30 januari 2026

Sondering (CPT)	X-coördinaat	Y-coördinaat	NAP-hoogte (maaiveld)
CPT01	212120,63	462724,73	7,99
CPT02	212129,97	462790,48	7,31
CPT03	212100,86	463125,61	7,59
CPT04	211938,60	463085,61	7,78
CPT05	211815,95	463211,75	7,66
CPT06	211608,64	463344,13	8,37
CPT07	211459,85	463491,88	6,21
CPT08	211292,25	463520,32	7,07
CPT09	211123,60	463560,64	7,37
CPT10	211009,73	463550,32	7,33
CPT11	210900,18	463574,44	6,82
CPT12	210795,08	463790,98	7,50
CPT13	210906,96	464083,48	5,15
CPT14	211001,45	464368,04	5,99
Mechanische pulsboringen (BH)			
BH01	211001,19	464369,44	6,06
BH02	210810,11	463694,03	7,26
BH03	211611,44	463346,88	8,38
BH04	211938,05	463087,13	7,82
Bovenkant filters peilbuizen (PB)			
PB01-1	211001,19	464369,44	6,53
PB01-2	211001,19	464369,44	6,48
PB02-1	210810,11	463694,03	7,74
PB02-2	210810,11	463694,03	7,69
PB02-3	210810,11	463694,03	7,63
PB03-1	211611,44	463346,88	8,76
PB03-2	211611,44	463346,88	8,71
PB04-1	211938,05	463087,13	8,22
PB04-1	211938,05	463087,13	8,17

211575.000
211625.000
211675.000
463375.000
463325.000

BH03
CPT06

Lunenstraat

Legenda

- Sondering
- Mechanische boring met 2 peilbuizen

N

0 10 20 m

Geotechnisch grondonderzoek

Opdrachtgever	A. Hak
Projectnummer	2500716
Schaal	1:500
Tekenaar	
Bijlage	1
Datum	29-01-2026
Formaat	A3

HUTTON GEOTECHNIEK

211425.000
211475.000
211525.000
463525.000
463475.000
463425.000

CPT07

1478
1477
268
267
1544
1541
1566
1542
1058
1622
1565

Potmeeksweg

Legenda

Sondering

N

0 10 20 m

Geotechnisch grondonderzoek

Opdrachtgever	A. Hak
Projectnummer	2500716
Schaal	1:500
Tekenaar	
Bijlage	1
Datum	29-01-2026
Formaat	A3

HUTTON GEOTECHNIEK

211225.000 211275.000 211325.000

463575.000

463525.000

463475.000

CPT08

1471 1745 1568 1215 1569 1010 1009 1546 1001 1518 1696 1663 1246

Legenda

Sondering

N

0 10 20 m

Geotechnisch grondonderzoek

Opdrachtgever	A. Hak
Projectnummer	2500716
Schaal	1:500
Tekenaar	
Bijlage	1
Datum	29-01-2026
Formaat	A3

HUTTON GEOTECHNIEK

211025.000
211075.000
211125.000
463625.000
463575.000
463525.000

CPT09
CPT10

1552
999
Pelikaanweg
28

Legenda

▼ Sondering

N

0 10 20 m

Geotechnisch grondonderzoek

Opdrachtgever	A. Hak
Projectnummer	2500716
Schaal	1:500
Tekenaar	
Bijlage	1
Datum	29-01-2026
Formaat	A3

HUTTON GEOTECHNIEK



Legenda

▼ Sondering

N

0 10 20 m

Geotechnisch grondonderzoek

Opdrachtgever	A. Hak
Projectnummer	2500716
Schaal	1:500
Tekenaar	
Bijlage	1
Datum	29-01-2026
Formaat	A3

HUTTON GEOTECHNIEK

210775.000
210825.000
210875.000
463775.000
463725.000
463675.000

CPT12

BH02

1469

1555

Polderbaanweg

Legenda

- Sondering
- Mechanische boring met 3 peilbuizen

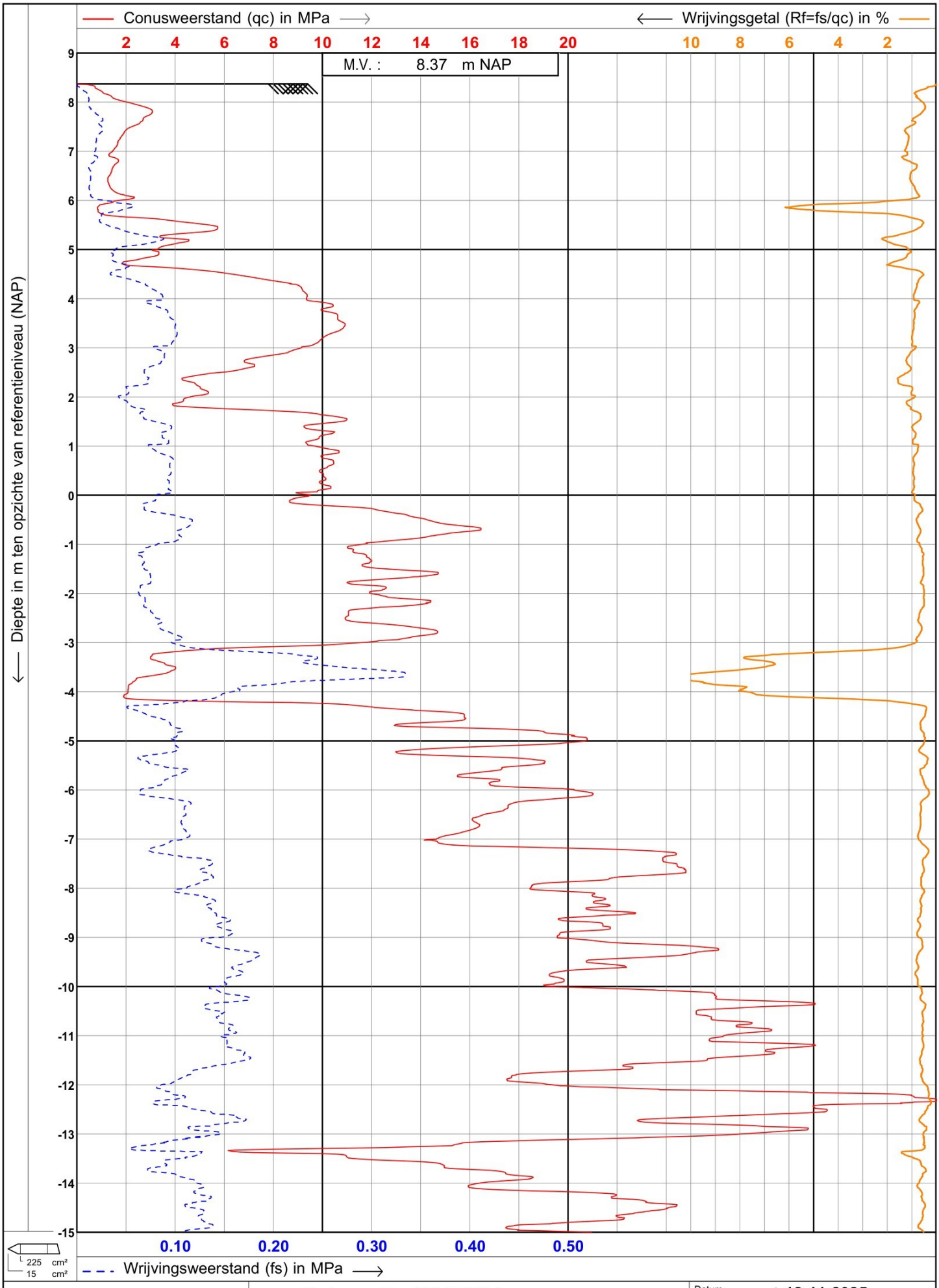
N

0 10 20 m

Geotechnisch grondonderzoek

Opdrachtgever	A. Hak
Projectnummer	2500716
Schaal	1:500
Tekenaar	
Bijlage	1
Datum	29-01-2026
Formaat	A3

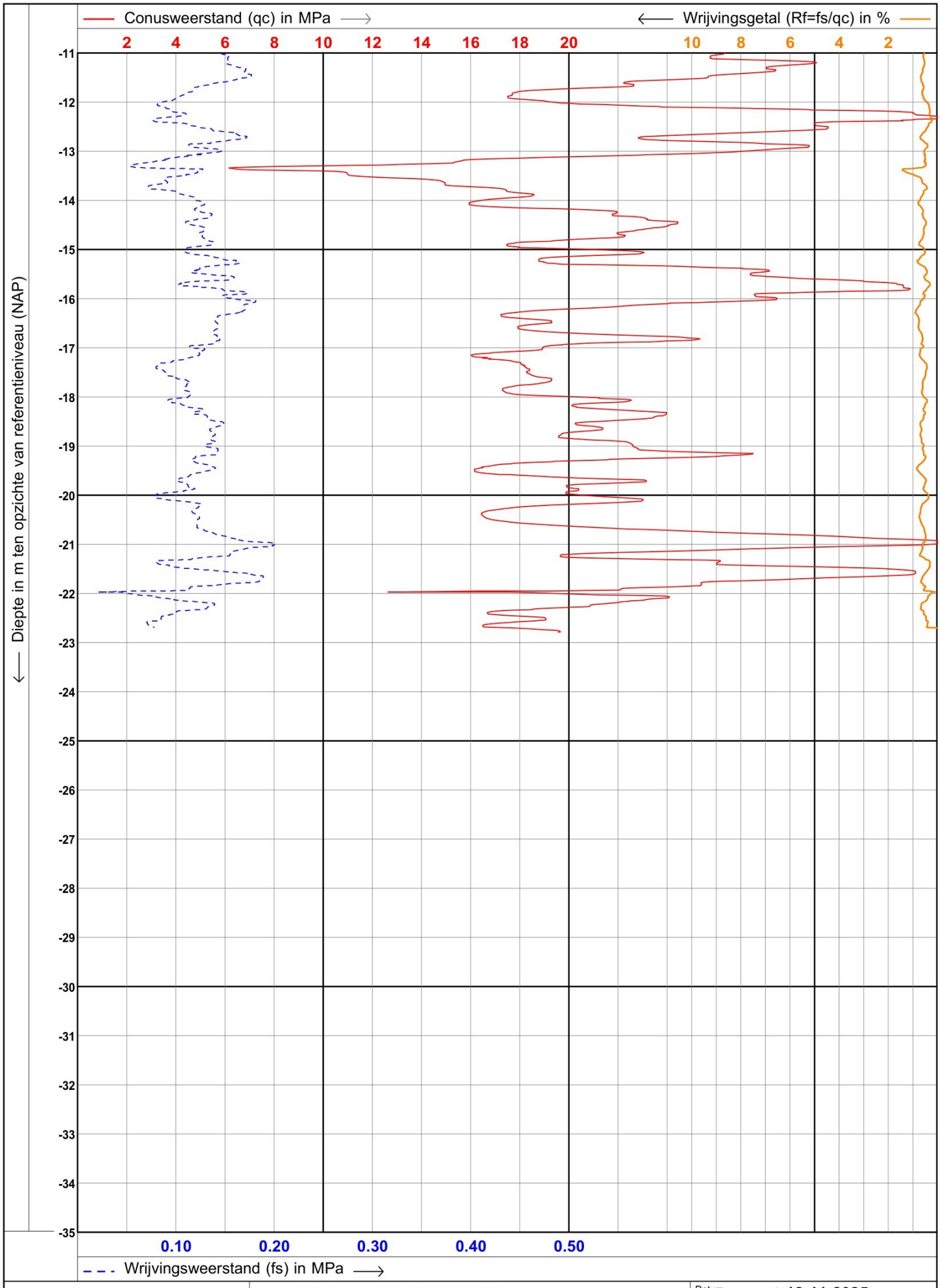
HUTTON GEOTECHNIEK



Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211608.64, 463344.13 RD**

Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT06**

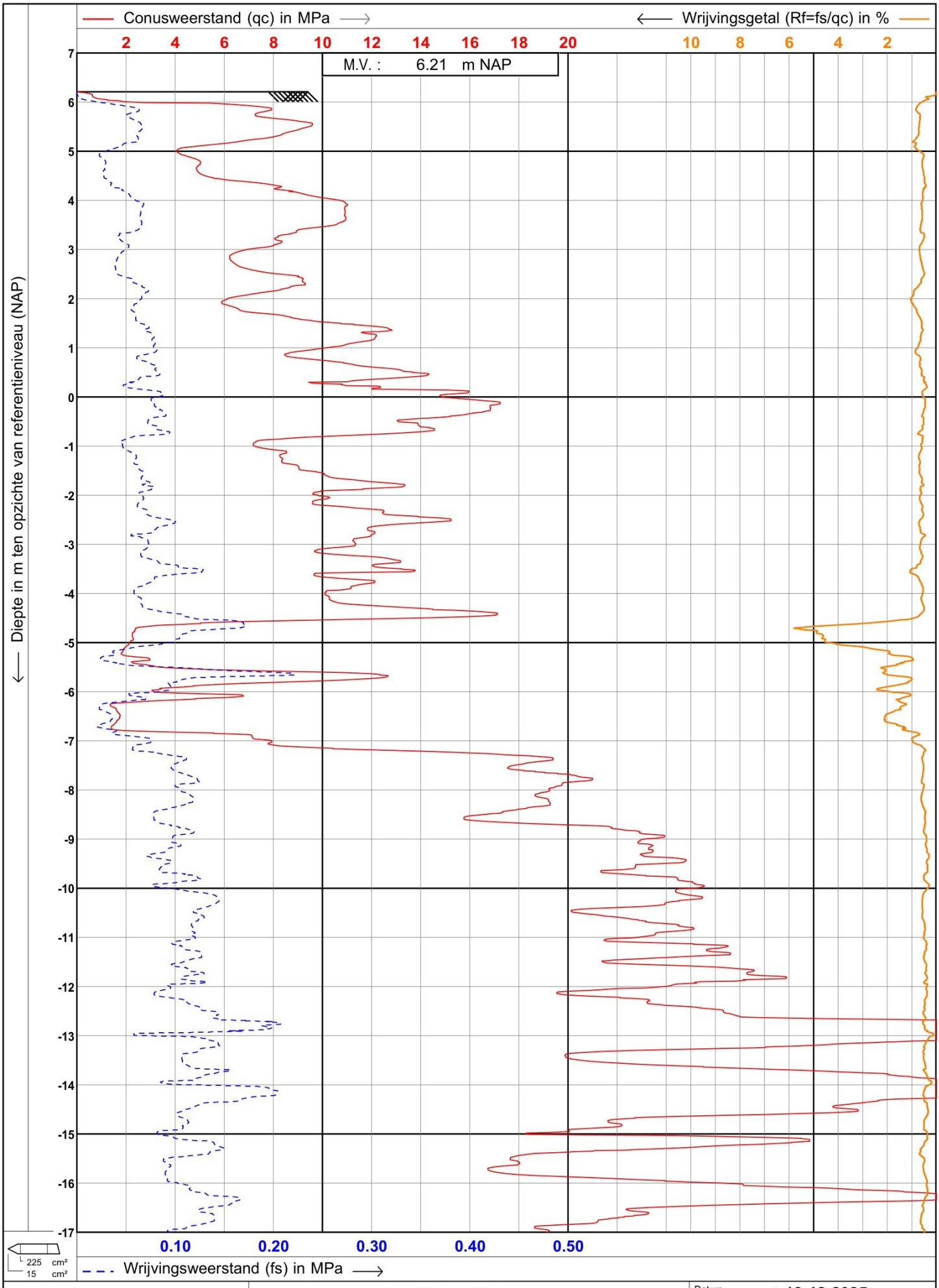


HUTTON GEOTECHNIEK

Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211608.64, 463344.13 RD**

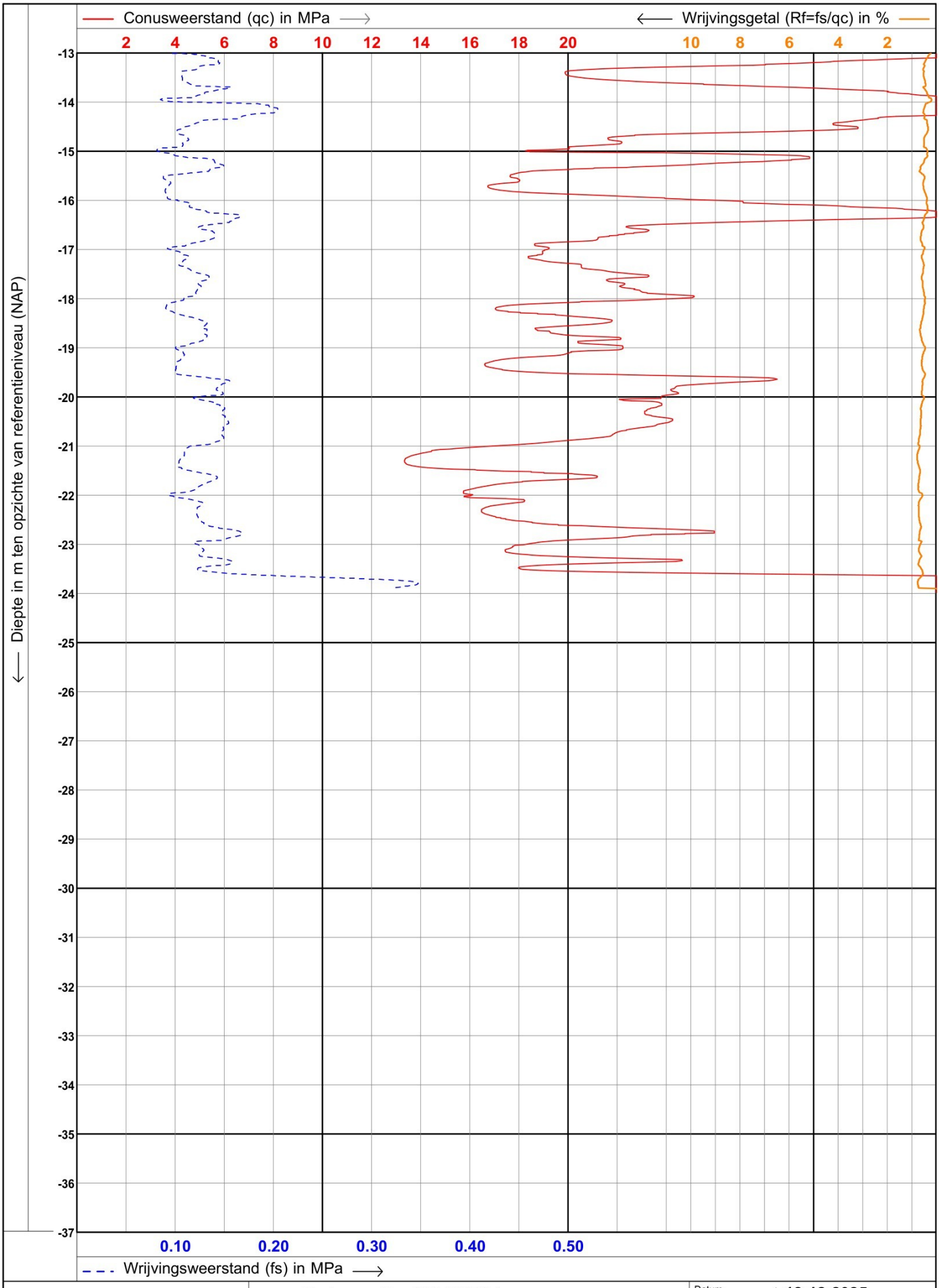
Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT06** 2/2



Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211459.85, 463491.88 RD**

Datum	:	**18-12-2025**
Conusnr.	:	**DP15CFPTXY.71253**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT07**

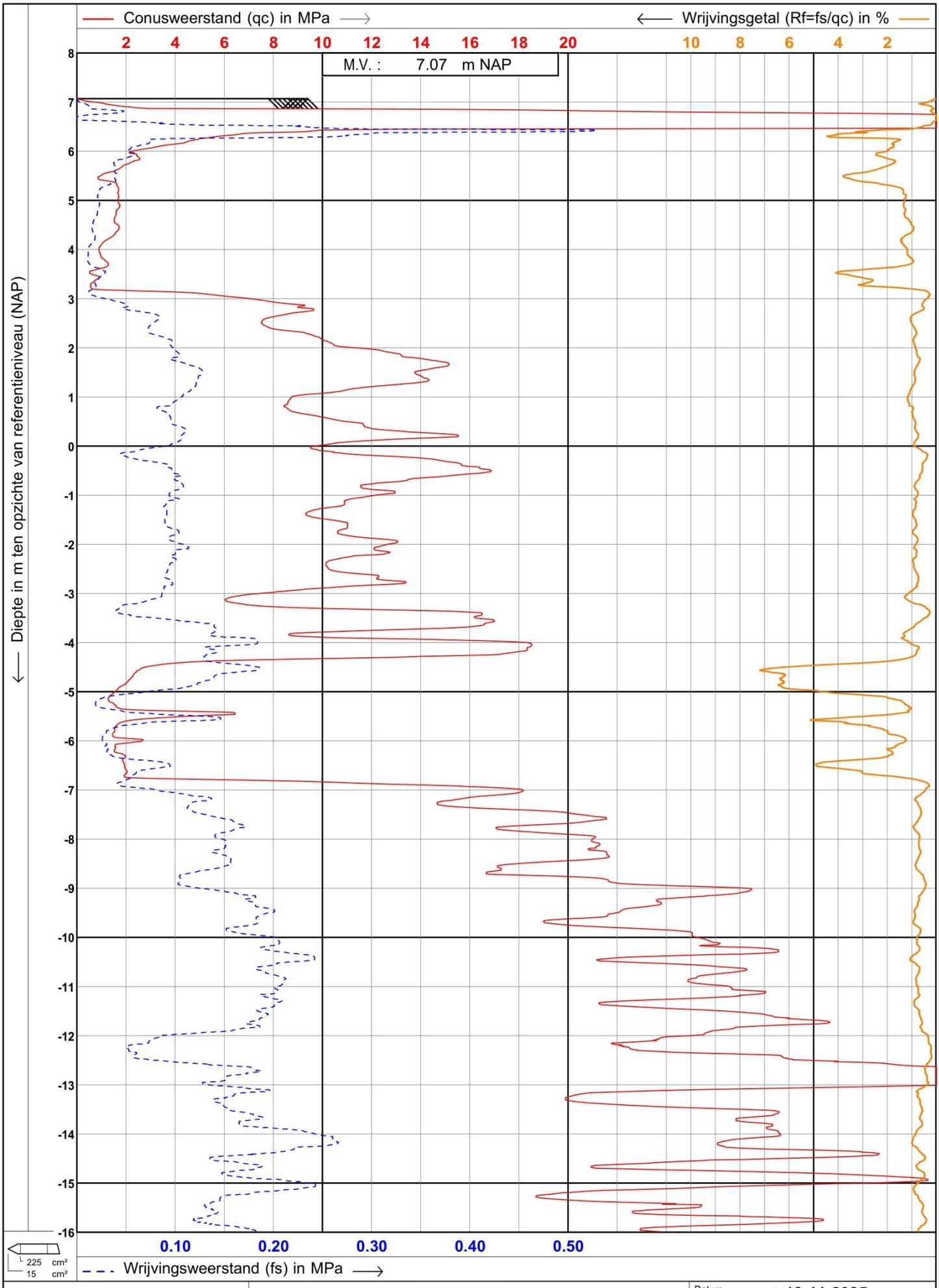


HUTTON GEOTECHNIEK

Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211459.85, 463491.88 RD**

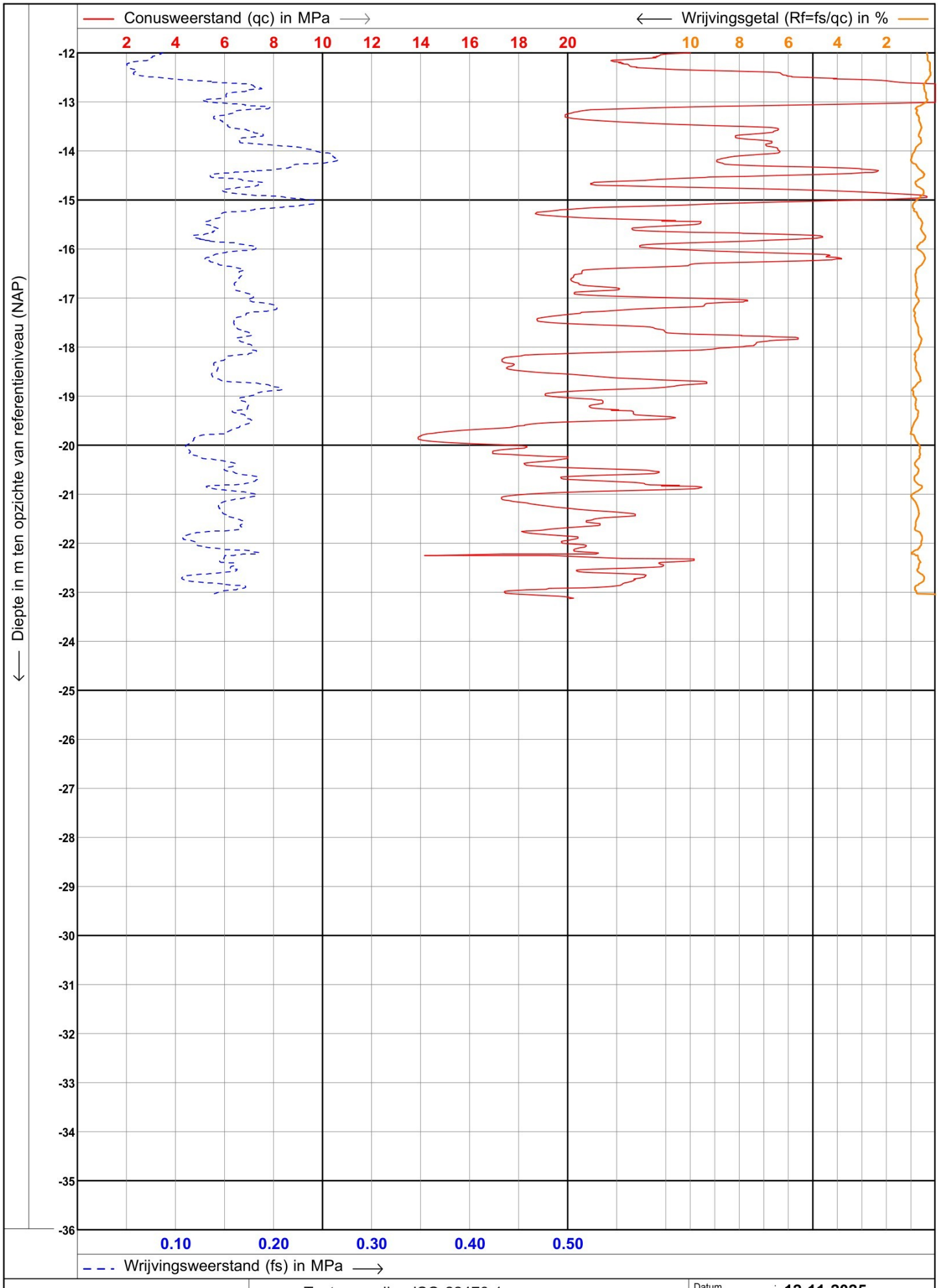
Datum	:	**18-12-2025**
Conusnr.	:	**DP15CFPTXY.71253**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT07** 2/2



Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211292.25, 463520.32 RD**

Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT08**

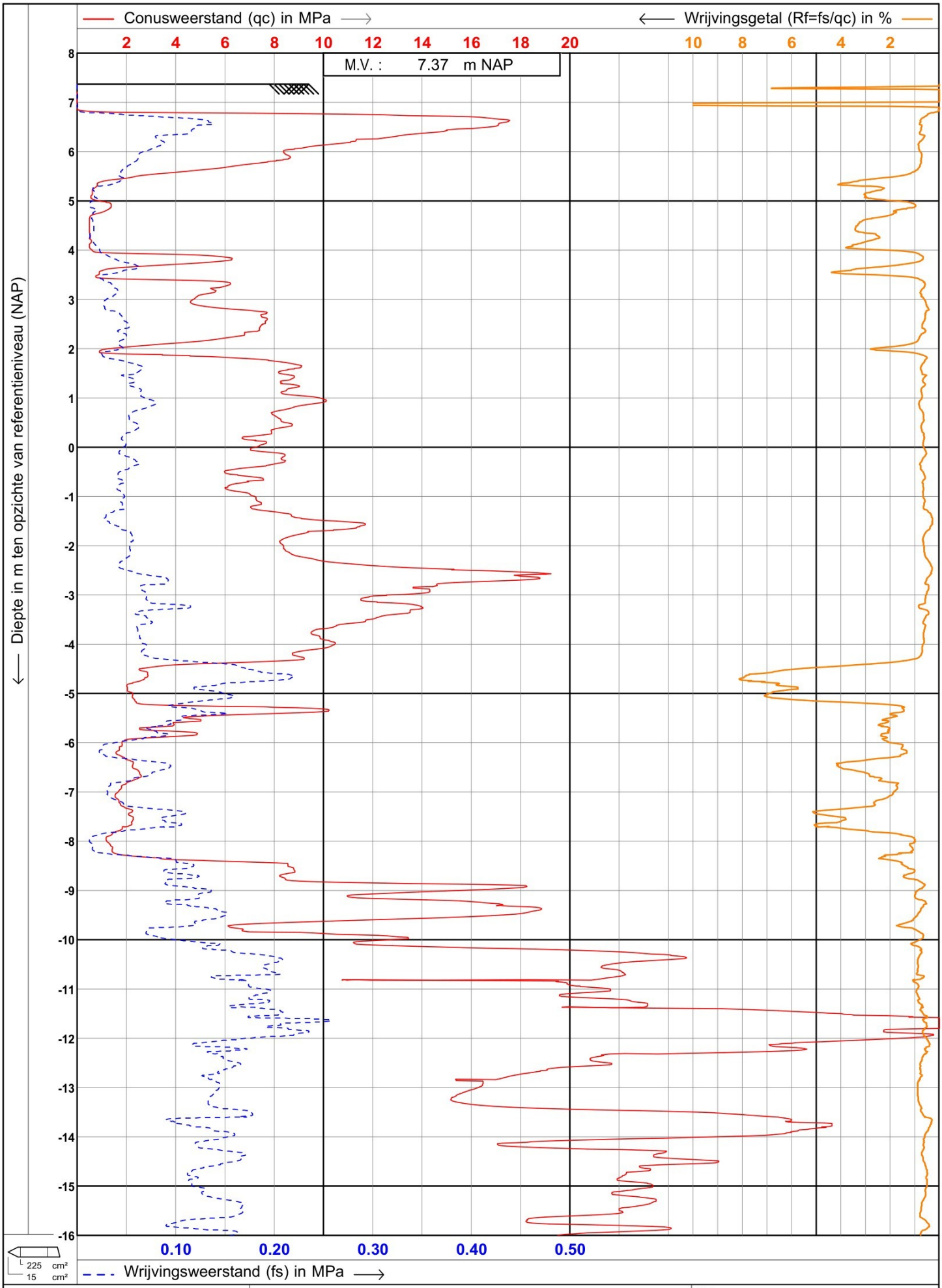


HUTTON GEOTECHNIEK

Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211292.25, 463520.32 RD**

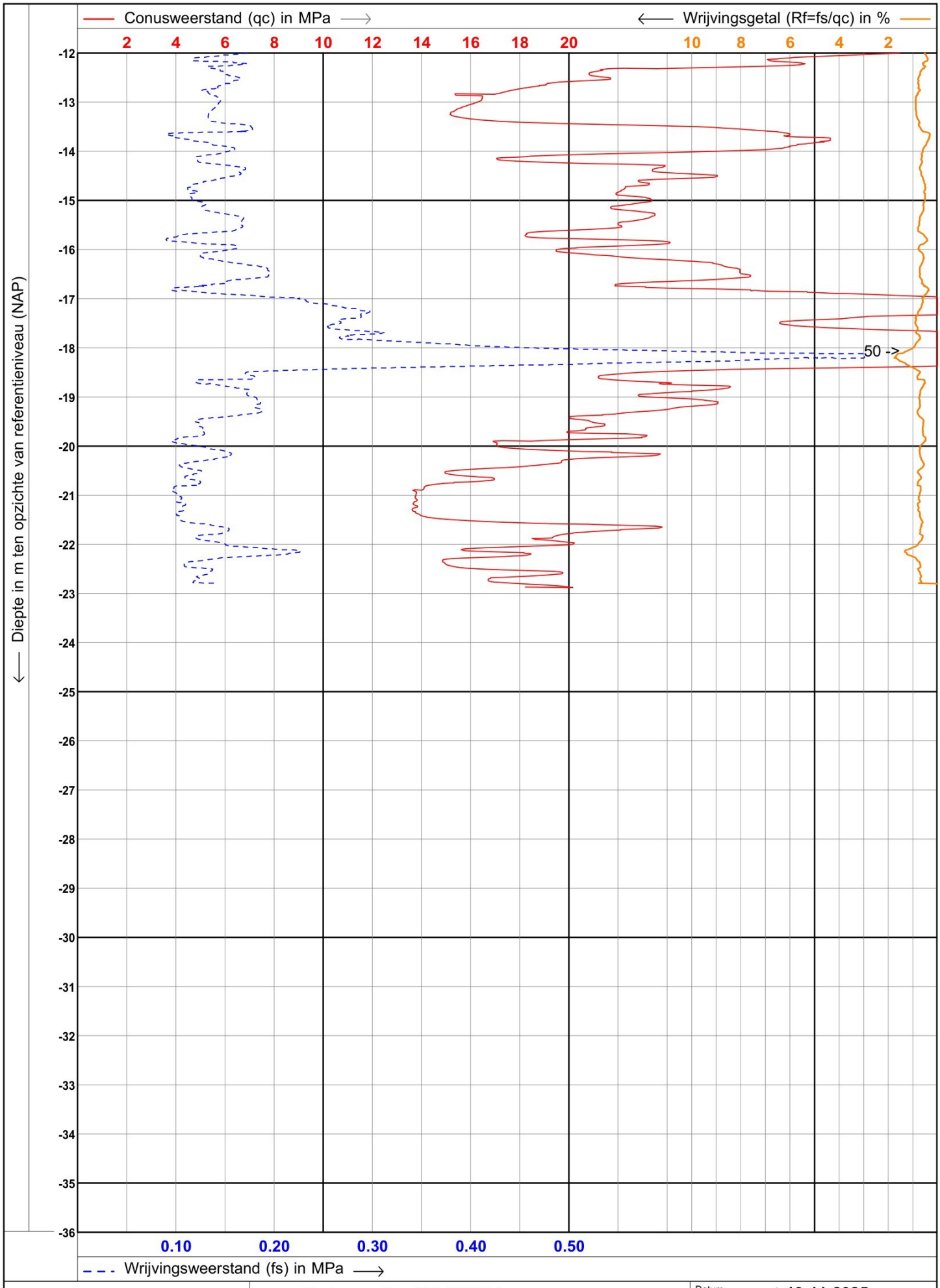
Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT08** 2/2



Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211123.6, 463560.64 RD**

Datum	:	**19-11-2025**
Conusnr.	:	**DP15CFPTXY.71253**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT09**

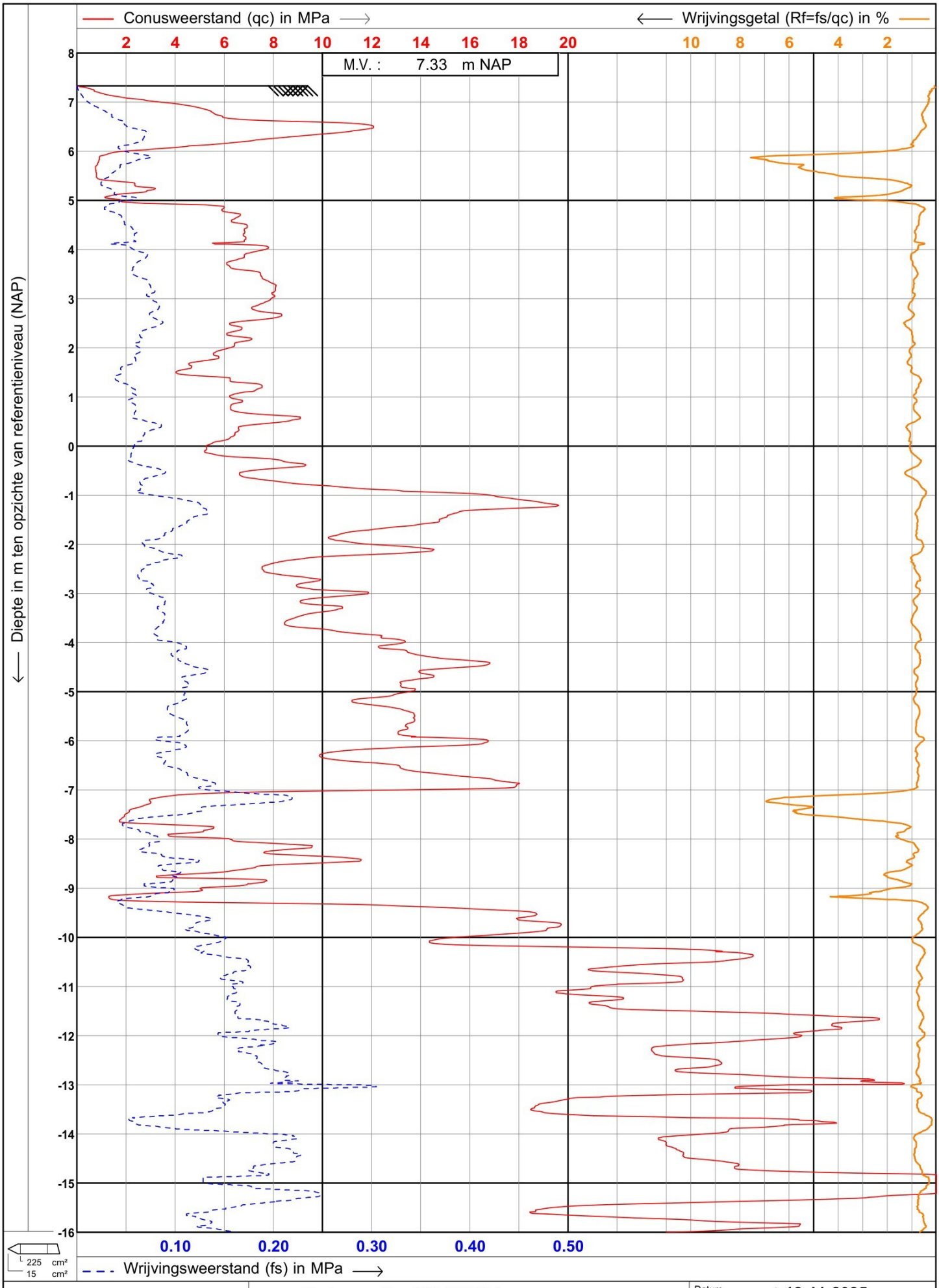


HUTTON GEOTECHNIEK

Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211123.6, 463560.64 RD**

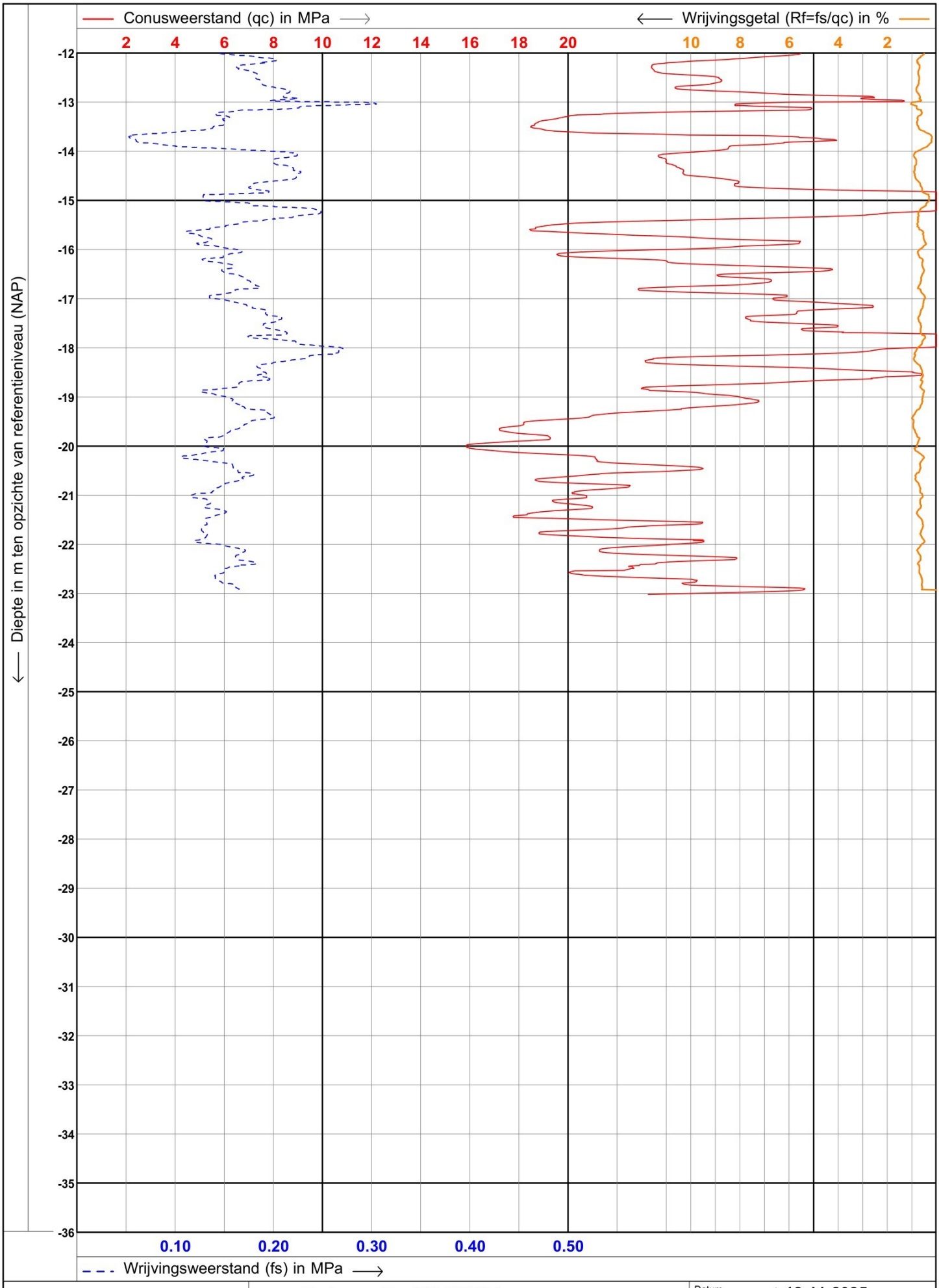
Datum	:	**19-11-2025**
Conusnr.	:	**DP15CFPTXY.71253**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT09** 2/2



Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211009.73, 463550.32 RD**

Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT10**

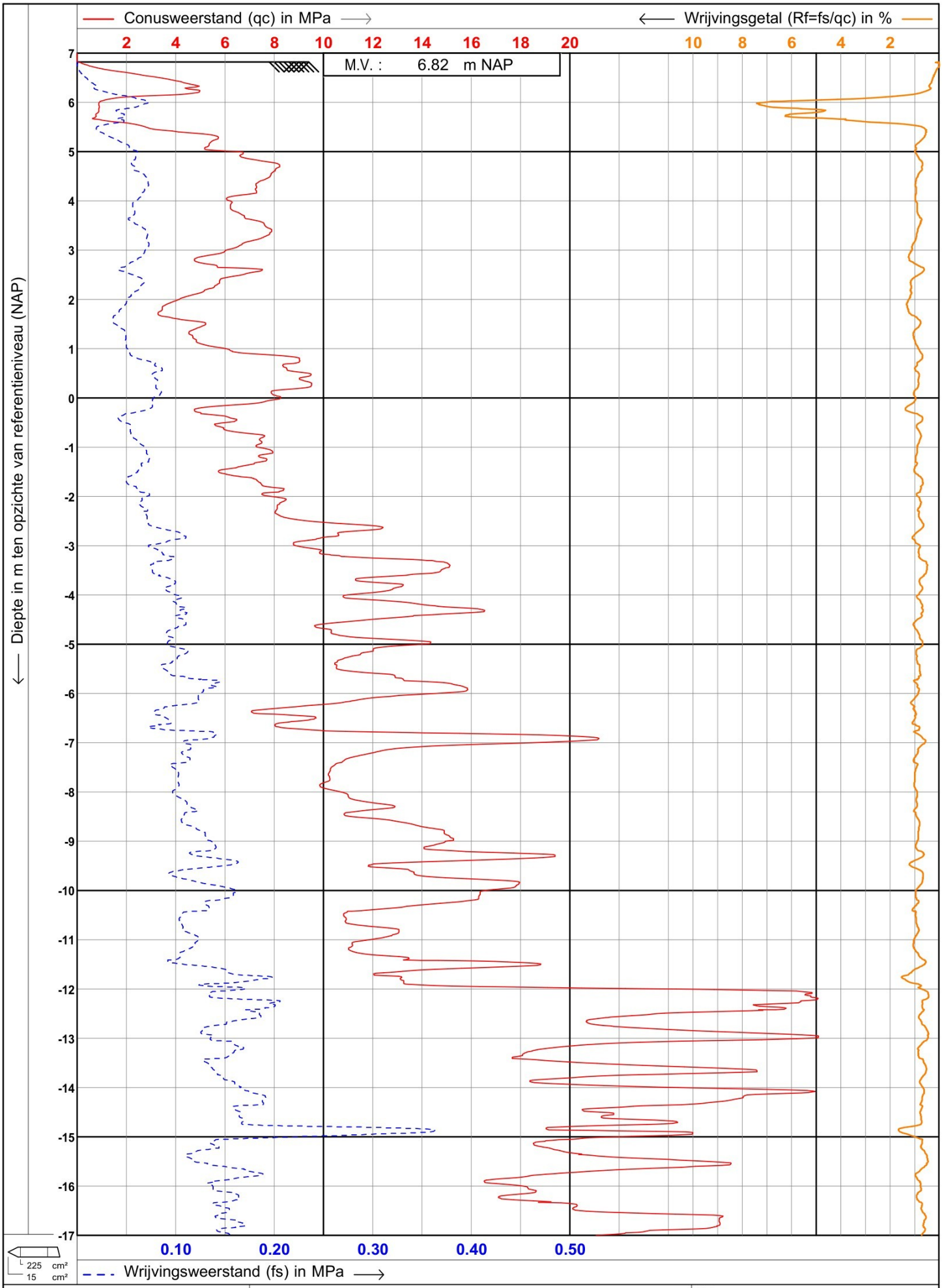


HUTTON GEOTECHNIEK

Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**211009.73, 463550.32 RD**

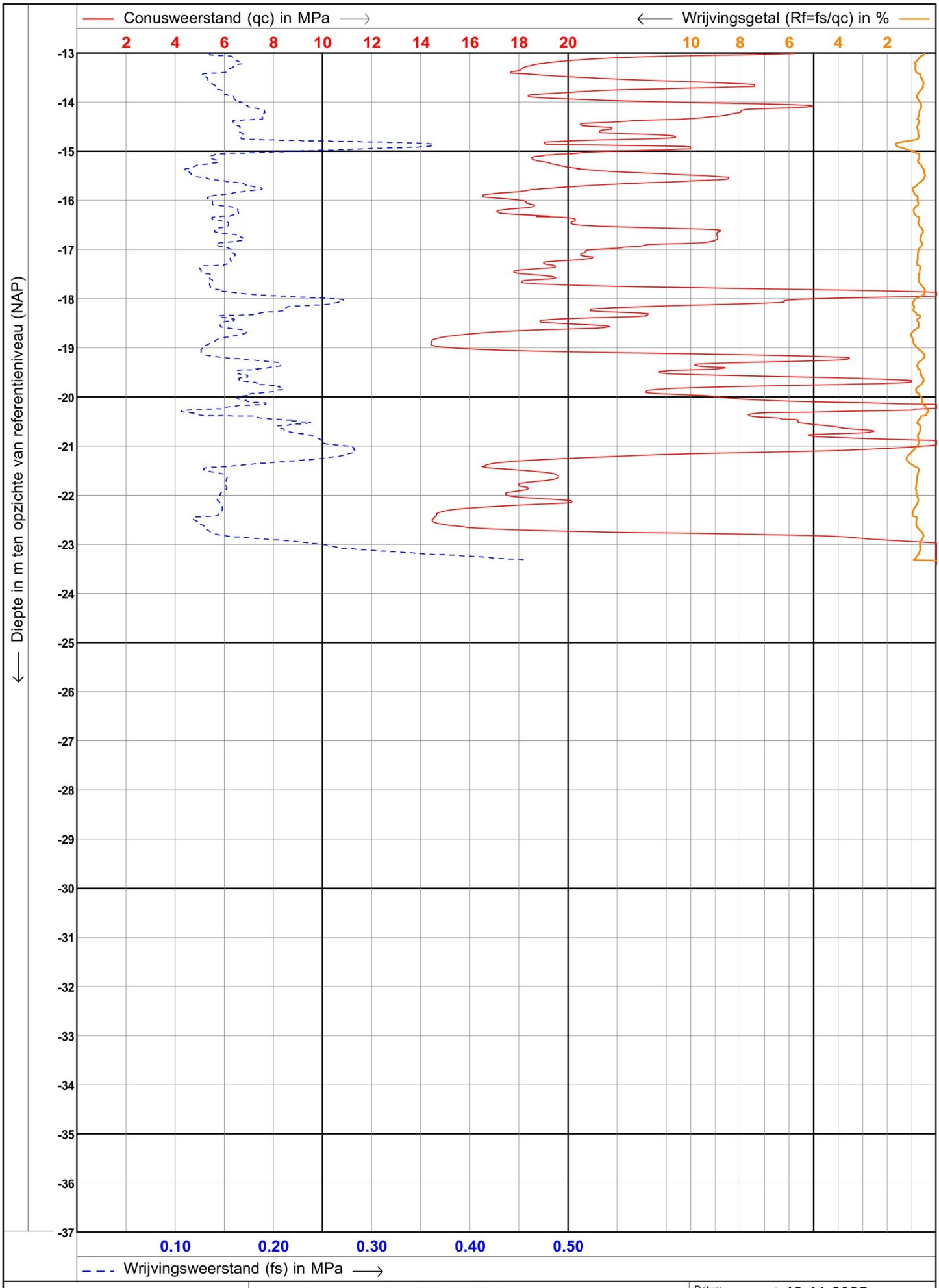
Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT10** 2/2



Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**210900.18, 463574.44 RD**

Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT11**

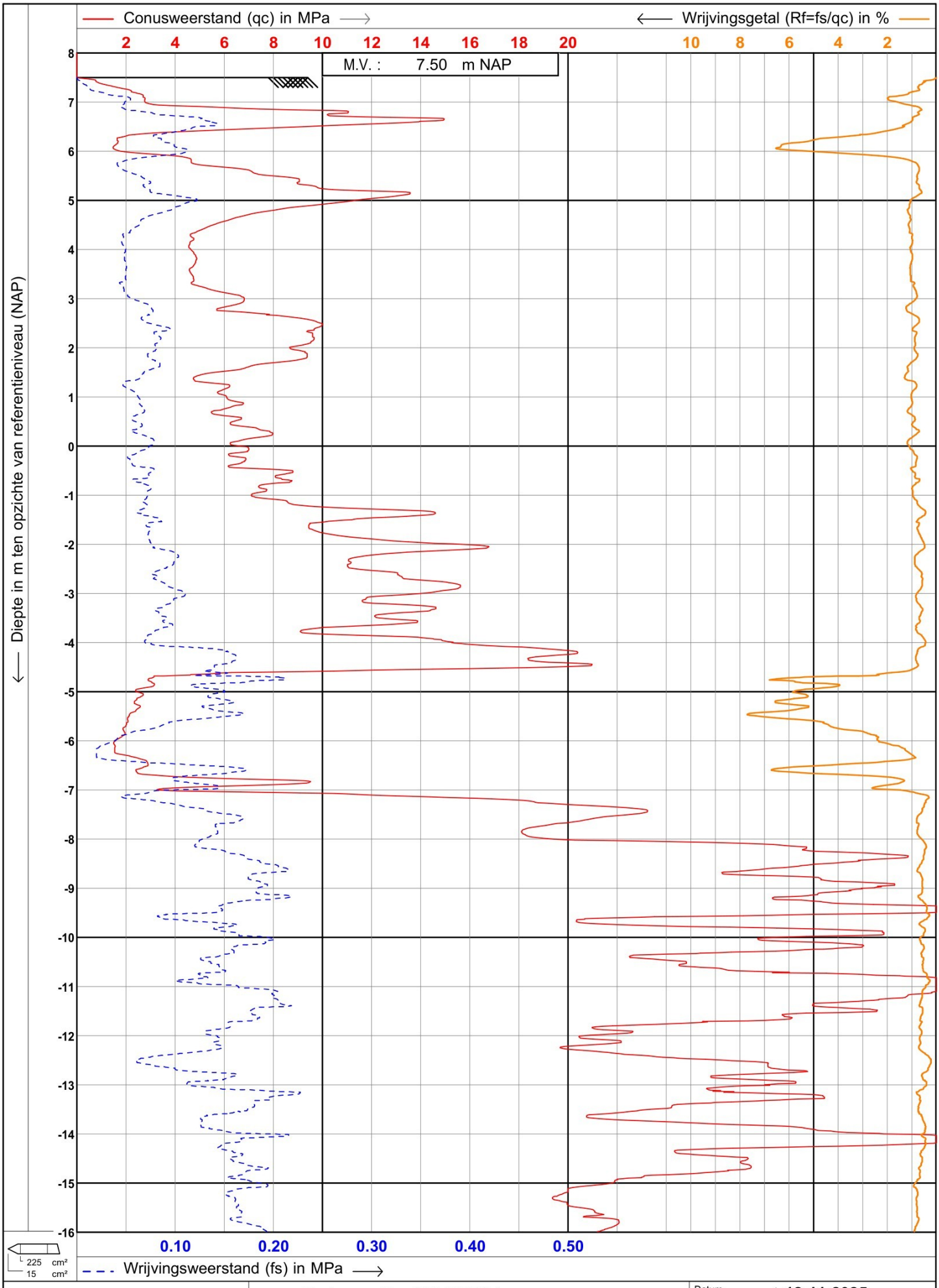


HUTTON GEOTECHNIEK

Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**210900.18, 463574.44 RD**

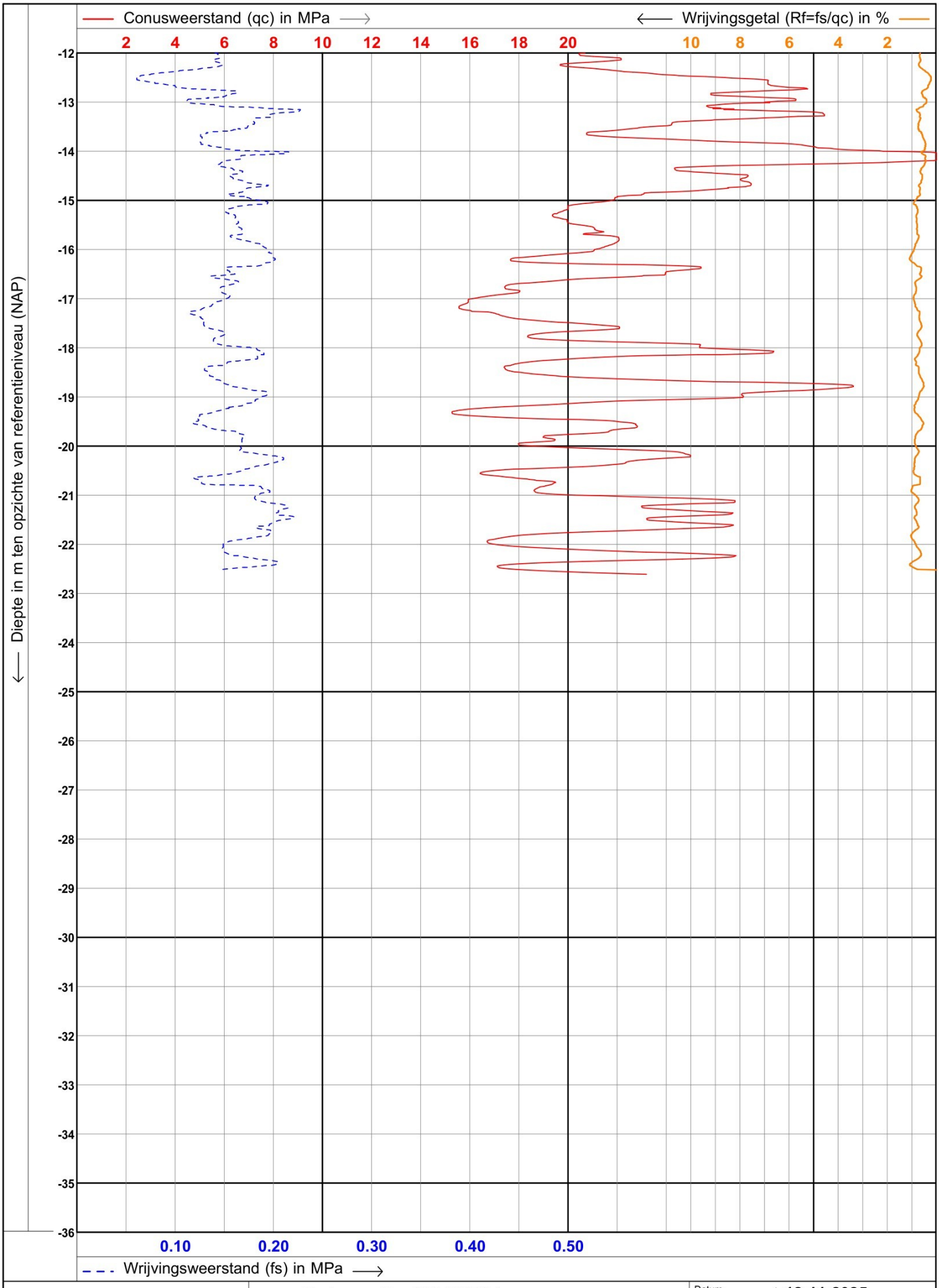
Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT11** 2/2



Test according ISO 22476-1

Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**210795.08, 463790.98 RD**

Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT12**



HUTTON GEOTECHNIEK

Test according ISO 22476-1

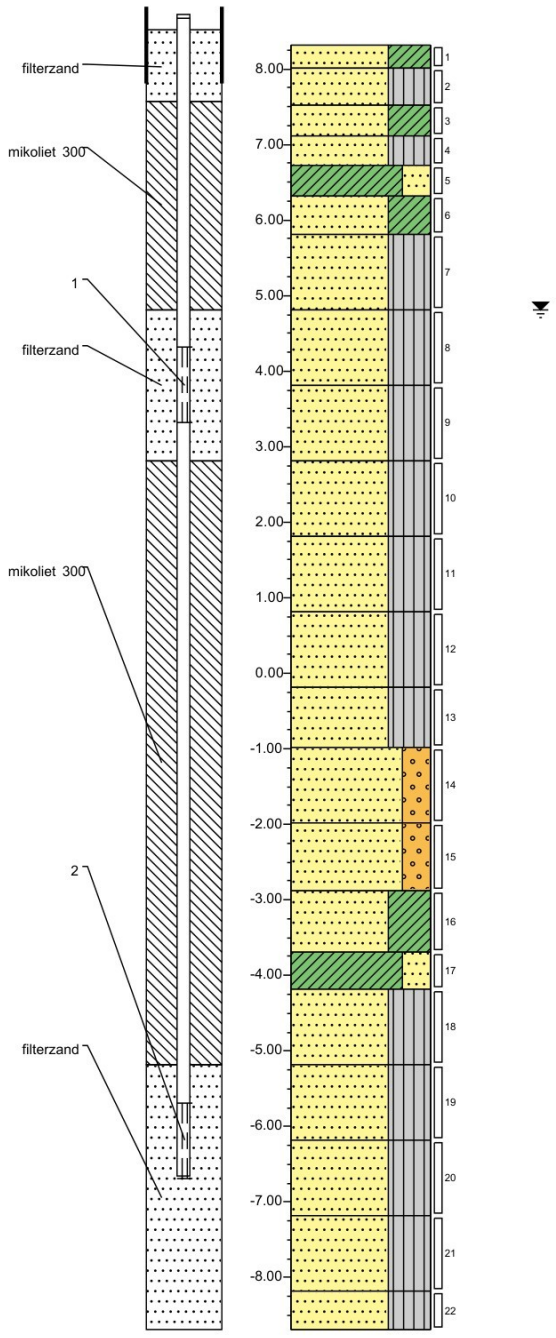
Project	:	**Geotechnisch grondonderzoek**
Lokatie	:	**Zutphen**
Positie	:	**210795.08, 463790.98 RD**

Datum	:	**12-11-2025**
Conusnr.	:	**Subtraction cone**
Projectnr.	:	**2500716**
Sondeernr.	:	**CPT12** 2/2

Projectcode: *2500716*
Naam: *Zutphen 2500716*

Boring: ***BH01*** ***Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688***

Uitvoering op: *24-11-2025* *Maaiveldhoogte [m] NAP:* *8.3151* *x-coordinaat [m RD]:* *211611,32*
Uitvoering door: *Grondwaterstand [cm-mv]:* *350* *y-coordinaat [m RD]:* *463347,17*



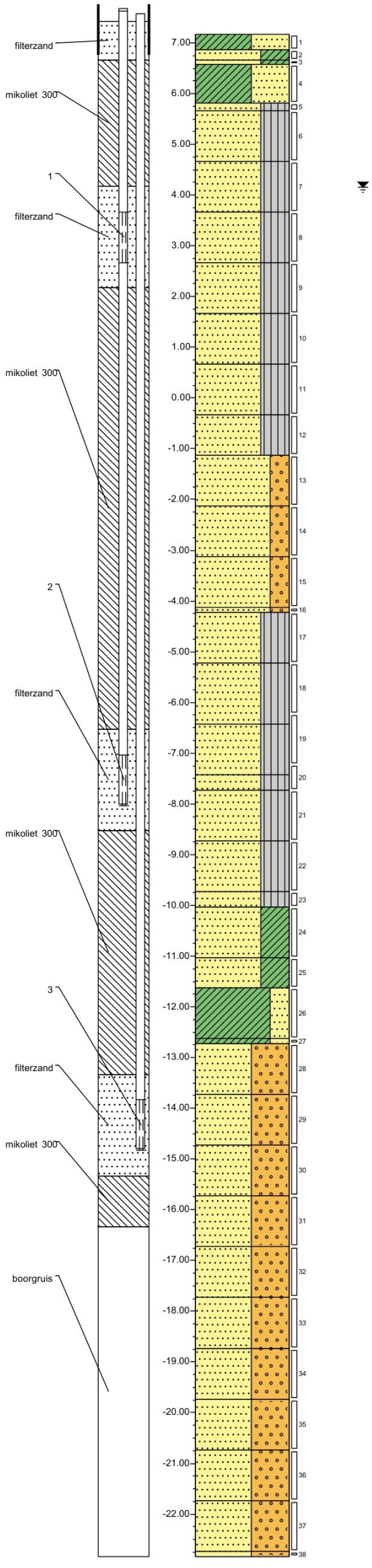
0.00	berm
0.30	Zand fijn 150-200, kleïg, sterk organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
0.80	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
1.20	
1.60	Zand fijn 150-200, kleïg, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
2.00	
2.50	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
3.50	Klei, zwak zandig, sterk organisch, weinig plastisch, antropogeen, veel veenbrokken, weinig puin, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
4.50	Zand fijn 150-200, kleïg, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig kleibrokken, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
5.50	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
6.50	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
7.50	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
8.50	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
9.30	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
10.30	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
11.20	Zand middelgrof 200-300, zwak grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
12.00	Zand middelgrof 200-300, zwak grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
12.50	Zand middelgrof 200-300, kleïig, sterk organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
13.50	Klei, zwak zandig, zwak organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
14.50	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
15.50	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
16.50	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
17.00	Zand middelgrof 200-630, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact

Schaal: 1:100

Projectcode: *2500716*
Naam: *Zutphen 2500716*

Boring: ***BH02*** ***Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688***

Uitvoering op: *26-11-2025*
Uitvoering door:
Maaiveldhoogte [m] NAP: *7.169*
Grondwaterstand [cm-mv]: *302*
x-coordinaat [m RD]: *210810,03*
y-coordinaat [m RD]: *463693,87*



0.00	gras
0.30	Klei, sterk zandig, sterk organisch, weinig plastisch, antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
0.60	Zand fijn 105-150, kleïig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
1.35	Zand middelgrof 200-300, kleïig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, veel kleilensjes, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, Roest weinig, gelaagdheid niet intact
1.50	Klei, sterk zandig, sterk organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, Roest weinig, gelaagdheid niet intact
2.50	Zand fijn 150-200, siltig, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
3.50	Zand fijn 150-200, siltig, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
4.50	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
5.50	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
6.50	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
7.50	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
8.30	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
9.30	Zand middelgrof 200-300, zwak grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
10.30	Zand middelgrof 200-300, zwak grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
11.30	
11.40	Zand middelgrof 200-300, zwak grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
12.40	Zand middelgrof 200-300, zwak grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
13.60	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
14.60	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
14.90	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
15.90	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
16.90	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
17.20	Zand middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
18.20	Zand middelgrof 200-300, kleïig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig kleibrokken, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
18.80	
19.80	Zand middelgrof 200-300, kleïig, zwak organisch, met grind, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig kleibrokken, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
19.90	
20.90	Klei, zwak zandig, zwak organisch, met grind, weinig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
21.90	Klei, zwak zandig, zwak organisch, met grind, weinig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
22.90	Zand middelgrof 200-300, sterk grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
23.90	Zand middelgrof 200-300, sterk grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
24.90	Zand middelgrof 200-300, sterk grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
25.90	Zand middelgrof 200-300, sterk grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
26.90	Zand middelgrof 200-300, sterk grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
27.90	Zand middelgrof 200-300, sterk grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
28.90	Zand middelgrof 200-300, sterk grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
29.90	
30.00	Zand middelgrof 200-300, sterk grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
	Zand middelgrof 200-300, sterk grindig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact

Schaal: 1:100

Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

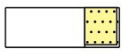
KEIEN (KEITJES)



KEIEN



KEIEN, met grind



KEIEN, met zand

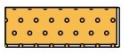


KEIEN, met silt

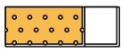


KEIEN, met klei

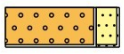
GRIND



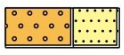
GRIND



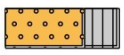
GRIND met keien (keitjes)



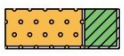
GRIND, zwak zandig



GRIND, sterk zandig

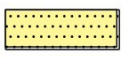


GRIND, siltig

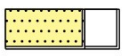


GRIND, kleiig

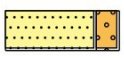
ZAND



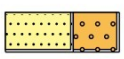
ZAND



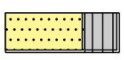
ZAND, met keien (keitjes)



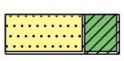
ZAND, zwak grindig



ZAND, sterk grindig



ZAND, siltig



ZAND, kleiig

SILT



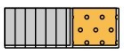
SILT



SILT, met keien (keitjes)



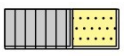
SILT, zwak grindig



SILT, sterk grindig

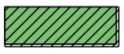


SILT, zwak zandig

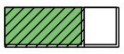


SILT, sterk zandig

KLEI



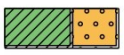
KLEI



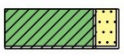
KLEI, met keien (keitjes)



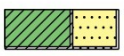
KLEI, zwak grindig



KLEI, sterk grindig



KLEI, zwak zandig



KLEI, sterk zandig

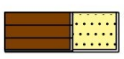
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



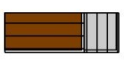
VEEN



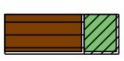
VEEN, zwak zandig



VEEN, sterk zandig

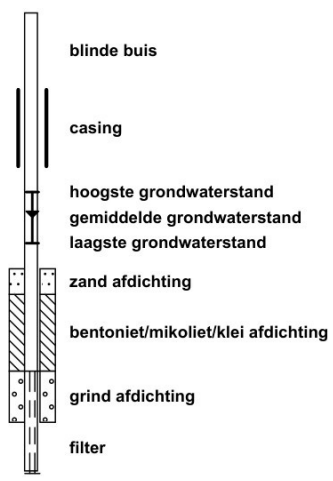


VEEN, siltig



VEEN, kleiig

peilbuis



geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

geroerd monster

ongeroerd monster

volumering

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

BIJLAGE III BEREKENINGEN

Onderdeel	Berekeningsmethode
Toelaatbare kromtestraal	D-Geo Pipeline
Minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldrukken	D-Geo Pipeline
Trekkrachtberekening	D-Geo Pipeline
Controle materiaalspanningen	D-Geo Pipeline
Controle opdrijven/zinken productleiding (ballasten)	D-Geo Pipeline

Rapport voor D-Geo Pipeline 24.1

Ontwerp van leidinginstallatie
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	A.Hak
Datum van rapport:	08/06/2026
Tijd van rapport:	15:32:05
Rapport met versie:	24.1.2.1914
Berekend met versie:	24.1.2.1914
Bestandsnaam:	DRI bestand - HDD 040-A
Projectbeschrijving:	Oostzeestraat Zutphen 12325101-009 - HDD 040-A Versie 1

1 Invoergegevens

1.1 Grondeigenschappen

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, Los	-	17,00	17,00	-	19,00	19,00
Zand, Schoon, Matig	-	18,00	18,00	-	20,00	20,00
Zand, Sterk grindig, ...	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Zand, Zwak Siltig, Los	-	17,00	17,00	-	19,00	19,00
Zand, Zwak Siltig, M...	-	18,00	18,00	-	20,00	20,00
Zand, Zwak Siltig, V...	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Zand, Sterk Siltig, Los	-	17,00	17,00	-	19,00	19,00
Zand, Sterk Siltig, M...	-	18,00	18,00	-	20,00	20,00
Klei, Zwak Zandig, ...	-	18,00	18,00	-	18,00	18,00
Klei, Zwak Zandig, V...	-	20,00	21,00	-	20,00	21,00
Klei, Organisch, Slap	-	13,00	13,00	-	13,00	13,00
Klei, Organisch, Matig	-	15,00	16,00	-	15,00	16,00

Naam	Cohesie			Phi		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [gr]	Laag [gr]	Hoog [gr]
Zand, Schoon, Los	-	0,00	0,00	-	30,00	30,00
Zand, Schoon, Matig	-	0,00	0,00	-	32,50	32,50
Zand, Sterk grindig, ...	-	0,00	0,00	-	35,00	40,00
Zand, Zwak Siltig, Los	-	0,00	0,00	-	27,50	27,50
Zand, Zwak Siltig, M...	-	0,00	0,00	-	30,00	30,00
Zand, Zwak Siltig, V...	-	0,00	0,00	-	32,50	37,50
Zand, Sterk Siltig, Los	-	0,00	0,00	-	25,00	25,00
Zand, Sterk Siltig, M...	-	0,00	0,00	-	27,50	27,50
Klei, Zwak Zandig, ...	-	5,00	5,00	-	22,50	22,50
Klei, Zwak Zandig, V...	-	13,00	15,00	-	22,50	27,50
Klei, Organisch, Slap	-	0,00	1,00	-	15,00	15,00
Klei, Organisch, Matig	-	0,00	1,00	-	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]
Zand, Schoon, Los	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Schoon, Matig	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Sterk grindig, ...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Zwak Siltig, Los	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Zwak Siltig, M...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Zwak Siltig, V...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Sterk Siltig, Los	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Sterk Siltig, M...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Klei, Zwak Zandig, ...	-	80,00	80,00	-	80,00	80,00
Klei, Zwak Zandig, V...	-	120,00	170,00	-	120,00	170,00
Klei, Organisch, Slap	-	10,00	10,00	-	10,00	10,00
Klei, Organisch, Matig	-	25,00	30,00	-	25,00	30,00

Naam	Emod-top			Emod-onder		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Zand, Schoon, Los	-	15000,00	15000,00	-	15000,00	15000,00
Zand, Schoon, Matig	-	45000,00	45000,00	-	45000,00	45000,00
Zand, Sterk grindig, ...	-	75000,00	110000,00	-	75000,00	110000,00
Zand, Zwak Siltig, Los	-	12000,00	12000,00	-	12000,00	12000,00

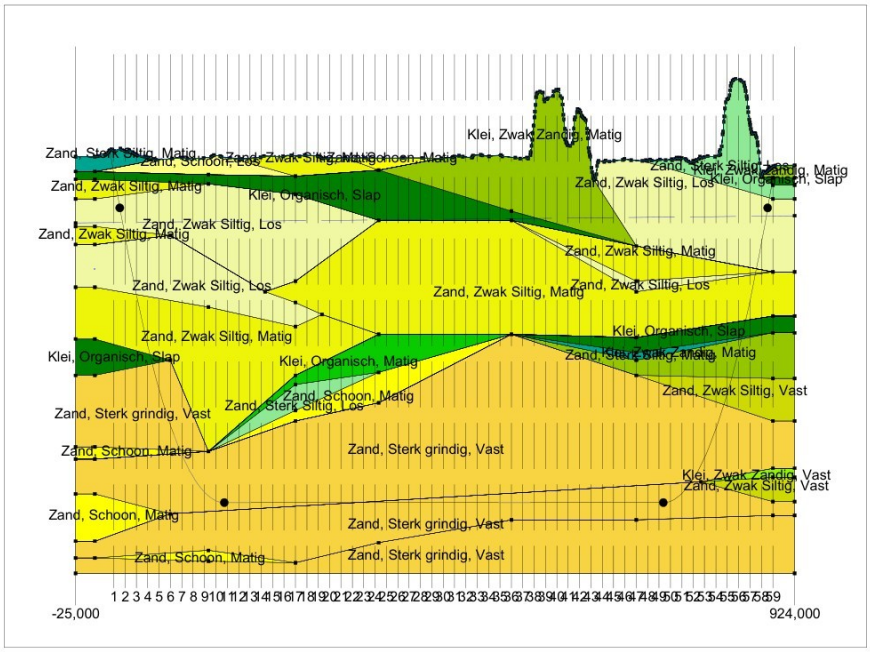
Naam	Emod-top			Emod-onder		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Zand, Zwak Siltig, M...	-	35000,00	35000,00	-	35000,00	35000,00
Zand, Zwak Siltig, V...	-	60000,00	90000,00	-	60000,00	90000,00
Zand, Sterk Siltig, Los	-	10000,00	10000,00	-	10000,00	10000,00
Zand, Sterk Siltig, M...	-	30000,00	30000,00	-	30000,00	30000,00
Klei, Zwak Zandig, ...	-	3000,00	3000,00	-	3000,00	3000,00
Klei, Zwak Zandig, V...	-	5000,00	10000,00	-	5000,00	10000,00
Klei, Organisch, Slap	-	500,00	500,00	-	500,00	500,00
Klei, Organisch, Matig	-	1000,00	2000,00	-	1000,00	2000,00

Naam	Grondtype	Emod 100		
		Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Zand, Schoon, Los	-	-	-	-
Zand, Schoon, Matig	-	-	-	-
Zand, Sterk grindig, ...	-	-	-	-
Zand, Zwak Siltig, Los	-	-	-	-
Zand, Zwak Siltig, M...	-	-	-	-
Zand, Zwak Siltig, V...	-	-	-	-
Zand, Sterk Siltig, Los	-	-	-	-
Zand, Sterk Siltig, M...	-	-	-	-
Klei, Zwak Zandig, ...	-	-	-	-
Klei, Zwak Zandig, V...	-	-	-	-
Klei, Organisch, Slap	-	-	-	-
Klei, Organisch, Matig	-	-	-	-

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [gr]	Nu [-]
Zand, Schoon, Los	-	-	0,32
Zand, Schoon, Matig	-	-	0,30
Zand, Sterk grindig, ...	-	-	0,28
Zand, Zwak Siltig, Los	-	-	0,33
Zand, Zwak Siltig, M...	-	-	0,33
Zand, Zwak Siltig, V...	-	-	0,33
Zand, Sterk Siltig, Los	-	-	0,35
Zand, Sterk Siltig, M...	-	-	0,35
Klei, Zwak Zandig, ...	-	-	0,42
Klei, Zwak Zandig, V...	-	-	0,42
Klei, Organisch, Slap	-	-	0,46
Klei, Organisch, Matig	-	-	0,46

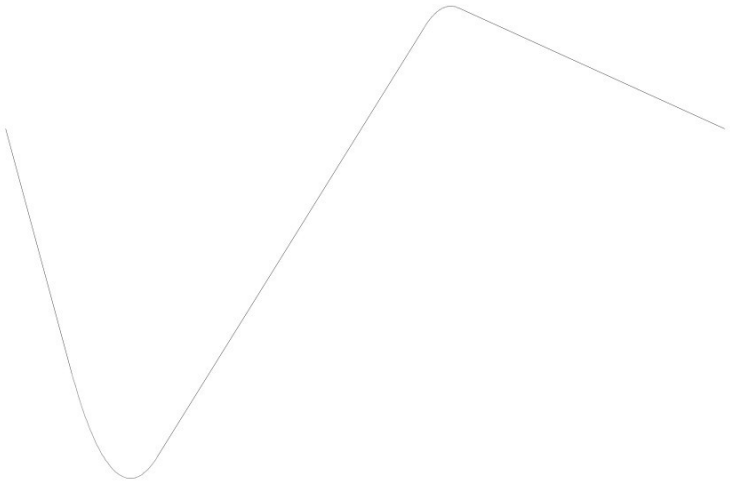
1.2 Geometrie

1.2.1 Geometrie Sectie, Detail



1.2.2 Geometrie Bovenaanzicht

Bovenaanzicht



1.3 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	20,000	[m]
Y coördinaat linker punt	0,000	[m]
Z coördinaat linker punt	7,812	[m]
X coördinaat rechter punt	886,205	[m]
Y coördinaat rechter punt	0,000	[m]
Z coördinaat rechter punt	6,799	[m]
Hoek links	16,0000	[gr]
Hoek rechts	16,0000	[gr]
Kromtestraal links	500,000	[m]
Kromtestraal rechts	500,000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	25,000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-15,361	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,0000	[gr]
Aantal horizontale bochten	2	

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	99,790	-30,016	202,522	-40,196	200,000	rechts
2	523,988	12,431	565,548	14,844	200,000	links

1.4 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	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,40	[mm]
Volumegewicht 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/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	125,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
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/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	125,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]
Invoergegevens leiding no. 4		
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	125,00	[mm]

Wanddikte (Nominaal)	14,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 5		
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	125,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 6		
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	125,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 7		
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	125,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

1.5 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollenbaan	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m³]
Opleghoek	30	[gr]

Belastingshoek	30	[gr]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[gr]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,30	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,25	[-]

1.6 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0,280	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,127	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0,585	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,127	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0,585	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,366	[m]
Debiet tijdens pilotboring	1200,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	2000,0000	[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	11,1	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m²]

1.7 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	[-]

2 Boorvloeistofdrukken

2.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	66	66	18	401
2	258	448	72	441
3	275	468	122	477
4	463	815	166	507
5	709	1344	205	532
6	812	1541	238	551
7	821	1522	266	566
8	916	1720	289	575
9	945	1768	307	580
10	965	1805	320	579
11	964	1801	328	574
12	960	1793	335	567
13	960	1793	342	560
14	962	1797	349	553
15	964	1801	355	546
16	964	1801	362	540
17	965	1803	369	533
18	965	1804	376	526
19	961	1795	382	519
20	954	1781	389	513
21	951	1774	396	506
22	948	1768	403	499
23	945	1763	410	492
24	942	1755	416	485
25	944	1760	423	479
26	950	1772	430	472
27	955	1784	437	465
28	961	1796	443	458
29	966	1806	450	452
30	972	1818	457	445
31	981	1838	464	438
32	985	1846	471	431
33	995	1867	477	425
34	998	1872	484	418
35	1006	1890	491	411
36	1006	1891	498	404
37	1002	1881	504	397
38	1086	2057	511	391
39	1128	2142	518	384
40	1148	2183	525	377
41	1022	1921	532	370
42	1098	2080	538	364
43	976	1826	545	357
44	971	1816	552	350
45	968	1809	559	343
46	970	1813	565	336
47	967	1806	572	330
48	965	1802	579	323
49	966	1805	586	316
50	962	1797	591	308
51	947	1771	593	296
52	906	1696	589	278

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
53	866	1625	580	256
54	794	1493	566	228
55	732	1329	547	196
56	358	547	523	158
57	447	808	493	114
58	158	258	458	65
59	24	24	418	11

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	42	42	17	18
2	230	322	66	72
3	276	468	110	122
4	459	793	149	166
5	688	1247	183	205
6	805	1524	212	238
7	859	1614	235	266
8	907	1698	253	289
9	935	1743	266	307
10	955	1779	275	320
11	955	1777	278	328
12	952	1770	280	335
13	952	1771	282	337
14	954	1776	284	335
15	956	1781	286	333
16	957	1782	288	331
17	958	1785	290	329
18	958	1786	292	327
19	955	1779	294	325
20	948	1765	296	323
21	945	1759	297	321
22	942	1753	299	319
23	940	1748	301	317
24	937	1741	303	315
25	939	1747	305	313
26	945	1760	307	312
27	951	1773	309	310
28	957	1786	311	308
29	963	1796	313	306
30	968	1809	315	304
31	978	1829	317	302
32	982	1838	319	300
33	992	1860	321	298
34	995	1865	323	296
35	1004	1883	325	294
36	1004	1885	327	292
37	999	1875	329	290
38	1084	2049	331	288
39	1124	2133	333	286
40	1144	2173	335	284
41	1019	1913	337	282
42	1094	2069	339	280
43	973	1817	341	278
44	968	1807	343	276
45	964	1799	343	274
46	966	1802	336	272
47	963	1795	330	270

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
48	961	1792	323	268
49	962	1794	316	266
50	958	1785	308	263
51	942	1758	296	256
52	900	1680	278	243
53	857	1603	256	225
54	778	1449	228	203
55	689	1221	196	175
56	387	592	158	142
57	440	776	114	103
58	158	199	65	59
59	16	16	11	10

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	42	42	17	17
2	230	322	69	66
3	276	468	116	110
4	459	793	157	149
5	688	1247	193	183
6	805	1524	224	212
7	859	1614	249	235
8	907	1698	270	253
9	935	1743	285	266
10	955	1779	296	275
11	955	1777	301	278
12	952	1770	306	280
13	952	1771	310	282
14	954	1776	314	284
15	956	1781	318	286
16	957	1782	322	288
17	958	1785	327	290
18	958	1786	327	292
19	955	1779	325	294
20	948	1765	323	296
21	945	1759	321	297
22	942	1753	319	299
23	940	1748	317	301
24	937	1741	315	303
25	939	1747	313	305
26	945	1760	312	307
27	951	1773	310	309
28	957	1786	308	311
29	963	1796	306	313
30	968	1809	304	315
31	978	1829	302	317
32	982	1838	300	319
33	992	1860	298	321
34	995	1865	296	323
35	1004	1883	294	325
36	1004	1885	292	327
37	999	1875	290	329
38	1084	2049	288	331
39	1124	2133	286	332
40	1144	2173	284	327
41	1019	1913	282	323
42	1094	2069	280	319

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
43	973	1817	278	315
44	968	1807	276	311
45	964	1799	274	306
46	966	1802	272	302
47	963	1795	270	298
48	961	1792	268	294
49	962	1794	266	290
50	958	1785	263	284
51	942	1758	256	274
52	900	1680	243	260
53	857	1603	225	240
54	778	1449	203	215
55	689	1221	175	184
56	387	592	142	149
57	440	776	103	108
58	158	199	59	62
59	16	16	10	11

2.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

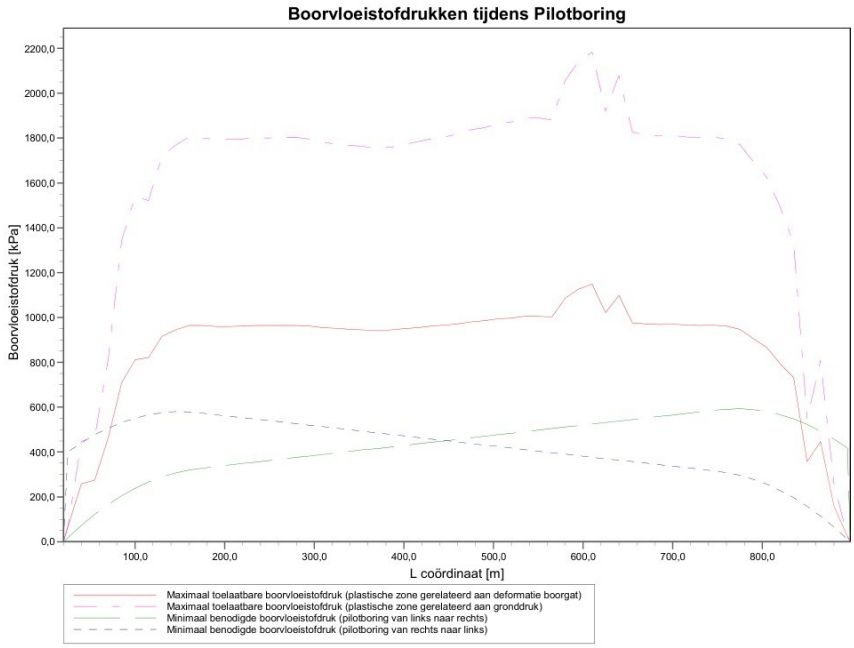
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	16	0	-	voldoet
2	63	9	6,81	voldoet
3	105	48	2,21	voldoet
4	142	81	1,75	voldoet
5	174	110	1,58	voldoet
6	200	134	1,50	voldoet
7	221	153	1,45	voldoet
8	237	168	1,41	voldoet
9	248	178	1,40	voldoet
10	254	184	1,39	voldoet
11	255	185	1,38	voldoet
12	255	185	1,38	voldoet
13	255	185	1,38	voldoet
14	255	185	1,38	voldoet
15	255	185	1,38	voldoet
16	254	185	1,37	voldoet
17	254	185	1,37	voldoet
18	254	185	1,37	voldoet
19	254	185	1,37	voldoet
20	254	186	1,37	voldoet
21	253	186	1,37	voldoet
22	253	186	1,36	voldoet
23	253	186	1,36	voldoet
24	253	186	1,36	voldoet
25	253	186	1,36	voldoet
26	252	186	1,36	voldoet
27	252	186	1,36	voldoet
28	252	186	1,35	voldoet
29	252	186	1,35	voldoet
30	252	186	1,35	voldoet
31	251	186	1,35	voldoet
32	251	186	1,35	voldoet
33	251	186	1,35	voldoet
34	251	187	1,34	voldoet
35	251	187	1,34	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
36	250	187	1,34	voldoet
37	250	187	1,34	voldoet
38	250	187	1,34	voldoet
39	250	187	1,34	voldoet
40	250	187	1,33	voldoet
41	249	187	1,33	voldoet
42	249	187	1,33	voldoet
43	249	187	1,33	voldoet
44	249	187	1,33	voldoet
45	249	187	1,33	voldoet
46	248	187	1,33	voldoet
47	248	188	1,32	voldoet
48	248	188	1,32	voldoet
49	248	188	1,32	voldoet
50	247	187	1,32	voldoet
51	241	182	1,32	voldoet
52	230	172	1,33	voldoet
53	214	158	1,35	voldoet
54	193	140	1,38	voldoet
55	167	116	1,44	voldoet
56	136	88	1,53	voldoet
57	99	56	1,78	voldoet
58	57	18	3,17	voldoet
59	10	0	-	voldoet

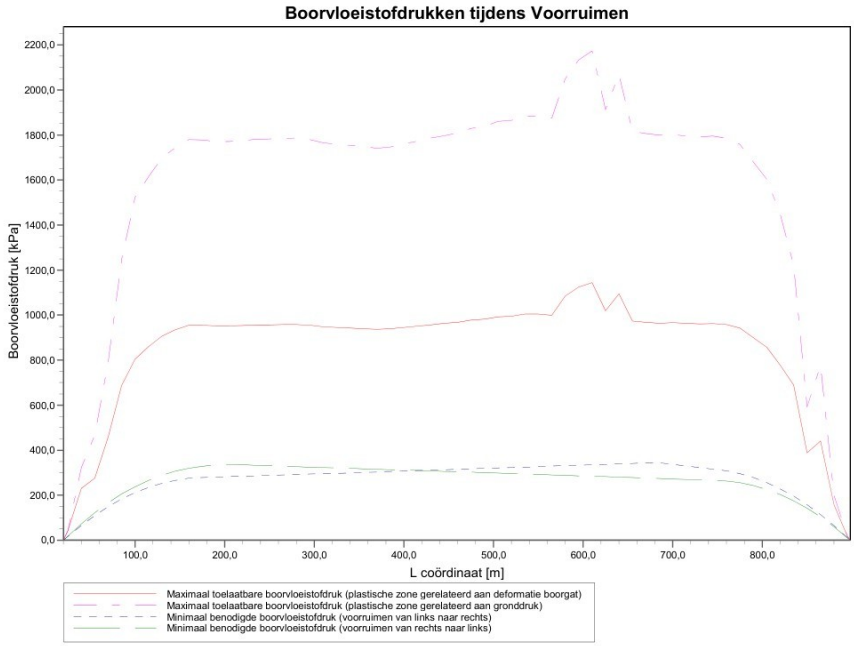
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

2.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

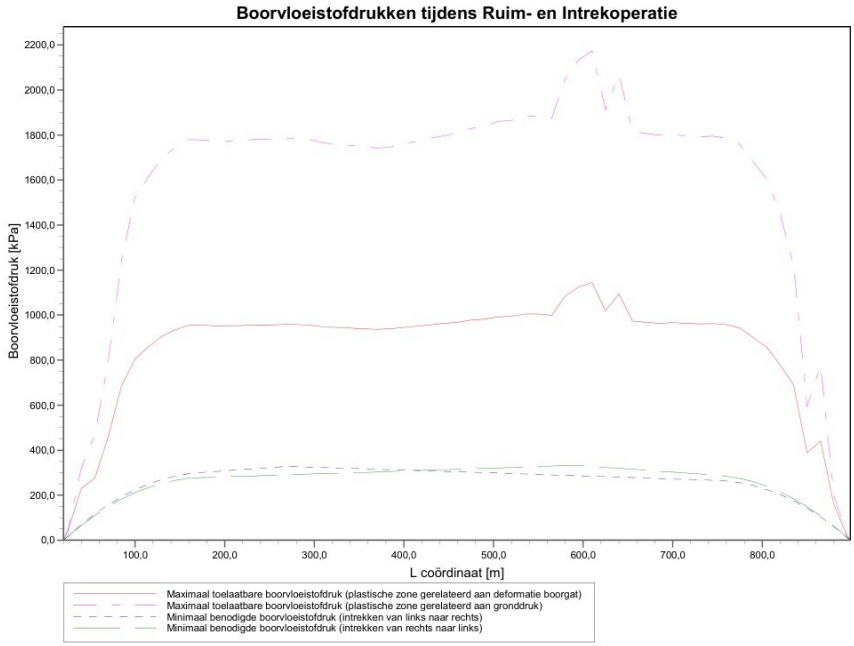
2.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



2.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



2.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



3 Gegevens voor Sterkteberekening

3.1 Algemene Gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes = 7 [-]
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,40 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Equivalente diameter leiding	:	Do = 529,90 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 26,42 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 226007 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,10 kN/m³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 25,000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,30
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,25

3.2 Ballasten Leiding

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

Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	118,86	[kg/m]	
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	105,12	[kg/m]	

Resultaat	:	13,74	[kg/m]	(Leiding beweegt opwaarts)

3.3 Trekkrachtberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,30)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,25)

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 doortrekoperatie 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	106
T2	10	106
T3	150	113
T4	729	126
T5	869	145
T6	883	145

De berekende waarden van de trekkracht zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaalfactor 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 1,80 gebruikt en een belasting factor van 1,00.

4 Sterkteberekening van 200mm HDPE SDR9: leiding no. 1

4.1 Materiaalgegevens van 200mm HDPE SDR9: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buitendiameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,40 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 = 883 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
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 = 24 kN/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 407347 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 185,695 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 = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

4.2 Resultaten Sterkteberekening van 200mm HDPE SDR9: 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 22,4 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

4.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb)	=	5,46	N/mm²
sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	4,55	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	8,10	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

4.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,74	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	6,24	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	6,72	N/mm²

Tangentiele spanning:

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

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

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5,4E-3	1/mm
qr	=	0,0134	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,51	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	0,33	N/mm²

4.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

4.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,26	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,17	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²

sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	1,93	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	1,46	N/mm²

4.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,26	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,17	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	1,93	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	1,46	N/mm²

4.3 Controle van de Berekende Spanningen van 200mm HDPE SDR9: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
sigma_axiaal	10,00 (kort)	8,10	6,72	-	-	-
sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,17	0,17
sigma_tangent	10,00 (kort)	-	0,33	-	-	-
sigma_tangent	8,00 (lang)	-	-	-	1,46	1,46

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,5 mm (0,84% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 14,2 mm (8,00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,9 mm (5,00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

4.4 Toetsing op Implosie van 200mm HDPE SDR9: 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 332 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 3105 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 222 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 3327 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 188 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 557 kN/m².

5 Sterkteberekening van 125mm HDPE SDR9 (1): leiding no. 2

5.1 Materiaalgegevens van 125mm HDPE SDR9 (1): leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buitendiameter	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 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 = 883 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
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 = 24 kN/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 651754 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 185,695 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 = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

5.2 Resultaten Sterkteberekening van 125mm HDPE SDR9 (1): 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 14,0 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

5.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb)	=	3,41	N/mm²
sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	4,55	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	6,77	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

5.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,46	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	6,24	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	6,54	N/mm²

Tangentiele spanning:

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

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

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	8,6E-3	1/mm
qr	=	0,0084	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,32	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	0,21	N/mm²

5.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

5.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,16	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,11	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,19	N/mm²

sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	1,98	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	1,41	N/mm²

5.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,16	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,11	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,19	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	1,98	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	1,41	N/mm²

5.3 Controle van de Berekende Spanningen van 125mm HDPE SDR9 (1): leiding no. 2

Belasting combinatie 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
sigma_axiaal	10,00 (kort)	6,77	6,54	-	-	-
sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,11	0,11
sigma_tangent	10,00 (kort)	-	0,21	-	-	-
sigma_tangent	8,00 (lang)	-	-	-	1,41	1,41

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 0,9 mm (0,80% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 8,9 mm (8,00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 5,6 mm (5,00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

5.4 Toetsing op Implosie van 125mm HDPE SDR9 (1): 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 332 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 3105 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 222 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 3327 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 188 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 557 kN/m².

Einde Rapport

Rapport voor D-Geo Pipeline 24.1

Ontwerp van leidinginstallatie
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	A.Hak
Datum van rapport:	08/06/2026
Tijd van rapport:	15:33:52
Rapport met versie:	24.1.2.1914
Berekend met versie:	24.1.2.1914
Bestandsnaam:	DRI bestand - HDD 040-B
Projectbeschrijving:	Oostzeestraat Zutphen 12325101-009 - HDD 040-B Versie 1

1 Invoergegevens

1.1 Grondeigenschappen

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, Los	-	17,00	17,00	-	19,00	19,00
Zand, Schoon, Matig	-	18,00	18,00	-	20,00	20,00
Zand, Sterk grindig, ...	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Zand, Zwak Siltig, Los	-	17,00	17,00	-	19,00	19,00
Zand, Zwak Siltig, M...	-	18,00	18,00	-	20,00	20,00
Zand, Zwak Siltig, V...	-	19,00	20,00	-	21,00	22,00
Zand, Sterk Siltig, Los	-	17,00	17,00	-	19,00	19,00
Zand, Sterk Siltig, M...	-	18,00	18,00	-	20,00	20,00
Klei, Zwak Zandig, ...	-	18,00	18,00	-	18,00	18,00
Klei, Zwak Zandig, V...	-	20,00	21,00	-	20,00	21,00
Klei, Organisch, Slap	-	13,00	13,00	-	13,00	13,00
Klei, Organisch, Matig	-	15,00	16,00	-	15,00	16,00

Naam	Cohesie			Phi		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [gr]	Laag [gr]	Hoog [gr]
Zand, Schoon, Los	-	0,00	0,00	-	30,00	30,00
Zand, Schoon, Matig	-	0,00	0,00	-	32,50	32,50
Zand, Sterk grindig, ...	-	0,00	0,00	-	35,00	40,00
Zand, Zwak Siltig, Los	-	0,00	0,00	-	27,50	27,50
Zand, Zwak Siltig, M...	-	0,00	0,00	-	30,00	30,00
Zand, Zwak Siltig, V...	-	0,00	0,00	-	32,50	37,50
Zand, Sterk Siltig, Los	-	0,00	0,00	-	25,00	25,00
Zand, Sterk Siltig, M...	-	0,00	0,00	-	27,50	27,50
Klei, Zwak Zandig, ...	-	5,00	5,00	-	22,50	22,50
Klei, Zwak Zandig, V...	-	13,00	15,00	-	22,50	27,50
Klei, Organisch, Slap	-	0,00	1,00	-	15,00	15,00
Klei, Organisch, Matig	-	0,00	1,00	-	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]
Zand, Schoon, Los	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Schoon, Matig	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Sterk grindig, ...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Zwak Siltig, Los	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Zwak Siltig, M...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Zwak Siltig, V...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Sterk Siltig, Los	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Zand, Sterk Siltig, M...	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Klei, Zwak Zandig, ...	-	80,00	80,00	-	80,00	80,00
Klei, Zwak Zandig, V...	-	120,00	170,00	-	120,00	170,00
Klei, Organisch, Slap	-	10,00	10,00	-	10,00	10,00
Klei, Organisch, Matig	-	25,00	30,00	-	25,00	30,00

Naam	Emod-top			Emod-onder		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Zand, Schoon, Los	-	15000,00	15000,00	-	15000,00	15000,00
Zand, Schoon, Matig	-	45000,00	45000,00	-	45000,00	45000,00
Zand, Sterk grindig, ...	-	75000,00	110000,00	-	75000,00	110000,00
Zand, Zwak Siltig, Los	-	12000,00	12000,00	-	12000,00	12000,00

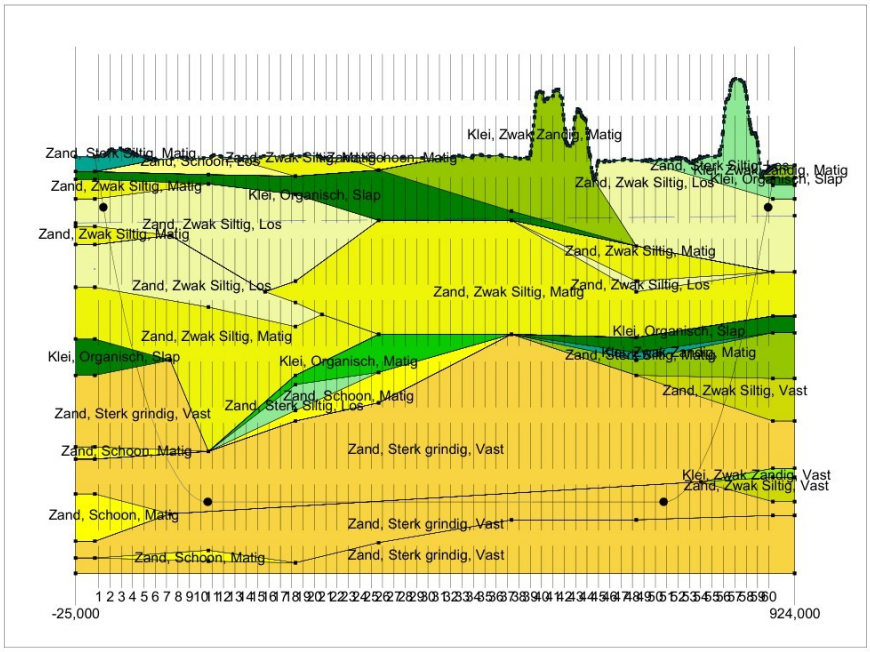
Naam	Emod-top			Emod-onder		
	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]	Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Zand, Zwak Siltig, M...	-	35000,00	35000,00	-	35000,00	35000,00
Zand, Zwak Siltig, V...	-	60000,00	90000,00	-	60000,00	90000,00
Zand, Sterk Siltig, Los	-	10000,00	10000,00	-	10000,00	10000,00
Zand, Sterk Siltig, M...	-	30000,00	30000,00	-	30000,00	30000,00
Klei, Zwak Zandig, ...	-	3000,00	3000,00	-	3000,00	3000,00
Klei, Zwak Zandig, V...	-	5000,00	10000,00	-	5000,00	10000,00
Klei, Organisch, Slap	-	500,00	500,00	-	500,00	500,00
Klei, Organisch, Matig	-	1000,00	2000,00	-	1000,00	2000,00

Naam	Grondtype	Emod 100		
		Uniek [kN/m²]	Laag [kN/m²]	Hoog [kN/m²]
Zand, Schoon, Los	-	-	-	-
Zand, Schoon, Matig	-	-	-	-
Zand, Sterk grindig, ...	-	-	-	-
Zand, Zwak Siltig, Los	-	-	-	-
Zand, Zwak Siltig, M...	-	-	-	-
Zand, Zwak Siltig, V...	-	-	-	-
Zand, Sterk Siltig, Los	-	-	-	-
Zand, Sterk Siltig, M...	-	-	-	-
Klei, Zwak Zandig, ...	-	-	-	-
Klei, Zwak Zandig, V...	-	-	-	-
Klei, Organisch, Slap	-	-	-	-
Klei, Organisch, Matig	-	-	-	-

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [gr]	Nu [-]
Zand, Schoon, Los	-	-	0,32
Zand, Schoon, Matig	-	-	0,30
Zand, Sterk grindig, ...	-	-	0,28
Zand, Zwak Siltig, Los	-	-	0,33
Zand, Zwak Siltig, M...	-	-	0,33
Zand, Zwak Siltig, V...	-	-	0,33
Zand, Sterk Siltig, Los	-	-	0,35
Zand, Sterk Siltig, M...	-	-	0,35
Klei, Zwak Zandig, ...	-	-	0,42
Klei, Zwak Zandig, V...	-	-	0,42
Klei, Organisch, Slap	-	-	0,46
Klei, Organisch, Matig	-	-	0,46

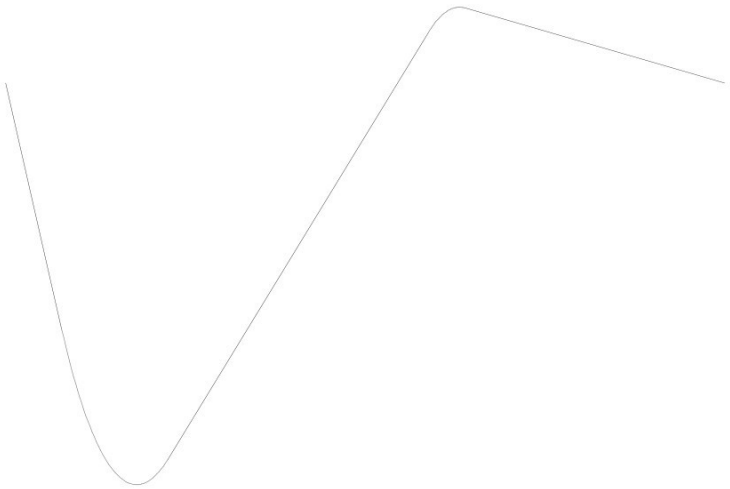
1.2 Geometrie

1.2.1 Geometrie Sectie, Detail



1.2.2 Geometrie Bovenaanzicht

Bovenaanzicht



1.3 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0,000	[m]
Y coördinaat linker punt	0,000	[m]
Z coördinaat linker punt	7,371	[m]
X coördinaat rechter punt	879,948	[m]
Y coördinaat rechter punt	0,000	[m]
Z coördinaat rechter punt	6,806	[m]
Hoek links	16,0000	[gr]
Hoek rechts	16,0000	[gr]
Kromtestraal links	500,000	[m]
Kromtestraal rechts	500,000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	25,000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-15,317	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,0000	[gr]
Aantal horizontale bochten	2	

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	68,542	-35,376	197,972	-54,065	200,000	rechts
2	517,654	7,300	562,131	10,771	200,000	links

1.4 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	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	22,40	[mm]
Volumegewicht 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/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	125,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
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/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	125,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	14,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]
Invoergegevens leiding no. 4		
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	125,00	[mm]

Wanddikte (Nominaal)	14,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 5		
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	110,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	12,30	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

1.5 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollenbaan	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m³]
Opleghoek	30	[gr]
Belastingshoek	30	[gr]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[gr]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,30	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,25	[-]

1.6 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0,280	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,127	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0,488	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,127	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0,488	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,315	[m]
Debiet tijdens pilotboring	1200,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	2000,0000	[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	11,1	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m²]

1.7 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	[-]

2 Boorvloeistofdrukken

2.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	44	44	18	415
2	287	507	72	455
3	380	678	121	490
4	415	718	164	519
5	717	1357	202	544
6	809	1532	235	563
7	803	1475	263	577
8	927	1744	285	585
9	954	1789	303	589
10	966	1808	315	588
11	967	1808	323	582
12	964	1801	330	576
13	960	1793	336	569
14	958	1790	343	562
15	960	1792	350	555
16	962	1798	357	549
17	962	1798	364	542
18	964	1802	370	535
19	963	1801	377	528
20	961	1796	384	521
21	954	1780	391	515
22	950	1774	397	508
23	947	1767	404	501
24	944	1761	411	494
25	941	1755	418	488
26	941	1754	424	481
27	946	1766	431	474
28	952	1777	438	467
29	958	1789	445	460
30	963	1800	452	454
31	968	1811	458	447
32	975	1826	465	440
33	983	1842	472	433
34	991	1859	479	427
35	996	1868	485	420
36	1002	1881	492	413
37	1004	1886	499	406
38	1001	1879	506	399
39	1006	1889	513	393
40	1145	2178	519	386
41	1136	2160	526	379
42	1068	2017	533	372
43	1086	2055	540	366
44	1049	1979	546	359
45	973	1820	553	352
46	966	1806	560	345
47	966	1806	567	338
48	966	1805	574	332
49	964	1801	580	325
50	964	1801	587	318
51	962	1797	594	311
52	952	1780	597	301

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
53	917	1715	595	285
54	884	1658	588	264
55	823	1546	576	239
56	729	1325	558	208
57	358	542	536	172
58	538	972	509	130
59	247	429	476	84
60	93	109	437	31

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	38	38	17	18
2	280	415	66	72
3	362	631	111	121
4	414	716	150	164
5	701	1313	184	202
6	804	1519	212	235
7	828	1537	235	263
8	923	1734	254	285
9	950	1779	267	303
10	961	1795	275	315
11	961	1791	279	323
12	957	1784	281	330
13	954	1777	284	336
14	952	1774	286	343
15	954	1778	289	350
16	957	1784	291	357
17	957	1784	294	357
18	959	1789	297	355
19	959	1788	299	352
20	957	1785	302	350
21	949	1769	304	347
22	947	1763	307	345
23	944	1757	309	342
24	941	1751	312	340
25	938	1745	315	337
26	937	1744	317	334
27	943	1757	320	332
28	949	1770	322	329
29	955	1782	325	327
30	961	1794	327	324
31	966	1804	330	322
32	973	1820	332	319
33	981	1837	335	317
34	989	1854	338	314
35	994	1864	340	311
36	1000	1877	343	309
37	1003	1882	345	306
38	999	1875	348	304
39	1004	1885	350	301
40	1142	2171	353	299
41	1134	2153	355	296
42	1065	2011	358	293
43	1083	2048	361	291
44	1047	1972	359	288
45	971	1814	352	286
46	964	1800	345	283

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
47	964	1799	338	281
48	963	1798	332	278
49	961	1794	325	276
50	961	1793	318	273
51	959	1789	311	270
52	949	1771	301	264
53	914	1705	285	253
54	879	1645	264	236
55	815	1524	239	215
56	717	1296	208	188
57	371	565	172	156
58	535	965	130	119
59	247	428	84	77
60	79	79	31	29

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	38	38	18	17
2	280	415	70	66
3	362	631	118	111
4	414	716	160	150
5	701	1313	197	184
6	804	1519	228	212
7	828	1537	255	235
8	923	1734	276	254
9	950	1779	292	267
10	961	1795	303	275
11	961	1791	310	279
12	957	1784	315	281
13	954	1777	321	284
14	952	1774	326	286
15	954	1778	332	289
16	957	1784	337	291
17	957	1784	343	294
18	959	1789	348	297
19	959	1788	352	299
20	957	1785	350	302
21	949	1769	347	304
22	947	1763	345	307
23	944	1757	342	309
24	941	1751	340	312
25	938	1745	337	315
26	937	1744	334	317
27	943	1757	332	320
28	949	1770	329	322
29	955	1782	327	325
30	961	1794	324	327
31	966	1804	322	330
32	973	1820	319	332
33	981	1837	317	335
34	989	1854	314	338
35	994	1864	311	340
36	1000	1877	309	343
37	1003	1882	306	345
38	999	1875	304	348
39	1004	1885	301	350
40	1142	2171	299	353

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
41	1134	2153	296	354
42	1065	2011	293	349
43	1083	2048	291	343
44	1047	1972	288	338
45	971	1814	286	332
46	964	1800	283	327
47	964	1799	281	321
48	963	1798	278	316
49	961	1794	276	310
50	961	1793	273	305
51	959	1789	270	299
52	949	1771	264	290
53	914	1705	253	275
54	879	1645	236	256
55	815	1524	215	232
56	717	1296	188	202
57	371	565	156	167
58	535	965	119	127
59	247	428	77	82
60	79	79	29	31

2.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

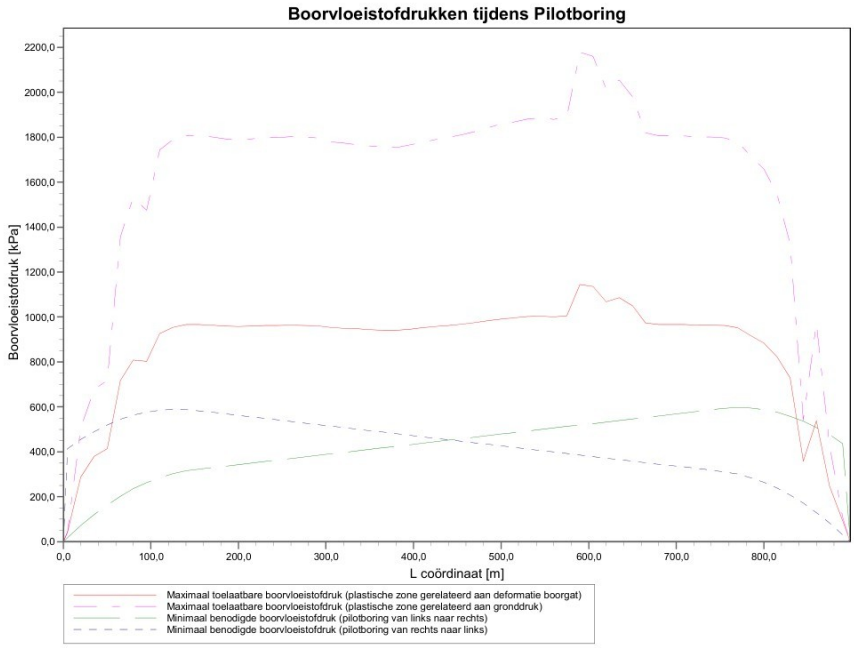
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	16	0	-	voldoet
2	63	13	4,73	voldoet
3	104	51	2,05	voldoet
4	141	84	1,68	voldoet
5	172	112	1,53	voldoet
6	198	136	1,46	voldoet
7	218	154	1,41	voldoet
8	234	169	1,39	voldoet
9	244	178	1,37	voldoet
10	250	183	1,36	voldoet
11	251	184	1,36	voldoet
12	251	184	1,36	voldoet
13	251	184	1,36	voldoet
14	250	185	1,36	voldoet
15	250	185	1,36	voldoet
16	250	185	1,36	voldoet
17	250	185	1,35	voldoet
18	250	185	1,35	voldoet
19	250	185	1,35	voldoet
20	250	185	1,35	voldoet
21	250	185	1,35	voldoet
22	250	185	1,35	voldoet
23	250	185	1,35	voldoet
24	249	185	1,35	voldoet
25	249	185	1,35	voldoet
26	249	185	1,34	voldoet
27	249	185	1,34	voldoet
28	249	186	1,34	voldoet
29	249	186	1,34	voldoet
30	249	186	1,34	voldoet
31	249	186	1,34	voldoet
32	249	186	1,34	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
33	248	186	1,34	voldoet
34	248	186	1,34	voldoet
35	248	186	1,33	voldoet
36	248	186	1,33	voldoet
37	248	186	1,33	voldoet
38	248	186	1,33	voldoet
39	248	186	1,33	voldoet
40	248	186	1,33	voldoet
41	248	187	1,33	voldoet
42	247	187	1,33	voldoet
43	247	187	1,32	voldoet
44	247	187	1,32	voldoet
45	247	187	1,32	voldoet
46	247	187	1,32	voldoet
47	247	187	1,32	voldoet
48	247	187	1,32	voldoet
49	247	187	1,32	voldoet
50	247	187	1,32	voldoet
51	246	187	1,32	voldoet
52	242	184	1,32	voldoet
53	234	176	1,33	voldoet
54	220	164	1,34	voldoet
55	201	147	1,37	voldoet
56	177	125	1,41	voldoet
57	147	99	1,49	voldoet
58	113	68	1,66	voldoet
59	73	32	2,26	voldoet
60	27	0	-	voldoet

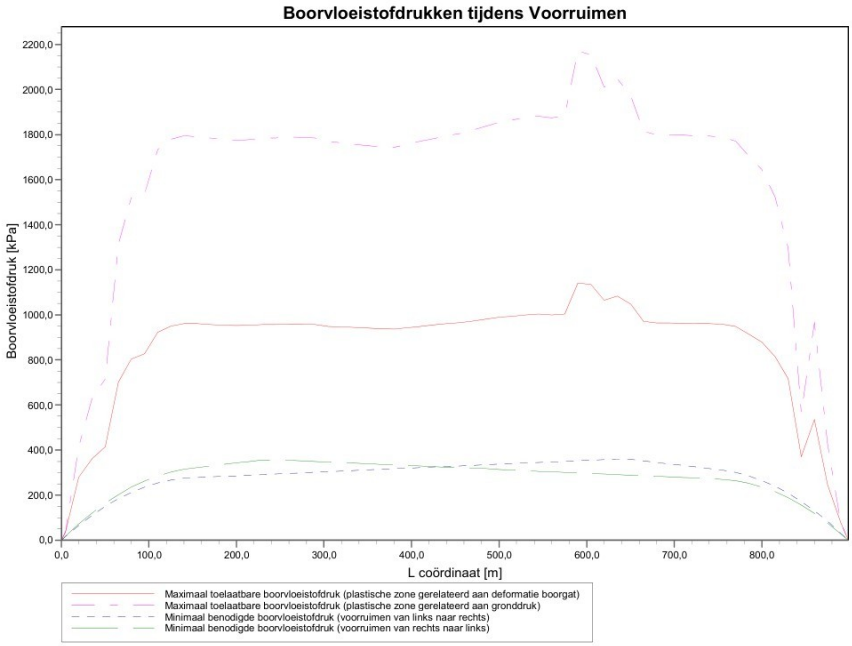
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

2.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

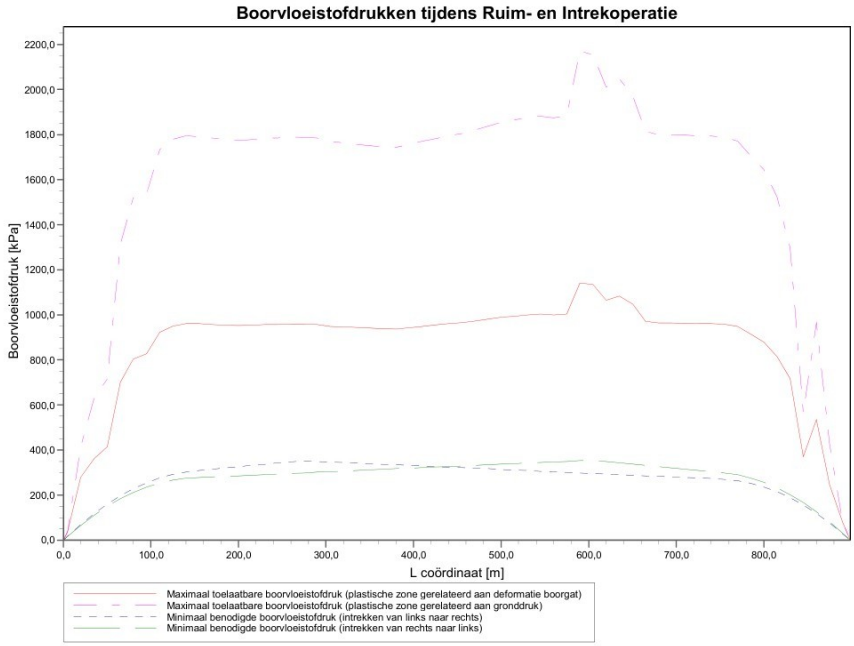
2.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



2.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



2.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



3 Gegevens voor Sterkteberekening

3.1 Algemene Gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes = 5 [-]
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,40 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 12,30 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Equivalente diameter leiding	:	Do = 422,67 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 24,73 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 259786 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,10 kN/m³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 25,000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,30
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,25

3.2 Ballasten Leiding

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

Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	87,96	[kg/m]	
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	77,79	[kg/m]	

Resultaat	:	10,17	[kg/m]	(Leiding beweegt opwaarts)

3.3 Trekkrachtberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,30)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,25)

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 doortrekoperatie 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	80
T2	10	80
T3	150	87
T4	751	103
T5	891	120
T6	903	120

De berekende waarden van de trekkracht zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaalfactor 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 2,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00.

4 Sterkteberekening van 200mm HDPE SDR9: leiding no. 1

4.1 Materiaalgegevens van 200mm HDPE SDR9: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buitendiameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 22,40 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 = 903 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
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 = 35 kN/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 407347 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 185,695 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 = 2,00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

4.2 Resultaten Sterkteberekening van 200mm HDPE SDR9: 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 22,4 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

4.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb)	=	5,46	N/mm²
sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	5,17	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	8,72	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

4.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,74	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	7,76	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	8,24	N/mm²

Tangentiele spanning:

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

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

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5,4E-3	1/mm
qr	=	0,0134	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,51	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	0,33	N/mm²

4.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

4.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,26	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,17	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²

sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,83	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2,04	N/mm²

4.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,26	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,17	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,83	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	2,04	N/mm²

4.3 Controle van de Berekende Spanningen van 200mm HDPE SDR9: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
sigma_axiaal	10,00 (kort)	8,72	8,24	-	-	-
sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,17	0,17
sigma_tangent	10,00 (kort)	-	0,33	-	-	-
sigma_tangent	8,00 (lang)	-	-	-	2,04	2,04

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,1 mm (1,16% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 14,2 mm (8,00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 8,9 mm (5,00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

4.4 Toetsing op Implosie van 200mm HDPE SDR9: 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 354 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 3105 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 221 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 3326 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 187 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 557 kN/m².

5 Sterkteberekening van 125mm HDPE SDR9 (1): leiding no. 2

5.1 Materiaalgegevens van 125mm HDPE SDR9 (1): leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buitendiameter	:	Do = 125,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 14,00 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 = 903 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
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 = 35 kN/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 651754 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 185,695 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 = 2,00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

5.2 Resultaten Sterkteberekening van 125mm HDPE SDR9 (1): 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 14,0 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

5.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb)	=	3,41	N/mm²
sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	5,17	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	7,39	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

5.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,46	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	7,76	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	8,06	N/mm²

Tangentiele spanning:

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

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

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	8,6E-3	1/mm
qr	=	0,0084	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,32	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	0,21	N/mm²

5.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

5.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,16	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,11	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,19	N/mm²

sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,88	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	1,99	N/mm²

5.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,16	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,11	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,19	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,88	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	1,99	N/mm²

5.3 Controle van de Berekende Spanningen van 125mm HDPE SDR9 (1): leiding no. 2

Belasting combinatie 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
sigma_axiaal	10,00 (kort)	7,39	8,06	-	-	-
sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,11	0,11
sigma_tangent	10,00 (kort)	-	0,21	-	-	-
sigma_tangent	8,00 (lang)	-	-	-	1,99	1,99

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,2 mm (1,13% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 8,9 mm (8,00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 5,6 mm (5,00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

5.4 Toetsing op Implosie van 125mm HDPE SDR9 (1): 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 354 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 3105 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 221 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 3326 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 187 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 557 kN/m².

6 Sterkteberekening van 110mm HDPE SDR9: leiding no. 5

6.1 Materiaalgegevens van 110mm HDPE SDR9: leiding no. 5

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buitendiameter	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 12,30 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 = 903 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
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 = 35 kN/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 740716 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 185,695 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 = 2,00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

6.2 Resultaten Sterkteberekening van 110mm HDPE SDR9: leiding no. 5

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 12,3 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb)	=	3,00	N/mm²
sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	5,17	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	7,12	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,40	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	7,76	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	8,02	N/mm²

Tangentiele spanning:

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

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

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	9,8E-3	1/mm
qr	=	0,0074	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,28	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	0,18	N/mm²

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,15	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,09	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,17	N/mm²

sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,90	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	1,99	N/mm²

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,15	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	0,09	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,17	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,90	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	1,99	N/mm²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen van 110mm HDPE SDR9: leiding no. 5

Belasting combinatie 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Belasting combinatie 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
sigma_axiaal	10,00 (kort)	7,12	8,02	-	-	-
sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,09	0,09
sigma_tangent	10,00 (kort)	-	0,18	-	-	-
sigma_tangent	8,00 (lang)	-	-	-	1,99	1,99

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,1 mm (1,12% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding bij ovalisatie is 7,8 mm (8,00% x S x Dg). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 4,9 mm (5,00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

6.4 Toetsing op Implosie van 110mm HDPE SDR9: leiding no. 5

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 354 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 3088 kN/m².

Omdat de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 221 kN/m². De maximaal toelaatbare druk wordt dan 3309 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 187 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 554 kN/m².

Einde Rapport

BIJLAGE IV SPECIFICATIES MATERIEEL



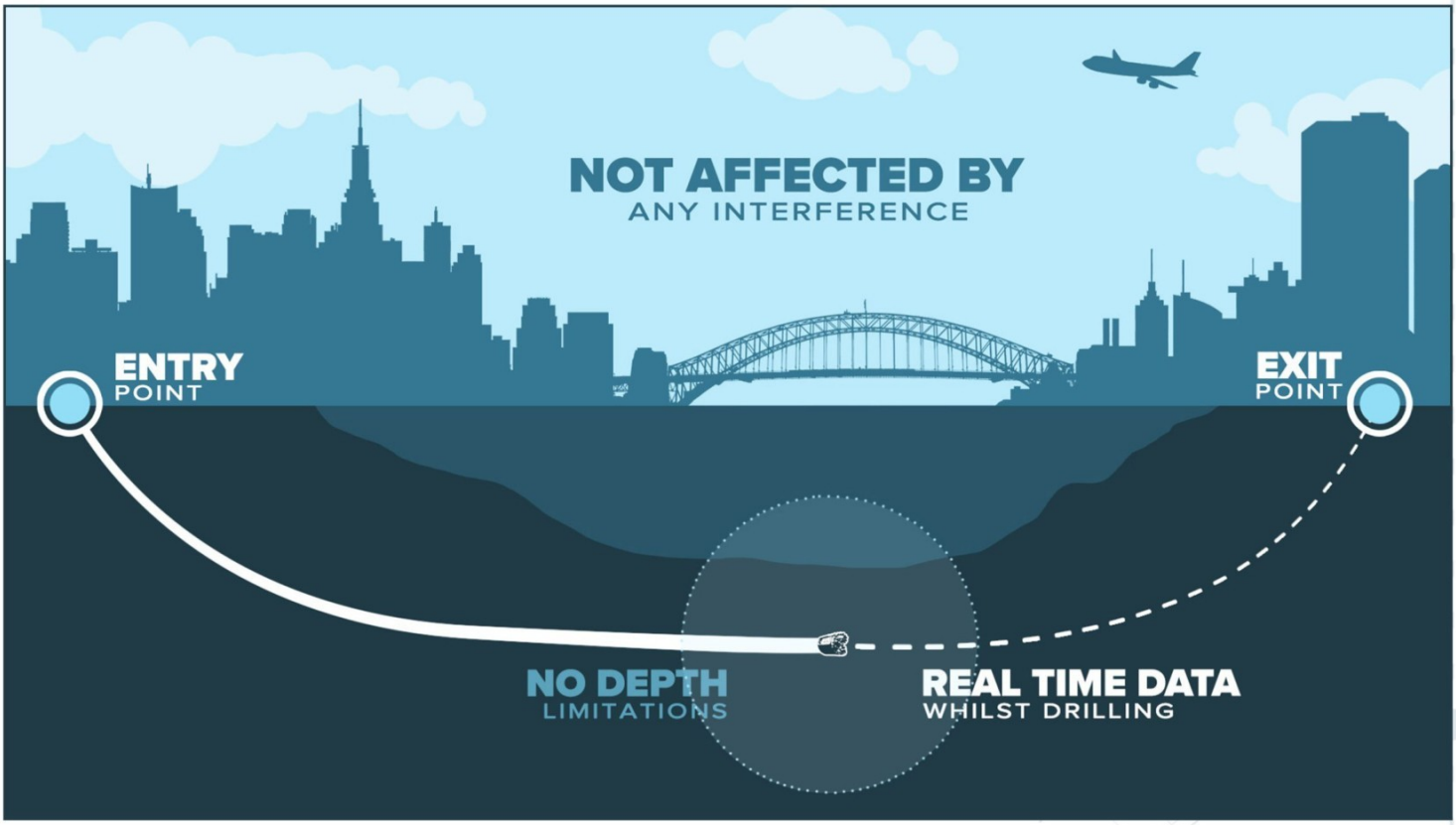
80T HDD RIG

Technical specifications:

Manufacturer	Streicher
Model	HDD80-E
Type	Electrical Crawler Rig
Power supply	400 kVA
Transmission	Rack & Pinion
Pull- / Push force	800 kN (80 T) Eco or 1.000 kN (100 T) Boost
Rotary torque	57.000 Nm
Entry angle	8° - 20°
Stroke	11.400 mm
Drill pipes	4.5 IF 6.000 mm or 6-5/8" FH 9.800 mm
Dimensions LxWxH	15.600 x 3.000 x 3.200 mm (transport)
Weight	44.000 kg
Transport	Flatbed trailer
Control cabin	Attached to rig
HP Mudpump	Onboard 1.500 l/min or External
Battery	Onboard for crawler, rig & energy recovery

BIJLAGE V SPECIFICATIES PLAATSBEPALINGSSYSTEEM

Drillguide GST



Brownline'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

Brownline

Duurzaamheidsring 180
4231EX Meerkerk
The Netherlands

+31 (0) 183 353 824
info@drillguide.com
www.drillguide.com

Drillguide GST



6-5/8" - 170 mm Gyro Steering Tool specifications

Tool OD	6-5/8" – 170 mm
Tool length (shoulder/shoulder)	8,7' – 267 cm
Thread connection pin/box	4-1/2" IF
Recommended make-up torque	4-1/2" IF 24,000 ftlb – 32 kNm
	4-1/2" REG 21,000 ftlb – 28 kNm
	GST collar 22,000 ftlb – 30kNm
Sensor(s) Accuracy	Azimuth 0.04° / Pitch 0.01° / Toolface 0.02°
Shoulder to sensor distance	27,5" – 70 cm
Net weight	660 lbs – 300 kg
Hole/drill bit size	7-7/8" / 10-5/8" – 200 - 250 mm
Minimum bending radius	490' – 150 mtr
Maximum flow rate	450 gl/min – 1700 ltr/min
Annular pressure sensor position (distance from pin shoulder)	8' – 244 cm
Annular pressure sensor range	0 to 870 psi – 6000 kPa – 60 bar
Maximum allowed inner mud pressure	1150 psi – 8000 kPa – 80 bar
Inner mud pressure sensor range	0 to 2175 psi – 0 to 15000 kPa – 0 to 150 bar
Maximum allowed torque (on tool housing)	22,000 ftlb – 30 kNm
Maximum allowed push/pull (on tool housing)	75.000 lb – 35 t
Maximum allowed temperature (on tool)	158° f – 70° c
Maximum allowed shock (on tool)	50 g (half sine wave)
Maximum allowed vibration (on tool)	20 g up to 200 Hz
Electric power (input on surface)	230V-50Hz / 110V-60Hz
Electric power (output to downhole tool)	56 Volts DC
Recommended downhole wireline	10 to 8 AWG – 6 or 10 mm^2

Brownline

Duurzaamheidsring 180
4231EX Meerkerk
The Netherlands

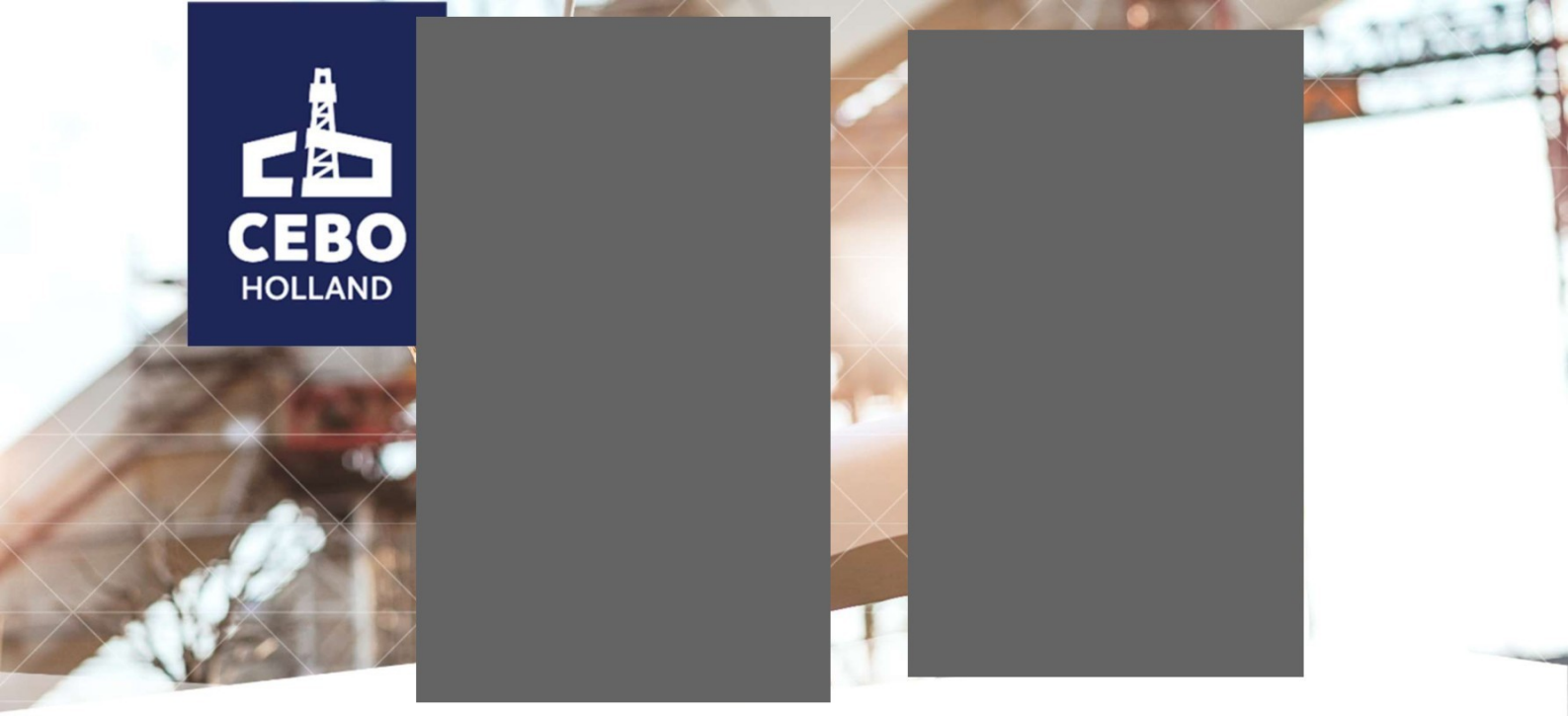
+31 (0) 183 353 824
info@drillguide.com
www.drillguide.com

BIJLAGE VI KEURINGSDOCUMENTEN

- Op verzoek worden de keuringsdocumenten van het materieel separaat aangeleverd;
- De keuringsdocumenten zijn op het werk aanwezig en in te zien.

BIJLAGE VII SPECIFICATIES BESTANDSDELEN BOORVLOEISTOF

Product	Productnaam	Herkomst	Eigenschap
Bentoniet	Tunnel-gel Max	CEBO Holland B.V.	Basis voor boorvloeistof



Product Data Sheet

CEBOGEL® OCMA

Construction

CEBOGEL® OCMA is a sodium-activated Bentonite, defined as our most concentrated Bentonite drilling product (up to 8%). Under pumping conditions, CEBOGEL OCMA is subject to shear thinning and becomes easily flowable; when motionless, the fluid thickens into a gel-like structure, allowing for effective suspension and carrying of large cuttings. CEBOGEL OCMA is a versatile drilling Bentonite, ideal for large-diameter HDD operations due to its high gel strength and stable viscosity. CEBOGEL OCMA can be recycled and reused efficiently.

Typical Properties		
Parameter	Test method / In accordance with	Required
Moisture content	% on wet / Halogen 150°C	≤ 15%
Grain size	Passing 125 µm dry sieve	≥ 95% < 125 µm
Specific density	-	≈ 2300 kg/m³
Bulk density	-	≈ 900 kg/m³
600 Reading* (7%)	Fann 35A Viscometer	45 – 55
Yield Point* (7%)	Fann 35A Viscometer	22 – 32
30 min Fluid Loss* (7%)	API Filter Press	≤ 17 ml

NOTE: Sample preparation 24.5 ± 0.01 g of CEBOGEL® OCMA are added to 350 ± 5 ml deionized water with temperature between 18°C and 22°C while stirring on a Fann® Multi-Mixer. Measurements are taken directly after sample preparation.

In so far as we can ascertain, the above-stated information is correct. However, we are unable to provide any guarantees with regard to the results that you will achieve with this. This specification is provided on the condition that you determine yourself to what degree it is suitable for your purposes.

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJmuiden
The Netherlands

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

Certification & Accreditation

- **Complies with OCMA specifications as laid down for API Specification 13A.**
- **CEBOGEL OCMA is LAGA certified in Germany by Horn & Co. Analytics, proving its environmental harmlessness.**

Mixing & Application

The properties of CEBOGEL OCMA are optimized when the make-up water has a conductivity of <1000 µS/cm, a pH between 7.5 - 10 and total hardness of < 100 ppm. Add CEBOGEL OCMA slowly and uniformly through a Venturi-Hopper into a high shear mixing system. Circulate the slurry until the Bentonite is fully dispersed.

Recommended Use

Consolidated formations: 60 – 70 kg/m^3
Unconsolidated formations: 65 – 75 kg/m^3

CEBOGEL OCMA is available in 25 kg bags, 1000 kg Big Bags and as bulk.

Version; 05-2023

In so far as we can ascertain, the above-stated information is correct. However, we are unable to provide any guarantees with regard to the results that you will achieve with this. This specification is provided on the condition that you determine yourself to what degree it is suitable for your purposes.

Cebo Holland BV
Westerduinweg 1
NL-1976 BV IJmuiden
The Netherlands

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

CEBO HOLLAND

BIJLAGE VIII ALGEMENE RISICO-INVENTARISATIE EN EVALUATIE

Uitleg scoringsmethodiek en acties n.a.v. risicoscore

Aan de diverse activiteiten en de bijbehorende gevaren worden scores toegekend om het risico te bepalen.
De kans * het effect van het gevaar bepaald de risicoscore.

Hieronder is toegelicht wanneer welke scores kunnen worden toegekend aan de kans (onderdeel A) en het effect (onderdeel B).
Tevens is aangegeven welke actie vereist is bij welke risicoscore (onderdeel C).

Onderdeel A

Score	Kans	Omschrijving
1	**Hoogst onwaarschijnlijk**	Is nog nooit voorgekomen.
2	**Onwaarschijnlijk**	Is al een keer voorgevallen, enkele materiële / menselijke gevolgen.
3	**Waarschijnlijk**	Komt regelmatig voor, enkele materiële / menselijke gevolgen.

Onderdeel B

Score	Effect	Omschrijving (P=People, M=Materiaal, E=Environment, R=Reputatie)
1	**Klein**	**1. Gering / beperkt letsel of effect op gezondheid (P).** Inclusief EHBO en medische behandeling of beroepsziekte). Niet nadelig voor uitvoering van werkzaamheden of arbeidsongeschiktheid. **2. Geringe / beperkte schade (M).** Kortstondige verstoring van het equipement. Herstelkosten minder dan € 2000 en/of verstoring van operatie minder dan een paar uur). **3. Geringe milieuschade (E)**. Geen externe klachten. Geen blijvend effect op milieu. **4. Geringe / beperkte invloed bij publiek**, **geen bezorgdheid (R)**. Enige aandacht van lokale pers/politiek met mogelijk negatieve gevolgen voor operaties.
2	**Aanzienlijk**	**1. Ernstig letsel of effect op gezondheid (P).** Ongeval met arbeidsverzuim, incl. blijvende gedeeltelijke invaliditeit of arbeidsongeschiktheid. Blijvend letsel zoals gehoorbeschadiging, chronisch letsel. **2. Plaatselijke schade (M).** - Productie gedeeltelijk buiten bedrijf. Herstelkosten minder dan € 10000 en/of verstoring van operatie minder dan een paar dagen); **3. Plaatselijke overschrijding van wettelijke normen. (E).** Lokale milieuschade. Milieu-effect in directe omgeving (vele klachten). **4. Aanzienlijke invloed (R).** Ruime aandacht van lokale pers. Geringe nationale aandacht van pers/politiek. Negatieve opstelling van lokale overheden en actiegroepen.
3	**Ernstig**	**1. Blijvende invaliditeit of meerdere dodelijke slachtoffers (P).** Als gevolg van een ongeval of beroepsziekte (vergiftiging, kanker). **2. Grote schade – gedeeltelijk / of geheel verlies van equipement (M)**. Herstelkosten meer dan € 10000 en/of verstoring van operatie minder dan 2 weken); **3. Langdurige overschrijding van wettelijke normen (E)**. Ernstige milieuschade. Aanzienlijke maatregelen noodzakelijk om verontreinigde milieu naar originele staat terug te brengen. **4. Nationale invloed (R).** Landelijke publieke bezorgdheid. Ruime aandacht van landelijke pers en/of politiek. Mogelijk beperkende maatregelen en gevolgen voor vergunningverlening.

Onderdeel C

Risicicoscore	Prioriteit	Actie
1 en 2	**Aanvaardbaar Risico**	Aanvullende maatregelen zijn niet noodzakelijk; Men kan nadenken over een meer kosteneffectieve oplossing of een verbetering die geen extra kostenpost vormt. Controle is vereist om te verzekeren dat de maatregelen worden gehandhaafd.
3 en 4	**Matig Risico**	Men moet pogen het risico te verminderen, waarbij men de preventiekosten goed moet bijhouden en moet beperken; Risicobeperkende maatregelen moeten binnen een vastgesteld tijdsbestek worden geïmplementeerd. Wanneer een matig risico met zwaar letsel in verband wordt gebracht, kan het nodig zijn dit risico nader te beoordelen. Door de kans op letsel nauwkeuriger te bepalen, kan men de behoefte aan verbeterde maatregelen vaststellen.
6	**Belangrijk Risico**	Met de arbeid mag niet worden begonnen totdat het risico is gereduceerd. Het kan nodig zijn een aanzienlijke hoeveelheid middelen in te zetten om het risico te verminderen. Waar het werk in uitvoering betreft, moet dringend actie worden ondernomen.
9	**Onaanvaardbaar Risico**	Men mag de arbeid niet beginnen of voortzetten zolang het risico niet is gereduceerd; Indien zelfs met uitputtende maatregelen niet mogelijk is het risico te verminderen, moet men een verbod uitvaardigen op verrichting van de werkzaamheden.

45.#	Onderwerp:	HDD Boringen								
	Activiteit	Risico / blootstelling / gevaar	K	E	Risico	Genomen of te nemen maatregelen	K	E	Risico	Verantwoordelijke
1	Mud bassins, in- en uittrede	**Toegang tot (mud-) bassins** Gevaar: vallen of zich in mud bassin bevinden. Gevolg: verdrinking	2	3	6	Mud bassins en in- en uittrede punt dienen deugdelijk te worden afgezet met hekwerk of nylon net (skigaas) Zorgdragen dat onbevoegden niet in de buurt van de mud bassins kunnen komen Zorgdragen dat het mud basis voldoende inhoud heeft om de geproduceerde mud hoeveelheid op te vangen	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Ontvangst en vertrekput Gevaar: Wegglijden of inzakken boorlijn	2	3	6	Tijdens het boorproces geen toegang tot de directe omgeving van vertrek- en of ontvangstput Verboden toegang voor onbevoegden in deze directe omgeving Zie maatregelen mud bassins	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
2	Indrukken of trillen van grondwerende constructie t.b.v. opstelling boormachine	Gevaar: vallende lasten/ damwand /beknelling Gevolg: lichamelijk letsel met arbeidsverzuim grondwerker/ machinist.	2	3	6	Zie Heien en trekken damwand (zie tab 41) Opvolgen van de specifieke procedure (indien aanwezig) De persoonlijke beschermingsmiddelen bij deze activiteiten zijn veiligheidsschoeisel, veiligheidshelm, gepaste werkkleding (bij voorkeur een overall), werkhandschoenen, gehoorbescherming en waar nodig verkeersveiligheidvest en veiligheidsbril. Zie tab 12 Gebruik van hijs- en hefhulpmiddelen	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
3	Opstellen boormachine (incl. overig equipement)	**Medewerkers bevinden zich tussen boormachines bij het uitvoeren van andere werkzaamheden.** Gevaar: beknelling/ Aanrijdgevaar. Gevolg: dodelijke afloop.	2	3	6	Maak aparte looppaden om transportwegen te ontlasten en samenkomst gemotoriseerd verkeer en niet gemotoriseerd verkeer te voorkomen. Zorg voor afstemming van de werkzaamheden bij start-werk.	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Gebruik boormachine. Gevaar: wegzakkende of omvallende machines bij een zachte of ongelijkmatige ondergrond. Gevolg: lichamelijk letsel met arbeidsverzuim grondwerker/ machinist.	2	3	6	Beoordeel vooraf de ondergrond op draagkracht en begaanbaarheid en bepaal welke maatregelen nodig zijn om het risico op wegzakken of kantelen van de machine te voorkomen. Het kan nodig zijn om de ondergrond te verstevigen, bijv. met draglineschotten, rijplaten e.d. Zorg voor een werkwijze waarbij grondwerkers zo veel mogelijk buiten de draaicirkel van de machine kunnen blijven, en het risico, dat zij geraakt worden als een machine verzakt of omvalt, zo klein mogelijk is. Bespreek dit met alle betrokkenen.	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
4	Gebruik van eventuele mud retour leidingen tijdens boorproces	Gevaar: vallen- en of struikelen over mud retour slangen. Gevolg: breuk/verrekking van spieren, tijdelijk verzuim.	2	2	4	Tijdens ontwerpfase het gebruik van mud retour leidingen bespreken en in ontwerptekeningen routes aangeven	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
		Letsel derden door onvoldoende afscherming van mud retour slangen over eventuele openbare fietspaden / wandelpaden. Gevaar: vallen- en of struikelen over mud retour slangen. Gevolg: breuk/verrekking van spieren, tijdelijk verzuim.	2	2	4	Bij kruisingen van openbare paden en/of fiets of wandelpaden overkluizing, leidingbruggen en/of jumpers toepassen. Zorg voor afdoende verlichting en attentie wanneer kruisen noodzakelijk is. Bespreek mogelijkheden van verkeersregelaar en/of tijdelijke afzettingen en bebordingen.	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
5	Tijdelijke elektrische installaties	Gevaar: Brand-, explosie-, en elektrocutiegevaar. Gevolg: brandwonden/dodelijk ongeval.	2	3	6	Aanbrengen van elektrische installaties door erkend monteur (in bezit van NEN 3140/NEN1010)	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		<u>Kwaliteit</u> Gevaar: Stroomstoring aan systemen, stroomuitval. Gevolg: uitloop van de planning	2	2	4	Aanbrengen van aarding door erkend bedrijf (inclusief rapportage aarding) Inzet uitsluitend gekeurd en deugdelijk materiaal/materieel	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
6	Lassen en slijpen aan constructies, hulpmiddelen en leidingen	**Uitvoeren laswerkzaamheden.** Gevaar: Blootstelling aan lasrook/damp. Gevolg: irritatie aan de ogen, keel-en luchtwegklachten, metaaldampkoorts. Lange termijn: mogelijkheid op kanker en schadelijk voor de voortplanting (reprotoxisch) Grenswaarde: 1 mg/m3 over een gemiddelde werkdag van 8 uur	2	3	6	Keuze lasproces welke zorgt minste blootstelling Rekening houden met aanwezige materialen Zorg voor deugdelijke ruimteventilatie en bronafzuiging. Zorg voor tijdig en periodiek onderhoud aan de bronafzuiging conform onderhoudsplanning.	1	3	3	Projectleider
						Verwijder deklagen (olie, vet, coating en verf) zoveel mogelijk Las met het hoofd uit de pluim Zorg dat de afstand van de opening bronafzuiging tot het werkstuk niet groter is dan de diameter van de opening. Gebruik PBM's: verbeterde laskap voorgevormd helm materiaal met P3 filter. Let op: Bij benzeen: gasfilter plaatsen in unit Bij kwik : andere motorunit benodigd en filter Controleer of de bronafzuiging naar behoren werkt en meld afwijkingen. Vervang gebruikte filters op tijd.				Lasser

45.#	Onderwerp:	HDD Boringen								
	Activiteit	Risico / blootstelling / gevaar	K	E	Risico	Genomen of te nemen maatregelen	K	E	Risico	Verantwoordelijke
						Voorlichting over lassen en risico's bij indiensttreding en elk jaar opnieuw. Informeren van lassers over tijdig vervangen filters en gebruik afzuiging. Toezien op dragen van de juiste laskappen en filters.				Uitvoerder
		Uitvoeren las- en slijpwerkzaamheden Gevaar: hoge geluidsniveau overschrijding 80 dB (A). Gevolg: blijvende gehoorschade	2	2	4	Probeer geluidsniveau te reduceren door keuze lasproces Voer de werkzaamheden gescheiden van andere werkzaamheden uit (niet tegelijker tijd) Vergoot afstand tussen geluidsbron en medewerkers zoveel mogelijk Afschermen lasplek met verplaatsbare/ geluidsabsorberende lastenten Gebruik PBM's: gehoorbescherming/laskap	1	2	2	Projectleiding
		Foutief gebruik slijpschijf Gevaar: bezwijken of springen van slijpschijf. Gevolg: Snijwonden/ amputatie lichaamsdelen	2	3	6	Dragen PBM's en inzet kundig personeel. Inzet uitsluitend gekeurd en deugdelijk materieel / materiaal Gebruik het juiste type schijven. Gebruik altijd de beschermkap Let op houdbaarheid van de schijven	1	3	3	Medewerkers
7	Gebruik van Propaan, zuurstof en-of acetyleen flessen	**Opslag van zeer licht ontvlambare stoffen** Gevaar: ontbranding/brandgevaar. Gevolg: Lichamelijk letsel en brandwonden	2	3	6	Flessen rechtop plaatsen / opslaan, opslag flessen conform PGS15 Visuele controle uitvoeren op slangen en koppelingen Niet roken nabij gas, propaan of acetyleenflessen Brandblusapparatuur aanwezig, zo nodig binnen handbereik	1	3	3	Medewerkers
		Gasflessen op project. Gevaar: Lekkage, Giftige explosieve atmosfeer, bevriezing, verstikking of vergiftiging.	2	2	4	Opstelling van drukhouders moeten zodanig zijn dat zij niet kunnen verschuiven en tegen omvallen zijn beschermd. De flessen worden tijdig gekeurd en beproefd. Let op de houdbaarheidsdatum voor gebruik. Sla gasflessen goed geventileerd of in een buitenruimte op. Flessen rechtop plaatsen / opslaan, opslag flessen conform PGS15 Visuele controle uitvoeren op slangen en koppelingen Brandblusapparatuur aanwezig, zo nodig binnen handbereik Bij lekkage: Waarschuw deskundige Blijf altijd bovenwinds van de lekkende drukhouder Houd andere uit de buurt en wijs ze op het gevaar.	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
8	Aanwezigheid van Kabels, leidingen, Slangen en/of andere obstakels op de werkvloer	Gevaar: vallen- en of struikelen Gevolg: breuk/verrekking van spieren, tijdelijk verzuim.	2	2	4	Aanwezige Kabels en slangen op juiste manier plaatsen (bij elkaar) Zorg voor voldoende verlichting (avond, nacht en wintertijden) Vaste looproutes voorzien van kabel- en leidingbruggen / trappen	2	2	4	Projectleider/ Uitvoerder
9	Aanmaak van Bentoniet in mixunit, mixproces van Bentoniet tijdens aanmaak van boorspoeling	**Stofvorming tijdens het mixproces / inademen van droge grondstoffen** Gevaar: inademing stof Gevolg: irritatie aan de ogen, keel-en luchtwegklachten	2	2	4	Gebruik van juiste PBM's (stofkappen, volgelaat masker met stoffilters) Uitvoeren van activiteiten door mud operator in juiste windrichting	2	2	4	Medewerkers
10	Aan en afvoeren van boorspoeling	**Letsel door boorspoeling onder hoge druk** Gevaar: bestaande leiding kan onder spanning staan en losschieten en letsel veroorzaken. Gevolg: arbeidsverzuim, blijvende gedeeltelijke invaliditeit	2	3	6	Visuele controle op slangen, koppelingen en fittingen op slijtage en drukklasse Inzet van deugdelijk materieel Gebruik van voorgeschreven PBM's tijdens slanghandling activiteiten	1	3	3	Medewerkers
11	HDD proces Pilotboring	Gevaar: blootstelling aan draaiende delen. Gegrepen worden door ronddraaiende delen. Gevolg: snijwonden/amputatie lichaamsdelen	2	3	6	Verboden om loshangende kleding te dragen (veiligheidsvestjes) bij draaiende delen Waar mogelijk de draaiende delen afschermen Verboden toegang voor onbevoegden bij draaiende delen Dubbel portofoonverkeer voor zowel intrede- als uittrede zijde (boormeester en uittrede medewerker) Mogelijkheid tot visueel (camera) toezicht vanuit stuurcabine (boormeester) Geen handcontact tijdens draaiende processen Passende handschoenen (op maat) tijdens boorstang handling	1	3	3	Medewerkers
		<u>Milieu</u> Vervuiling door bentonietspoeling door mud uitbraak	2	2	4	Voorafgaande projectuitvoering is schouw van locatie noodzakelijk Inzicht in aanwezige (grond) rapportages, bekendheid van grondgesteldheid Voorafgaande projectuitvoering communicatie met opdrachtgever m.b.t. geroerde grondsituatie en bekendheid hiervan (werkzaamheden uit verleden) Achtzaamheid in 'risicovolle' gebieden qua vervuiling (denk aan regio Botlek / Zuidwest Nederland)	2	2	4	Projectleider/ Uitvoerder

45.#	Onderwerp:	HDD Boringen								
	Activiteit	Risico / blootstelling / gevaar	K	E	Risico	Genomen of te nemen maatregelen	K	E	Risico	Verantwoordelijke
12	HDD proces (los)koppelen van boorstangen	Gevaar: blootstelling aan draaiende delen. Gegrepen worden door ronddraaiende delen. Gevolg: amputatie lichaamsdelen/dood. Let op: in het verleden zijn hiermee dodelijke ongevallen geweest. Dit risico is het groots bij de pipe side. Bij de RIG side minder problemen door de aanwezige bediening.	3	3	9	Waar mogelijk draaiende delen afschermen Draag vaste kleding. Verboden om loshangende kleding te dragen (veiligheidsvestjes) bij draaiende delen. Werk nooit met maar één portofoon. Minimaal 2 mensen op pipeside (buiten) Inzet van aantoonbaar opgeleide en ervaren medewerkers bij de RIG en de Pipeside. Zorg voor driedubbel portofoonverkeer tijdens koppelhandling (machinist/boormeester /pipesite handling). Inzet van visuele (camera) controle of extra medewerker vanuit stuurcabine naar pipesite / ontvangstput. Verboden toegang voor onbevoegde in de buurt van koppelproces *Optioneel: pipeside uitrusten met een camera of noodstop.*	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
13	HDD proces intrekoperatie	Gevaar: Beknelling en- of letsel door rollende leidingstukken. Gevolg: arbeidsverzuim, blijvende gedeeltelijke invaliditeit	3	3	9	Verboden voor onbevoegden in de buurt van rollenstellen / cradles tijdens intrekoperatie Voorlichting intrekoperatie aan alle betrokken medewerkers voorafgaande proces. Inzet van deugdelijk en gekeurde middelen Opstellen hijsplan bij complexe hijsactiviteiten (boogstraal/kattenrug)	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Letsel tijdens het opstellen van HDPE (bundel) leidingen i.v.m. werking HDPE tijdens koude of warme omgevingstemperaturen	2	2	4	Uitleg tracé en werkruimte vooraf bespreekbaar maken met OG HDPE (bundel-) leidingen borgen tegen werking Vroegtijdige communicatie m.b.t. weersomstandigheden	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
		Letsel en/of gevaarlijk omgevings-situatie bij gebruik van HDPE op haspels	2	3	6	Vroegtijdige communicatie m.b.t. leverantie van materialen Anticiperen op leverantie van eventuele haspels, denk aan hijs-as, tweesprong kettingen, haspelwagen, aanhanger etc. Overleg met UITV & WVB m.b.t. werkmethoden en uitvoerbaarheid Borging tegen spanning	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Kwaliteit Opstellen van kattenrugconstructie i.v.m. juiste boogstraal tijdens intrekoperatie	2	2	4	Inzet door gecertifieerde en erkende kraanbedrijven Opstellen van hijsplan voor complexe kattenrug opstellingen Inzichtelijkheid in bodemgesteldheid op locatie van kattenrugopstelling Inzet van gecertificeerde/gediplomeerde machinisten Onderlinge portofooncommunicatie tussen hijsbegeleider en machinisten Zorg voor visueel contact met machinisten	1	2	2	Projectleider/ Uitvoerder
		Breken van hijsmiddelen Gevaar: vallende lasten/ damwand Gevolg: lichamelijk letsel met arbeidsverzuim grondwerker/ machinist.	1	3	3	Inzet van deugdelijk en gekeurd materieel Visuele controle op in te zetten hijsmiddelen Inzet van voorgeschreven hijsmiddelen welke op gewicht en trekkracht zijn afgestemd op de werkzaamheden	1	3	3	Medewerkers
14	HDD Boorproces (pilot, Ruimen, Intrekken)	Kans op bentoniet uitbraak (blow-out) tijdens HDD processen	3	3	9	Uitvoeren van continue monitoring van mud drukken tijdens het boorproces Extra monitoring bij punten waar dekking minimaal is (in- en uittrede)	1	3	3	Medewerkers
15	Aanwezigheid van ondergrondse (voorziene) obstakels	**Kwaliteit** Kans op materieelschade tijdens boorproces	2	3	6	Inzicht in bodemgesteldheid / grondonderzoek rapportages Markeren van voorziene obstakels Regelmatige controle van locatie waar obstakels bekend zijn Indien mogelijk en- of noodzakelijk de obstakels afschermen Inzet van een adequaat meetsysteem om boorlijn constant inzichtelijk te hebben	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
16	Aanbrengen van Casing tijdens HDD boorproces	**Lasbreuken** Gevaar: beknelling Gevolg: arbeidsverzuim, blijvende gedeeltelijke invaliditeit	1	3	3	Lassen casings door ervaren medewerkers Gebruik de voorgeschreven PBM's Inzet van juiste, gekeurde hijsmiddelen Buiten bereik van hijslasten blijven Verboden zicht onder hijslasten te bevinden Constante communicatie en visueel zichtbaar voor machinist	1	3	3	Medewerkers
17	Calamiteiten tijdens boorproces	Gevaar: brand en- of explosie tijdens uitvoering van HDD proces. Gevolg: brandwonden/dodelijk ongeval.	1	3	3	Aanwezigheid van getrainde EHBO en BVH medewerkers op jobsite Aanwezigheid van hoogstnoodzakelijke gevaarlijke stoffen op jobsite Instructie en voorlichting voor betrokken medewerkers Aanwezigheid van noodplan/calamiteitenlijst op projectsite Juiste type en aantallen blusmiddelen aanwezig op projectsite	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder

45.#	Onderwerp:	HDD Boringen								
	Activiteit	Risico / blootstelling / gevaar	K	E	Risico	Genomen of te nemen maatregelen	K	E	Risico	Verantwoordelijke
18	Avond- en of nachtwerkzaamheden	Onvoldoende verlichting tijdens avond- en of nachtactiviteiten (nachtshifts 24/7) Gevaar: vallen- en of struikelen over obstakels. Gevolg: breuk/verrekking van spieren, tijdelijk verzuim.	2	3	6	Inzet van externe lichtbronnen Extra voorlichting voor betrokken medewerkers over nachtactiviteiten en extra risico's Medewerkers voorzien van extra verlichting in vorm van helmlampen voor terreingebruik (auto / bouwlocatie)	1	3	3	Projectleider/ Uitvoerder
		Milieu Gevaar: lichtvervuiling Gevolg: verstoring van natuurlijk habitat door avond en nachtactiviteiten	3	2	6	Inzet van milieuvriendelijk verlichting ook rekening houden met type verlichting i.v.m. wild en vogels. Inzet van geluidsarme apparaten en indien niet mogelijk dan geluid reducerende (hulp-) aggregaten Communicatie met directe omgeving m.b.t. werkzaamheden (stakeholders) Opvolgen van maatregelen welke voortkomen uit de project MAR en Milieurapportages	3	2	6	Projectleider/ Uitvoerder
19	Het nemen van samples door 'derden' tijdens uitvoering Pilotboring HDD proces	Uitvoering van sample name tijdens het pilotproces door 'derden' Gevaar: blootstelling aan diverse risico's	2	3	6	Aanbrengen van looproute naar samplepunt Fysieke afscheiding met hekwerk bij sample locatie (mudpit) Aanstelling van bevoegde personen welke sample activiteiten mogen uitvoeren	2	3	6	Projectleider/ Uitvoerder