



DATUM: 12-02-2025

DOCUMENTNAAM: 24146699 WMO HDD09

VERSIE: 1

PROJECT REFEEENTIE: 24146699

OPDRACHTGEVER: BAM Energie & Water

Angeren, Scherpekamp

HDD 09

Werkmethodeomschrijving



Van Leeuwen
Sleufloze Technieken

Van Leeuwen Sleufloze Technieken

Woerden (NL)

www.vlst.com



Project: Angeren, Kraaienstraat

Documentnaam: 24146699 WMO HDD09

Datum eerste uitgave: 12-02-2025

Opdrachtgever: BAM Energie & Water
[REDACTED]
[REDACTED] Nieuwleusen

Vergunninghouder: Alliander
[REDACTED]
[REDACTED] Arnhem

	Naam	Instantie	Paraaf
Auteur	[REDACTED]	Van Leeuwen Sleufloze Technieken	[REDACTED]
Interne Controle	[REDACTED]	Van Leeuwen Sleufloze Technieken	
Autorisatie Projectleiding	[REDACTED]	Van Leeuwen Sleufloze Technieken	
Goedkeuring Opdrachtgever	[REDACTED] n	BAM Energie & Water	

Versie	Wijziging	Opsteller	Controle	Datum
02				
03				
04				
05				

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
2	UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN	5
2.1	Normen en eisen	5
2.2	Ontvangen documenten.....	6
2.3	Toe te passen materiaal	6
3	BESCHRIJVING SITUATIE HDD.....	7
3.1	Vergunningverlener(s).....	7
3.2	Kabels & leidingen.....	7
3.3	Beschrijving in- en uittrede	8
3.4	Bodemopbouw.....	9
3.5	Grondwaterstand	10
3.6	Kwelanalyse.....	10
4	BESCHRIJVING WERKMETHODE	11
4.1	Uitvoering	11
4.1.1	Inrichten werkterrein	11
4.1.2	Pilot.....	11
4.1.3	Ruimen.....	11
4.1.4	Buis intrek.....	11
4.1.5	Revisie	12
4.2	Boorvloeistof.....	12
4.3	Geplande werktijd.....	12
5	IN TE ZETTEN MATERIEEL	13
5.1	Uitvoeringsparameters boormachine	13
5.2	Plaatsbepaling	14
5.3	Afwijkingstoleranties	15

6	BEREKENINGEN	16
6.1	Boorspoeldrukken.....	16
6.2	Trekkracht	17
7	PERSONEEL, ORGANISATIE EN COMMUNICATIE	18
7.1	Personeel en taken.....	18
7.2	Wijze van registeren en rapporteren	19
7.3	Certificering	20
8	RISICOANALYSE.....	21
9	CONCLUSIE	22
	BIJLAGEN.....	

1 INLEIDING

Voor Alliander dienen meerdere kabels aangelegd te worden ten behoeve van middenspanning. Voor een deel van dit nieuwe tracé moet een kruising worden gerealiseerd met één HDPE-mantelbuis 1xØ200 mm. Het tracé kruist hierbij een waterkering, inclusief enkele kabels en leidingen. Het intredepunt ligt in de berm van de Kraaienstraat nabij huisnummer 2a. Het uittredepunt ligt in het weiland nabij de Scherpekamp. Deze kruising wordt gerealiseerd door middel van een horizontaal gestuurde boring (HDD).

Voor het aanvragen van de vergunning/toestemming bij het waterschap is een werkmethodeomschrijving (boorplan) nodig. In opdracht van BAM Energie & Water heeft Van Leeuwen Sleufloze Technieken (VLST) deze werkmethodeomschrijving gemaakt.

In deze werkmethodeomschrijving wordt toegelicht welke stappen nodig zijn om de boring uit te kunnen voeren. Door middel van berekeningen en de ontwerptekening wordt de uitvoerbaarheid onderbouwt.

Hieronder is een overzicht van de boring locatie weergegeven.



Figuur 1: Situatieoverzicht

2 UITGANGSPUNTEN EN ONTVANGEN DOCUMENTEN

De werkmethodeomschrijving en tekening worden opgesteld aan de hand van de wettelijke eisen en normen conform tabel 1. De eisen vanuit de betrokken vergunningverleners, die invloed hebben op de werkmethodeomschrijving en tekening, zijn verwerkt. Deze worden verder toegelicht in hoofdstuk 3. Daar waar interpretaties of aannames zijn gedaan, is dit beschreven in het hoofdstuk waarop de interpretatie of aannames betrekking heeft. De, voor de uitvoering benodigde, toestemmingen en vergunningen zijn in het bezit van de hoofdaannemer en indien gewenst beschikbaar op het werk.

2.1 NORMEN EN EISEN

De voor het werk te hanteren normen en eisen staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1: Normen en Eisen.

Ref.	Doc.nr.	Uitgave	Titel
a	Eurocode 7	2012	Geotechnisch ontwerp
b	NEN 3650	2020	Eisen voor buisleidingsystemen.
c	NEN 3651	2020	Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken.
d	NPR 3659	2006	Ondergrondse pijpleidingen - Grondslagen voor de sterkteberekening.
e		2019	Leggers van waterschap Rivierenland

2.2 ONTVANGEN DOCUMENTEN

Naast de normen en eisen als genoemd in tabel 1 zijn de ontvangen documenten zoals in tabel 2 gebruikt voor het opstellen van de werkmethodeomschrijving en tekening.

Tabel 2: Ontvangen Documenten.

Nr.	Titel	Uitgever	Kenmerk	Versie	Datum	Status
1	COP.00861.02.22_DO_0.4	BAM Infra	COP.00861.02.22	D	29-05-2024	DO
2	Grondonderzoeken	Multiconsult	COP.02590.01.35	1.0	18-10-2024	Definitief

2.3 TOE TE PASSEN MATERIAAL

In tabel 3 zijn de eigenschappen verwerkt van het toe te passen buismateriaal.

Tabel 3: eigenschappen materiaal.

Omschrijving	Eenheid	Boring
Techniek	[-]	HDD
Soort buis	[-]	Mantelbuis
Aantal buizen	[-]	1
Buisdiameter	[mm]	200
Wanddikte in mm	[mm]	18.2
Materiaal	[-]	HDPE
Materiaal kwaliteit	[-]	PE100
Wanddikte verhouding	[-]	SDR11
Lengte boring	[m]	598.88

3 BESCHRIJVING SITUATIE HDD

Het boortracé kruist de Lodderhoeksestraat en waterkering te Angeren. Hiervoor dient toestemming/vergunning te worden aangevraagd bij Waterschap Rivierenland. De omgeving van het boortracé is van tevoren geschouwd door een medewerker van VLST. Bij het kadaster is een oriëntatiemelding opgevraagd (24O0157197). Uit dit vooronderzoek blijkt dat rekening gehouden moet worden met onderstaande punten.

3.1 VERGUNNINGVERLENER(S)

Uit ons vooronderzoek is gebleken dat de waterkering in het beheer is van het waterschap Rivierenland. De waterkering staat bij Rivierenland bekend als een primaire waterkering. De te realiseren gestuurde boring zal de waterkering kruisen. Het in- en uittredepunt van de te realiseren gestuurde boring ligt buiten de beschermingszone. De boring zal de waterkering kruisen op een diepte van ca. 12,3m -maaiveld.

3.2 KABELS & LEIDINGEN

Tijdens de uitvoering wordt ter plaatse van het in-/uittredepunt alle kabels en leidingen vrij gegraven en, indien noodzakelijk, worden extra beschermingsmaatregelen getroffen.

Uit de opgevraagde Klic-melding 24O0157197 is gebleken dat één eisvoorzorgsmaatregel van toepassing is:

- **GasUnie, buis gevaarlijke inhoud:**
 - De te realiseren gestuurde boring kruist geen buis gevaarlijke inhoud. Vanuit de eisvoorzorgsmaatregel blijkt dat de minimale onderlinge afstand 5,00 meter dient te zijn.
 - De boring voldoet aan deze eis.

3.3 BESCHRIJVING IN- EN UITTREDE

Het intredepunt is gepland in de berm van de Kraaienstraat tegenover huisnummer 2a. Ter plaatse is voldoende ruimte beschikbaar voor het graven van een mudpit van ca. 10 m³. Om het materieel en materiaal op te kunnen stellen dienen er rijplaten gelegd te worden in het weiland. Er dient ook toestemming geregeld te worden om gebruik te kunnen maken van het weiland. Tevens dienen er enkele verkeersmaatregelen getroffen te worden vanwege de plaatsing van de boorrig. Gezien deze situatie is het noodzakelijk om verkeersmaatregelen te treffen conform de CROW 96B.



Figuur 2: Overzicht huidige situatie intredepunt

Het uittredepunt is gepland in een weiland welke te bereiken is via de Scherpekamp. Ter plaatse is voldoende ruimte beschikbaar voor het graven van een mudpit van ca. 10 m³. Om het materieel en materiaal op te kunnen stellen dienen er rijplaten gelegd te worden in het weiland met een aanrijroute. Er dient ook toestemming geregeld te worden om gebruik te kunnen maken van het weiland. De HDPE-mantelbuis kan ter hoogte van het uittredepunt uitgelegd worden. De mantelbuis dient uitgevoerd te worden met een vulleiding. De vulleiding zal de mantelbuis vullen met water tijdens de intrekfase. Gezien deze situatie is het niet noodzakelijk om verkeersmaatregelen te treffen.



Figuur 3: Overzicht huidige situatie uittredepunt

3.4 BODEMOPBOUW

Aan de hand van het grondonderzoek zijn de grondparameters bepaald op basis van de NEN9997, tabel 2.b; representatieve waarden voor de grondeigenschappen. Het gebruikte grondonderzoek is toegevoegd in bijlage B.

- De bovenste lagen van de grond bestaan uit verschillende veen- en kleilagen.
- Vanaf een diepte van ca. 7m -NAP bevindt zich de pleistocene zandlaag dit is het eerste watervoerende pakket.

De boring bevindt zich in klei- en zandlagen, bestaat een geringe kans op grind.

3.5 GRONDWATERSTAND

De grondwaterstand is afkomstig van Grondwatertools.nl. Zie bijlage B voor de gegevens van de peilbuis. De grondwaterstand is afgeleid uit de waterspanningsmeting van de sondering

Tabel 4: Grondwaterstand.

Grondwaterstand	
Freatische grondwaterstand	9,31 m +NAP
Grondwaterstand 1e watervoerende pakket	9,12 m +NAP

De gegevens in tabel 4 zijn een moment opname. De grondwaterstand verandert over tijd onder invloed van het weer, seizoenen en lokale werkzaamheden.

3.6 KWELANALYSE

De grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket is lager dan de freatische grondwaterstand. Hieruit analyseren wij dat geen verticale kwelstroming naar de oppervlakte verwacht wordt. In de praktijk is dit niet helemaal uit te sluiten. Mocht alsnog kwel optreden zullen we in overleg maatregelen afstemmen.

4 BESCHRIJVING WERKMETHODE

Het principe van een gestuurde boring is uit te leggen in meerdere stappen. In eerste instantie wordt een pilotboring langs de geplande lijn geboord van de ene naar de andere zijde van het te kruisen object. Na het afronden van de pilotboring zal de ruim- en intrekoperatie starten waarmee de buis in het geboorde gat wordt getrokken. Deze techniek kan onder en boven het grondwaterniveau worden toegepast.

4.1 UITVOERING

4.1.1 INRICHTEN WERKTERREIN

Het uitvoeren van de HDD wordt gedaan met de 80-tons machine, waarvoor een werkterrein van 1250 m² nodig is. Het boormaterieel voeren wij aan met vrachtwagens. De hoofdaannemer zorgt dat het werkterrein van de projectlocatie bereikbaar is. Aan zowel de in- als de uittredezijde dienen de mudpits gegraven te worden. In het verlengde van de uittredezijde wordt het terrein afgezet voor het opstellen van de in te trekken leiding.

4.1.2 PILOT

Vanaf het intredepunt maakt de boorkop door drukken en rotatie een pilotboring. Door de boorstangen en de boorkop wordt de boorspoeling gepompt die de grond voor de boorkop lossput en weggevoerd. Na het inbrengen van de lengte boorstangen, worden de meetgegevens verzameld. Het monitoren van deze boring wordt uitgevoerd met de Gyro Steering Tool, wat betekent dat alle gegevens digitaal worden gemonitord. Zie paragraaf 5.3 voor verdere toelichting. Gedurende de monitoring kunnen afwijkingen worden geconstateerd, indien dit het geval is wordt in overleg tussen de boormeester en surveyor een correctie gemaakt. Nadat de pilotboring succesvol is uitgevoerd, wordt de volgende fase in gang gezet.

4.1.3 RUIMEN

Na het afronden van de pilotboring bepaald de boormeester hoeveel ruimfases hij verwacht. Tijdens het ruimen wordt het boorgat op een gewenste diameter gebracht van 1,3x de diameter van de buis/bundel voordat deze worden ingetrokken.

4.1.4 BUIS INTREK

Na het ruimen van de boorgang zal de buis worden ingetrokken. De buis is voor het intrekken, in het verlengde van het uittredepunt uitgelegd. De buis wordt gekoppeld met een trekkop, swivel en een ruimer aan de boorstangen. Vervolgens wordt de leiding in één ononderbroken operatie, door de boormachine naar het intredepunt getrokken. Tijdens het intrekken wordt de buis begeleid met een mobiele kraan. En gevuld met water met behulp van een vulleiding.

4.1.5 REVISIE

Na afloop van de werkzaamheden worden de revisiegegevens ter beschikking gesteld aan de tekenaar. Ondertussen wordt het materieel gedemonteerd en gedemobiliseerd.

4.2 BOORVLOEISTOF

Bij de boring wordt gebruik gemaakt van Bentoniet HV waarvan de eigenschappen zijn terug te vinden in bijlage F. Bij de boorkop wordt de losgespoten grond (cuttings) gemengd met de boorvloeistof. Vanuit de mudpit wordt de boorvloeistof naar de recycle-unit verpompt. De recycle-unit verwijdert de cuttings uit de boorvloeistof. De boorvloeistof (mud) die vrijkomt uit de recycle wordt tijdelijk opgeslagen in mudbasins waarna wij de schone boorvloeistof hergebruiken op het project. Niet vervuilde boorspoeling die op een bepaald moment overtollig is, wordt afgevoerd naar depot voor hergebruik.

4.3 GEPLANDE WERKTIJD

De geplande werktijd is bepaald in overeenstemming met de ingeschatte voortgangssnelheid per fase. Bij een gestuurde boring moeten de onderstaande fasen als opvolgend worden uitgevoerd. Het aanvoeren, lassen van de buizen, opstellen van de equipment en lokaliseren van de kabels en leidingen zullen voorafgaand aan de pilotfase worden gerealiseerd.

De planning is gebaseerd op de voortgangssnelheid van onderstaande fasen, deze bepalen het kritieke pad van de snelheid van de boring.

Voortgangssnelheid bij de pilotboring; ca. 25—50 m/uur

Voortgangssnelheid bij de ruimfase; ca. 30—50 m/uur

Voortgangssnelheid bij het intrekken; ca. 30—50 m/uur

Tabel 5: Planning

Werkplan en Planning		Werkdagen									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	HDD										
1	Aanvoer materieel, voorbereiden werklocatie										
2	Lokaliseren kabels en leidingen, lassen										
3	Machine opstellen t.b.v. boring										
4	Uitvoeren pilotboring										
5	Ruimen										
6	Intrekken										
7	Afvoer materieel										

De planning kan afwijken in de praktijk, deze planning is een inschatting op basis van de uit te voeren werkzaamheden.

5 IN TE ZETTEN MATERIEEL

In onderstaande tabel is aangegeven welk materieel voor dit project gebruikt wordt. Op basis van de planning en de gevraagde trekkracht gebruiken wij de 80-tons boormachine. Door wijzigingen in beschikbaarheid of planning is het mogelijk dat de voorgestelde machine niet beschikbaar is. In dat geval maken wij gebruik van een machine die in ieder geval voldoet aan de eis voor minimale trekkracht. Voor de verdere specificaties van de boormachine zie bijlage D.

Tabel 6: Overzicht boorrig.

Eenheid		
Boormachine	[-]	PD80/43
Maximale trekkracht	[ton]	80
Boorstangen	[-]	4½IF NC50 S135 x 5m
Boorkop	[-]	Jet bit
	[mm]	210
Ruimer fase ruimen	[-]	Flycutter
	[mm]	260
Ruimer fase intrekken	[-]	Barrel
	[mm]	260
Intrekvoorziening	[-]	Swivel
Meetsysteem		Gyro Steering Tool

5.1 UITVOERINGSPARAMETERS BOORMACHINE

Onderstaande tabel presenteert de maximale specificaties tijdens de verschillende fasen van de gestuurde boring. Naar inziens en ervaring van de boormeester en/of uitvoerder kan hiervan worden afgeweken.

Tabel 7: Specificaties boring per fase.

		Pilot	Ruimen	Intrekken
Boorkop / ruimer	[type]	Jet bit	FLC	Barrel
Diameter boorkop /ruimer	[mm]	200	260	260
Boorgat	[mm]	210	260	260
Nozzles ruimer	[mm]	afh. van boorkop	afh. van boorkop	afh. van boorkop
Aantal	[stuks]	1 à 3	1 à 3	1 à 3
Drukkracht / Trekkracht	[kN]	800	800	800
Koppel	[kNm]	< 43	< 43	< 43
Spoeling druk	[bar]	0—50	0—50	0—50
Debiet	[l/min]	0—1000	0—1000	0—1000

5.2 PLAATSBEPALING

De keuze van het meetsysteem is afhankelijk van diverse factoren. De belangrijkste zijn:

- De boormachine,
- De boorstangen,
- De toegankelijkheid van het terrein,
- De ontwerpdiepte van de boring,
- De aanwezigheid van verstorende bronnen,
- De door de vergunningverleners vereiste nauwkeurigheid,
- De door de opdrachtgever vereiste nauwkeurigheid.

Van Leeuwen Sleufloze Technieken B.V. zet voor dit project de Gyrocoop Steering Tool in.

Gyro Steering Tool

Het draadgebonden, gyroscopisch (optisch), meetsysteem is gekoppeld aan een computerprogramma en meet de drie hoeken (azimuth, pitch, roll) van de boorkop ten opzichte van het geografische Noorden. De meetsonde is direct achter de boorkop geplaatst. De meetdata en de gemeten hoeken worden van de meetsonde naar de computer gezonden. De signalen van de receiver worden door bijbehorende software verwerkt tot exacte geografische boorkopposities. De gemeten en berekende posities worden vergeleken met het vooraf in de software geladen gewenste traject van de boorkop. Afwijkingen van het gemeten traject, ten opzichte van het vooraf berekende traject, worden geregistreerd door de meetdeskundige. Op basis van deze afwijkingen worden in overleg instructie betreft links/ rechts sturen en op/ neer sturen op het machinistenscherm weergegeven. Verder worden de drie gemeten hoeken (azimuth, pitch en roll) in graden op het scherm weergegeven, samen met andere belangrijke waarden voor de boring.

Het gemeten en gewenste boortraject wordt opgeslagen en kunnen, op ieder gewenst moment, op het scherm worden weergegeven of worden afgedrukt.

Het meetsysteem is ongevoelig voor storingsbronnen van buitenaf.

Nauwkeurigheden voor wat betreft:

Azimuth: 0,04° richting t.o.v. het geografische noorden

Pitch: 0,01° helling

Roll: 0,02° klokstand

Zie bijlage E voor de verdere technische specificaties.

5.3 AFWIJKINGSTOLERANTIES

Na uitvoering van het werk kan het zijn dat door eventuele afwijkingen correcties zijn gemaakt door de boormeester. Hierdoor kan de uitgevoerde boorlijn afwijken van de theoretische. Wij hanteren de maximaal toegelaten afwijkingen van de theoretische lijn, zoals omschreven in NEN 3650-1:2020 (tabel 8).

Tabel 8: Maximaal toegelaten afwijking van theoretische lijn van de boring zoals gespecificeerd door NEN 3650-1:2020 tabel F.1.

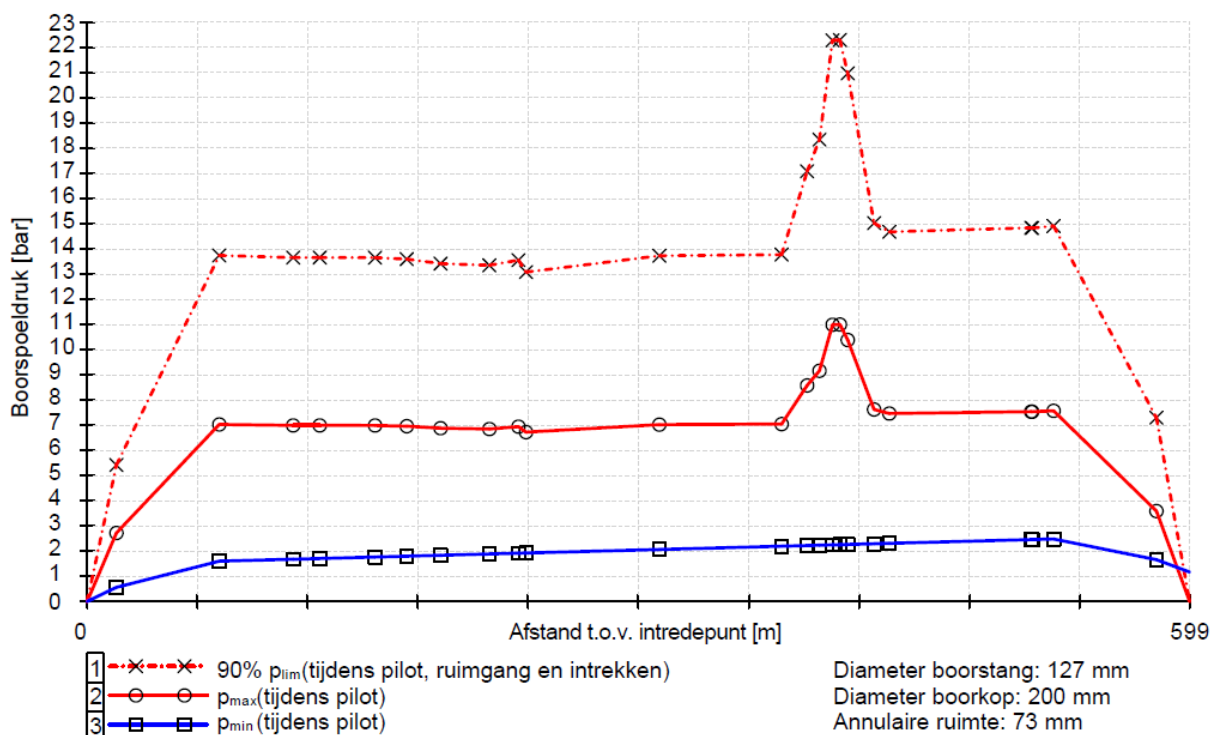
Richting	Maximale Uitvoeringsafwijking
Verticaal	+1/-1 m
Horizontaal:	
• In lengterichting t.p.v. uittredepunt	+5/-2 m
• In dwarsrichting t.p.v. uittredepunt	+1/-1 m
• In dwarsrichting tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-5 m
Bochtstralen	<10%

6 BEREKENINGEN

De berekeningen zijn gerealiseerd met het programma Sigma van adviesbureau Schrijvers BV. De grondparameters voor de benodigde berekeningen zijn gebaseerd op bijgevoegde grondonderzoeken in bijlage B en afgeleid aan de hand van de NEN6740, figuur A26-2; Representatieve waarden voor de grondeigenschappen. Om de grondwaterstand in te schatten is gebruik gemaakt van peilbuisgegevens. Op basis van deze gegevens is de grondwaterstand bepaald op ca. 9,31 meter ten opzichte van NAP. De berekeningen zijn terug te vinden in bijlage C.

6.1 BOORSPOELDRUKKEN

De resultaten van de berekeningen rondom de muddruk van de maatgevende pilotfase is in onderstaand figuur weergegeven. Voor de grafiek van de ruimfase en alle bijbehorende tabellen wordt verwezen naar Bijlage C. Tijdens de pilotfase boren wij van links naar rechts.



Figuur 4: Boorspoeldrukken Pilot

In bovenstaande afbeelding is te zien dat de boorspoeldruk over de laatste 20 meter groter is dan de toelaatbare boorspoeldruk. De boorspoeldrukken zullen hierdoor bij het benaderen van het uittrede een hoger risico voor een blow-out vormen. Ter beheersing van dit risico moeten de boorspoeldrukken en rotaties verlaagd worden.

6.2 TREKKRACHT

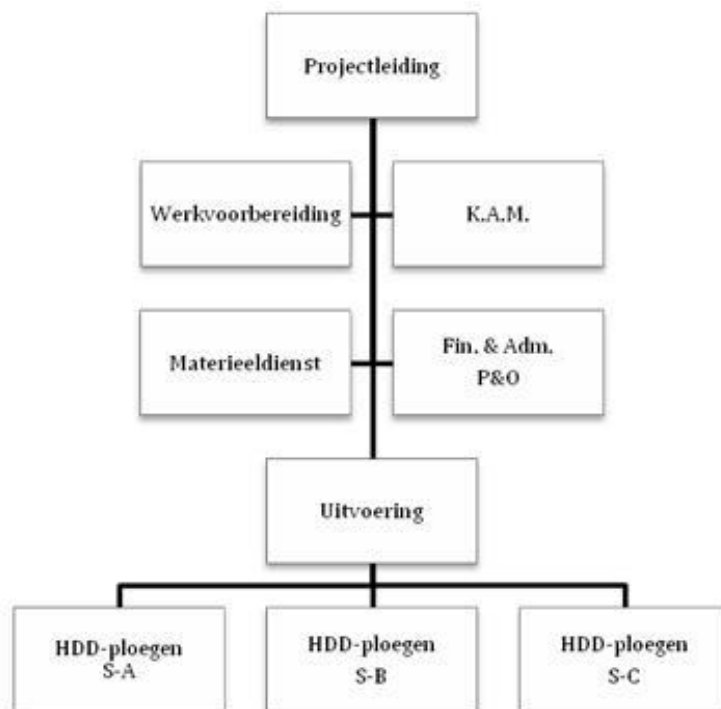
De te verwachten trekkracht is berekend met een onzekerheidsfactor van 1,4. Uit de berekeningen blijkt dat de boormachine minimaal 54,57kN (5,46 ton) aan trekkracht moet kunnen genereren om de 1xØ200 mm mantelbuis in te trekken (tabel 9).

Tabel 9: Resultaat trekkracht

Berekende trekkracht incl. veiligheidsfactor	Toelaatbare trekkracht
54,57 kN / 5,46 ton	103,94 kN / 10,39 ton

De buis is berekend op spanningen, deflectie en implosie. Uit de berekening blijkt dat de buis met betrekking tot de optredende spanningen, deflectie en implosie voldoet en binnen de gestelde marges blijft.

7 PERSONEEL, ORGANISATIE EN COMMUNICATIE



Figuur 5: Organogram HDD ploegen VLST

7.1 PERSONEEL EN TAKEN

De werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door ervaren personeel. De boormeester is een medewerker van Van Leeuwen Sleufloze Technieken B.V. met geruime ervaring in het vakgebied.

De metingen worden uitgevoerd met de Gyro Steering Tool door Brownline B.V. Bij deze meetsystemen meet de surveyor elke boorstang vanaf de boorkop.

De personele bezetting tijdens de boorwerkzaamheden is als volgt ingedeeld (afhankelijk van de in te zetten rig):

Tabel 9: Personeelsinzet.

Functie	Aantal	Functieomschrijving
Projectleider	1 man	Algehele leiding Deels aanwezig
Uitvoerder	1 man	Deels aanwezig
Boormeester	1 man	Bediening boormachine Aanspreekpunt op de werkplek Bijhouden registraties en logboeken
Mudengineer	1 man	Vervaardigen boorspoeling Analyseren boorspoeling Hand- en spandiensten
Surveyor/ Boorassistent	1-2 man	Handling boorbuizen Hand- en spandiensten Metingen en registraties meetsysteem

7.2 WIJZE VAN REGISTEREN EN RAPPORTEREN

De uitvoerder en boormeesters houden logboeken, mud registraties en dagrapporten bij. Gegevens van de pilotboring worden verwerkt op een revisietekening en aan de opdrachtgever ter beschikking gesteld. De parameters worden afgelezen op analoge meters in de besturingscabine en, incl. eventuele opmerkingen, per stang geregistreerd in een logboek. Wij hanteren de volgende eenheden voor de bijgehouden parameters:

Tabel 10: Parametereenheden.

Parameters	Eenheid
Druk- / trekkracht rig	kN
Draaimoment	kNm
Muddruk	Bar
Mudflow	l/min
Lengte Boorstangen	m

Logboeken en dagrapporten zijn aanwezig on-site en inzichtelijk voor directie en opdrachtgever. In bijlage G is een voorbeeld weergegeven van de registratiesheets.

7.3 CERTIFICERING

De werkmethodeomschrijving is opgesteld in overeenstemming met het zorgsysteem van Van Leeuwen Sleufloze Technieken. Dit zorgsysteem is gecertificeerd conform:

Tabel 11: Certificeringen.

Norm	Versie & toelichting
NEN-EN-ISO	9001:2015 gecertificeerd
CKB	2019/11 (S-A, S-B, S-C, S-D, S-E en S-F)
VCA	2017/6.0
EP2019 ProRail	Cat. 8 Gestuurd boren Subcat. S-A, S-B, S-C Certificaathouder: Van Leeuwen Sleufloze Technieken B.V.
EP2019 ProRail	Cat. 9 Persingen Open frontboringen subcat. SD-A, SD-B, SD-C, SD-D Gesloten frontboringen subcat. SE-A, SE-B Certificaathouder: Aannemingsbedrijf Klarenbeek B.V.
DCA	2024 Drilling Contractors Association
VPL-T4	Veiligheidsladder trede 4, versie 4.0-2016 Safety Culture Ladder Original step 4

8 RISICOANALYSE

De algemene Risico-Inventarisatie en Evaluatie (RI&E) staan vermeld in bijlage H. Hieronder staan de project-specifieke risico's omschreven:

Tabel 12: Project-specifieke Risico-Inventarisatie.

Calamiteit	Gevolg	Kans	Beheersmaatregel
Kabels en leidingen liggen niet op de locatie conform de KLIC	Schade aan kabels en/of leidingen	Gering	• De kabels en leidingen opzoeken bij de in- en uittreden in de mudpit. • Indien nodig beschermende maatregelen treffen om schade te voorkomen

9 CONCLUSIE

Op basis van de gemaakte tekeningen, berekeningen en de verkregen informatie uit hoofdstukken 2 en 3 van het boorplan, komen wij tot de conclusie dat de boring voldoet aan de gestelde normen en eisen tenzij elders toegelicht.

De algemene aandachtspunten zijn:

- Voor intredezijde dient een verkeersplan te worden gemaakt voor de benodigde verkeersmaatregelen;
- Bij intrede zijn rijplaten nodig om een werkterrein te creëren;
- Bij uittrede zijn rijplaten nodig om een werkterrein en aanrijroute te creëren;
- Er dient toestemmingen geregeld te worden bij in- en uittrede om het materieel en materiaal op te stellen.

De uitvoeringstechnische aandachtspunten zijn:

- De boorspoeldrukken zullen bij het benaderen van het uittrede een hoger risico voor een blow-out vormen. Ter beheersing van dit risico zullen de boorspoeldrukken en rotaties verlaagd moeten worden;
- De theoretische berekende trekkracht bedraagt 5,46 ton;
- Vulleiding om tijdens het intrekken de mantelbuis te vullen met water. Zodat de buis risico om de buis te over belasten verlaagd wordt.

De bodem specifieke aandachtspunten:

- De boring bevindt zich in klei- en zandlagen;
- De kans op een verticale kwel stroming is gering;
- De kans op grind in het bodemprofiel is gering.

BIJLAGEN

BIJLAGE A TEKENING

- 24146699-VT09A

BIJLAGE B GRONDONDERZOEKEN EN GRONDWATERSTAND

- S11
- S13
- S16

BIJLAGE C SIGMA BEREKENING

- 24146699-SB09

BIJLAGE D SPECIFICATIES MATERIEEL

- PD80/43 80 ton

BIJLAGE E SPECIFICATIES PLAATSBEPALINGSYSTEEM

- Gyro Steering Tool Working Procedure
- Brownline - productsheet - Drillguide GST
- Brownline - specsheet - Drillguide GST 170

BIJLAGE F SPECIFICATIES BOORSPOELING

- Bentoniet - HV MSDS
- Product Info - Bentoniet - HV

BIJLAGE G REGISTRATIESHEETS

- Dagrapport
- Logboek gestuurde boring
- Mud registratie

BIJLAGE H TECHNISCHE UITVOERINGSRISICO'S

BIJLAGE A TEKENINGEN

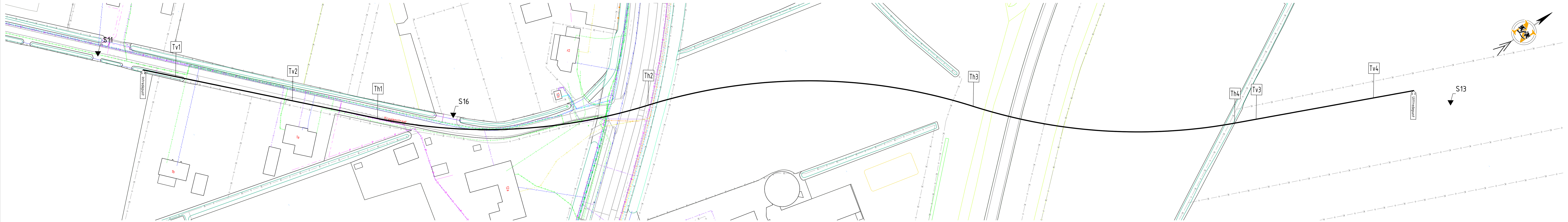
Ontwerptekeningen

Algemeen plan en boorprofiel (bovenaanzicht en langsdoorsnede).

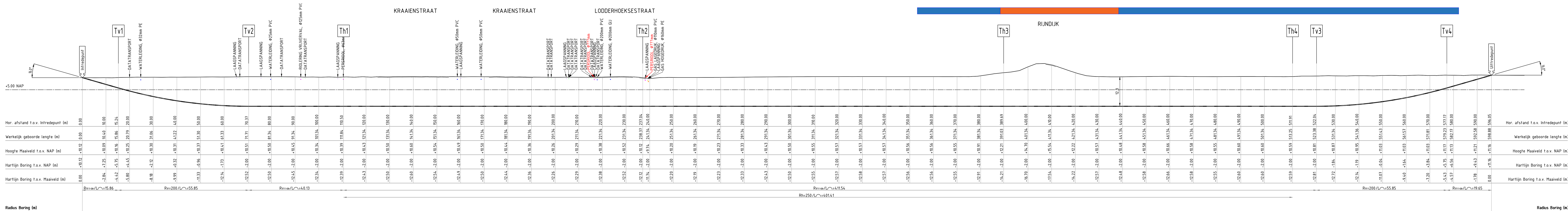
- 24146699-VT09A

Opstelling boorstelling

- 24146699-VT09A

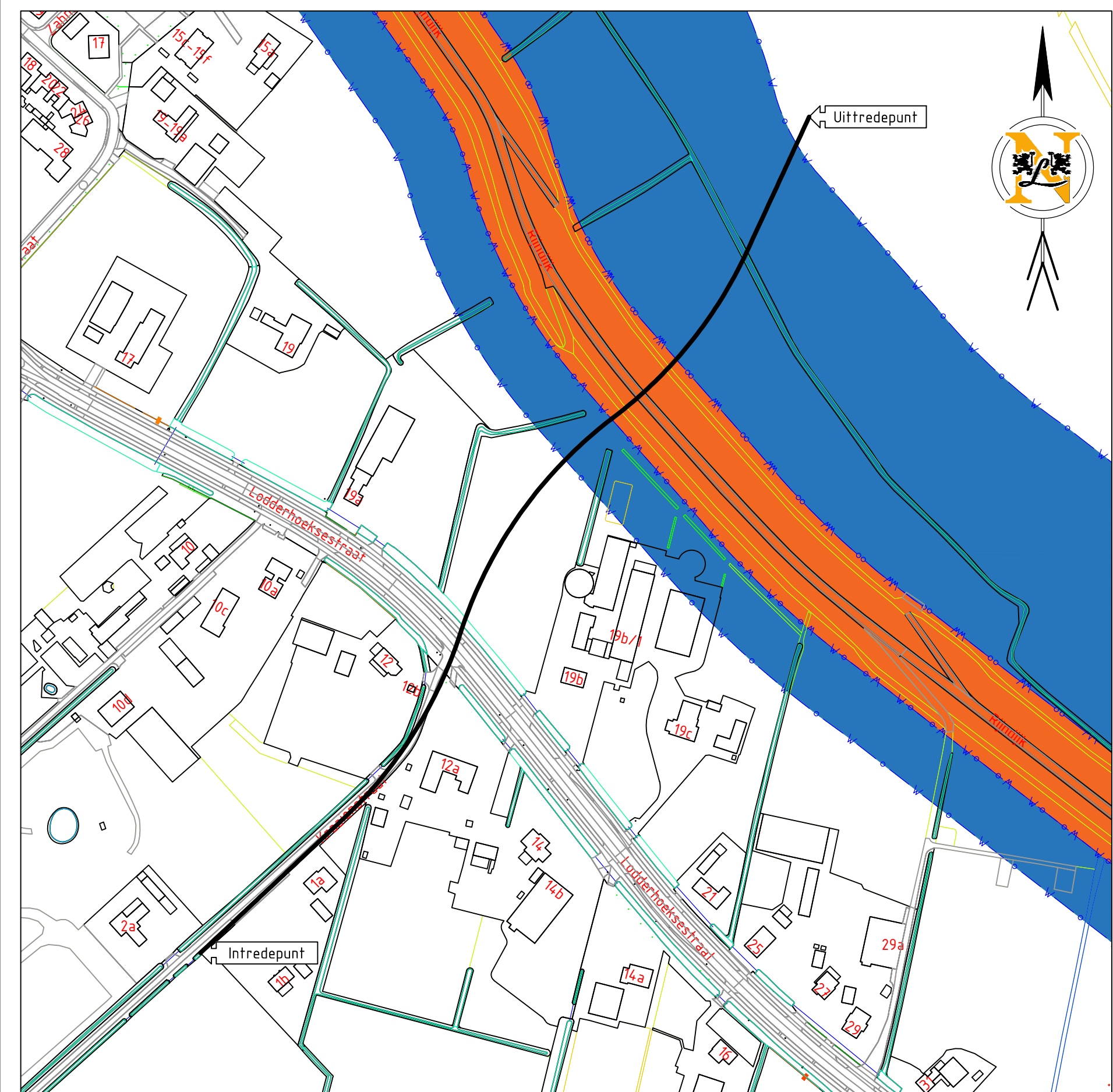


BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:500

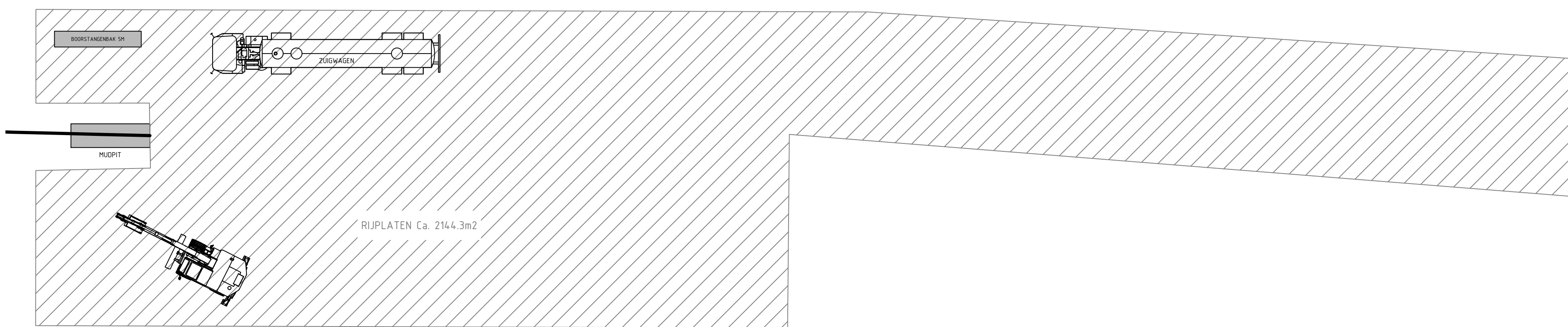


Radius Boring (m)
LENGTEPROFIEL
SCHAAL 1:500

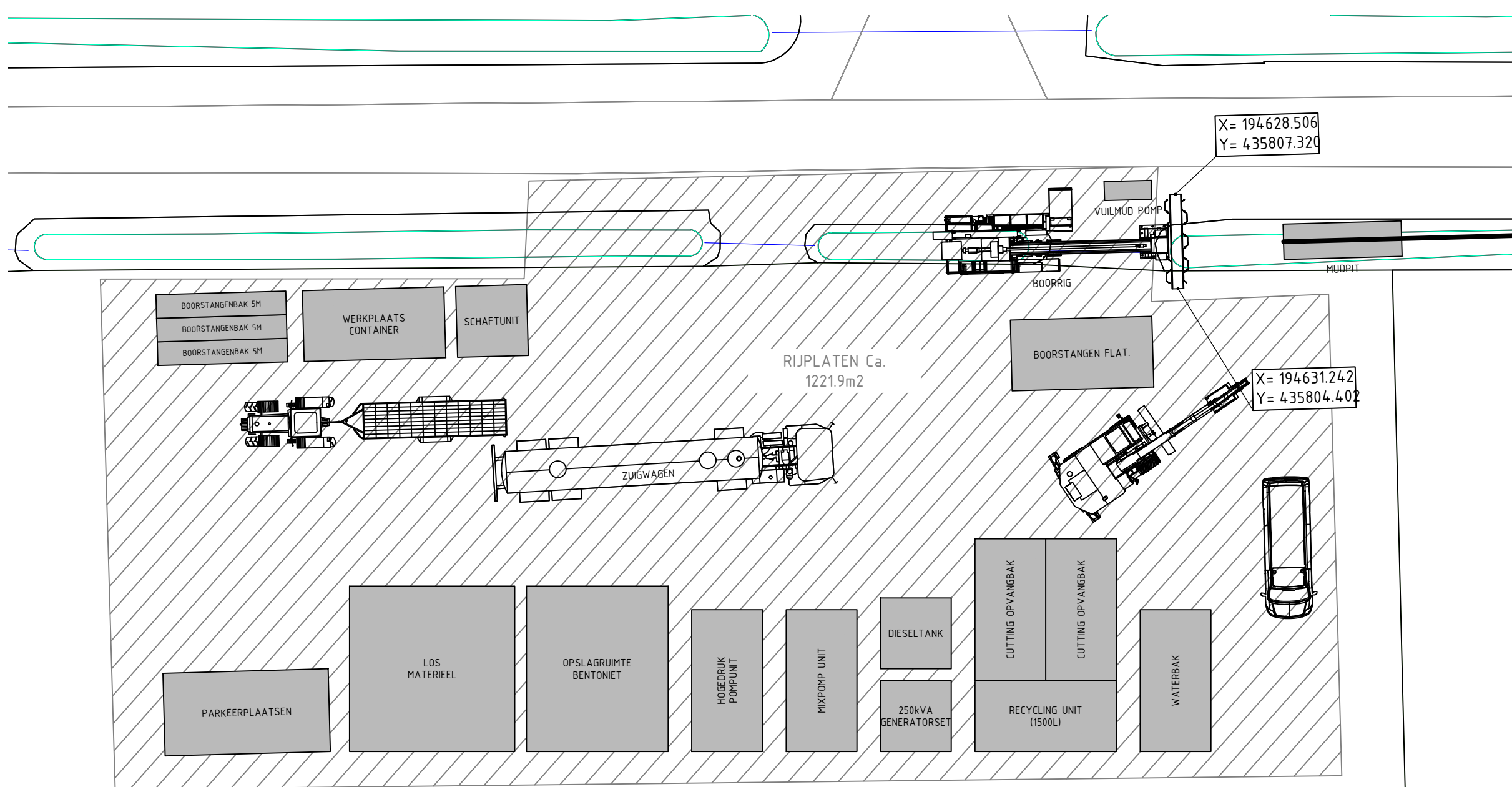
Radius Boring (m)



SITUATIE
SCHAAL 1:200



OPSTELTEKENING UITREDEZIJD (INDICATIEF)
SCHAAL 1:200



OPSTELTEKENING INTREDEZIJD (INDICATIEF)
SCHAAL 1:200

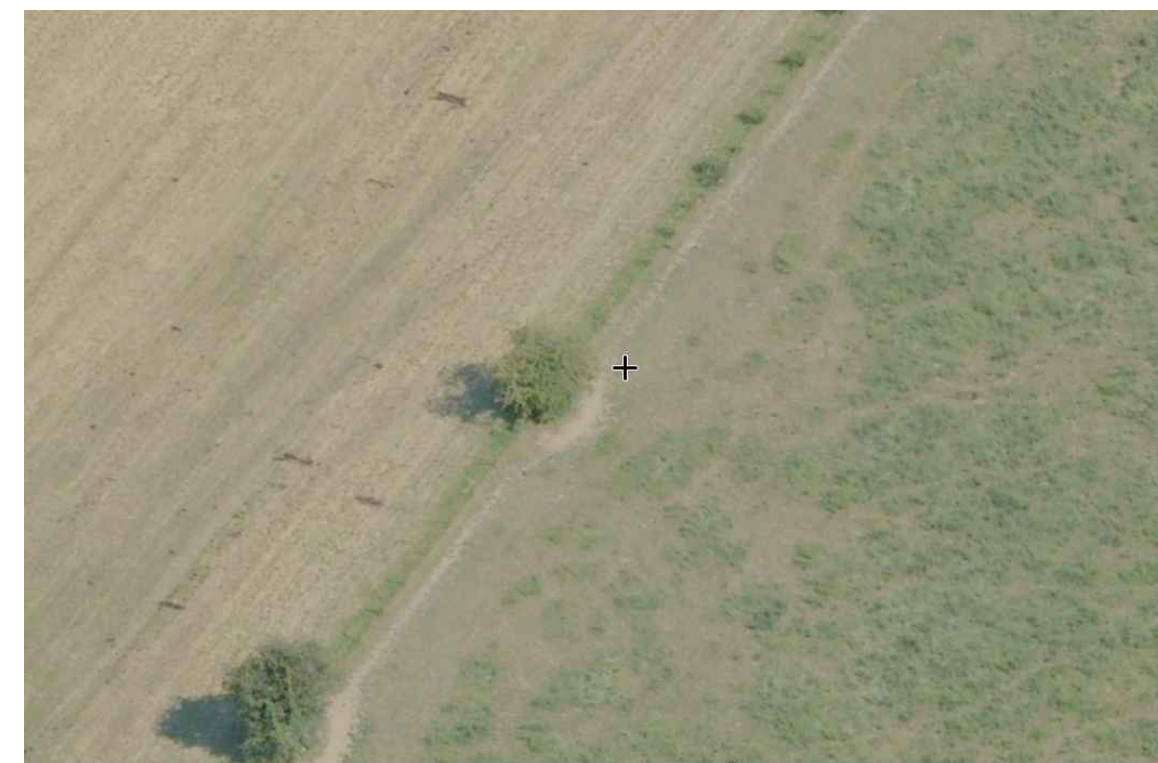
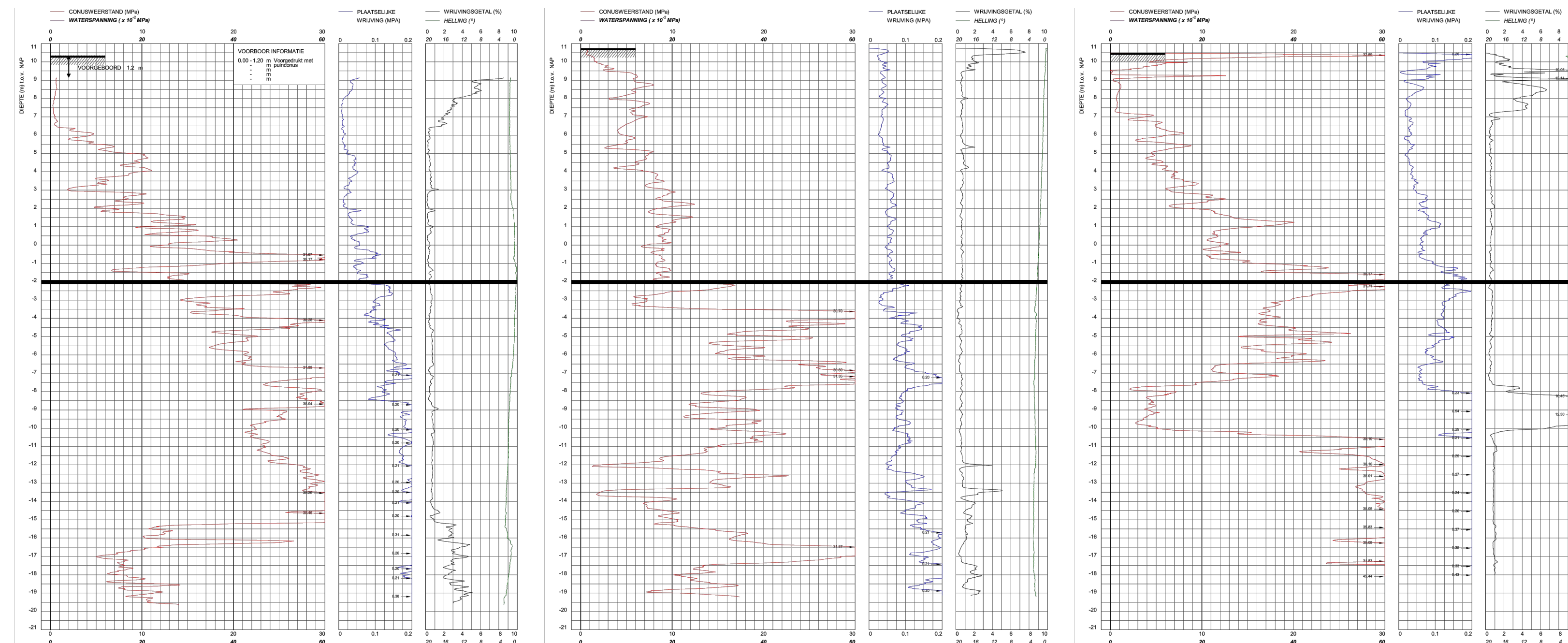


FOTO INTREDE D.D. 11-06-2024



FOTO NR.1 UITREDE D.D. 17-10-2024



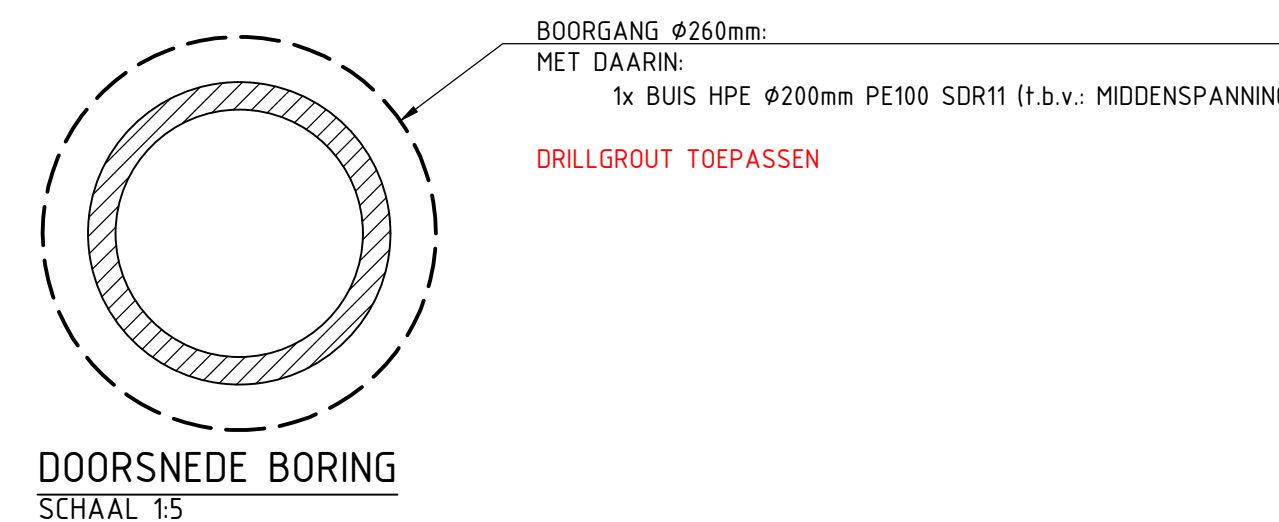
SONDERING S11
SCHAAL Custom

SONDERING S13
SCHAAL 1:200

SONDERING S16
SCHAAL 1:200

Tabel Tangentpunten Boring 09			
	X	Y	Z (NAP)
Intrede	194633.21	435808.86	10.12
Tv1	194644.39	435819.29	5.75
Tv2	194684.60	435851.00	-2.00
Th1	194713.86	435884.46	-2.00
Th2	194780.82	435990.23	-2.00
Th3	194867.73	436112.86	-2.00
Th4	194943.58	436207.16	-2.00
Tv3	194943.83	436276.33	-2.00
Tv4	194970.96	436266.97	5.75
Uitrede	194978.89	436283.51	11.16

TER CONTROLE		
Tekenaar: A. DIJKSTRA		
Naam: S. GERITSSEN		
R. SALES		
Paraf	Datum	



DOORSNEDEN BORING
SCHAAL 1:5

VERGUNNING

DE LIGGING VAN DE BESTAANDE KABEL(S) EN LEIDING(EN) IS THEORETISCH EN INDICATIEF. EXACTE LOCATIE MOET TER PLAATSE WORDEN GECONTROLEERD EN/OF VASTGESTELD. IN-/UITREDEPUNT a.d.v. WERKELIJKE SITUATIE KABELS & LEIDINGEN TE BEPALEN. KABELS EN LEIDINGEN GEBAASERD OP KLIJ-CELDING 2400/517197 (04-11-2024). DIEPTELIGGING KABELS EN LEIDINGEN ONBEKEND TENZIJ WEERGEGEVEN. DWARSPROFIEL OP BASIS VAN AHN-GEGEVENS. ONDERGROND OP BASIS VAN PDOK.

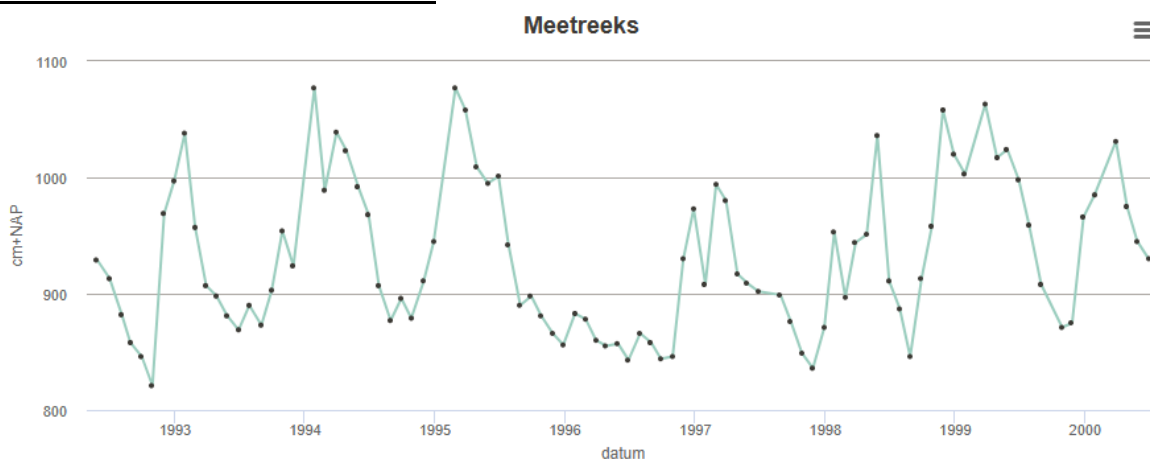
1 OPSTELTEKENING IS INDICATIEF, INDIEN GEWENST TER PLEKKE MET UITVOERING BESPREKEN.

VLST		Van Leeuwen Sleufloze Technieken	
Project		NIEUW TE LEGGEN TRACÉ TE ANGEREN	
Onderwerp		HORIZONTAAL GESTUURDE BORING LENGTE 598.88m, 3xØ110mm SDR11 SCHERPEKAMP TE ANGEREN	
Opdrachtgever		BAM INFRA ENERGIE & WATER	
Vergoedingsdrager		ALLIANDER	
Tender nummer		Sleufloze Boring	
Kantoor		Sleufloze Boring	
Formaat		A4 210x297 mm	
Blad		1 van 1	
Versie		2.1	
Datum		24-10-2024	
Tekeningsnummer		2416699-VT09	
Gebruik		Sleufloze Boring	

BIJLAGE B GRONDONDERZOEKEN

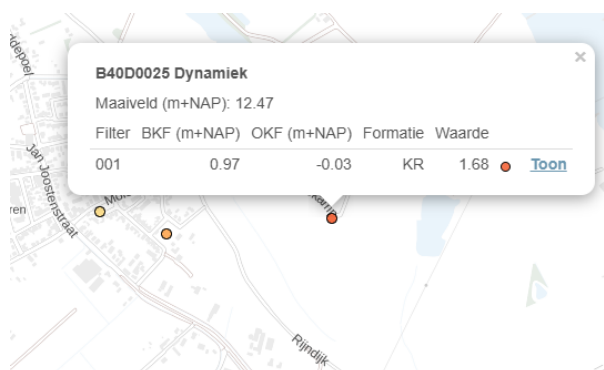
Onderdeel	Bron
Sonderingen	Multiconsult
Peilbuis	Grondwatertools

Locatie Peilbuis B40D0025:



Eigenschappen meetreeks voor analyse periode

Startdatum analyse periode	27-05-1992
Einddatum analyse periode	27-06-2000
Aantal waarnemingen	92
Gemiddelde	931
Standaard deviatie	65.3
Minimum	821
10-percentiel	856
50-percentiel (mediaan)	912
90-percentiel	1024
Maximum	1077





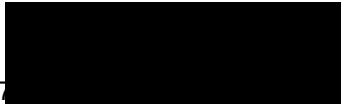
Geotechnisch bodemonderzoek te behoeve van project “AC6C Angeren”

JS/COP.02593.01.35

Auteur: 

Opdrachtgever

BAM Energie en Water B.V.



01	Definitief	18 oktober 2024						
Versie	Status	Datum vrijgave	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf	Vrijgave	Paraaf

INHOUDSOPGAVE

- √ Tabel uitgevoerd werk met bijzonderheden/afwijkingen
- √ Locatietekeningen
- √ Sondeergrafieken (conform NEN-EN-ISO 22476-1)

Tabel uitgevoerd werk

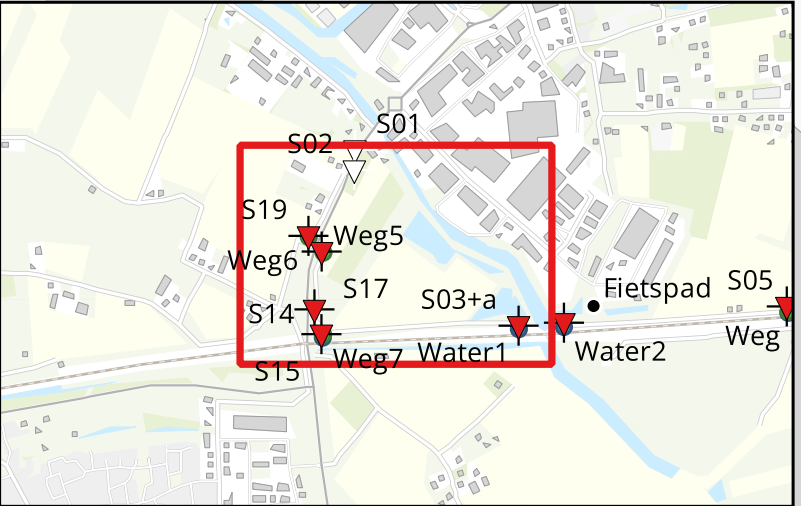
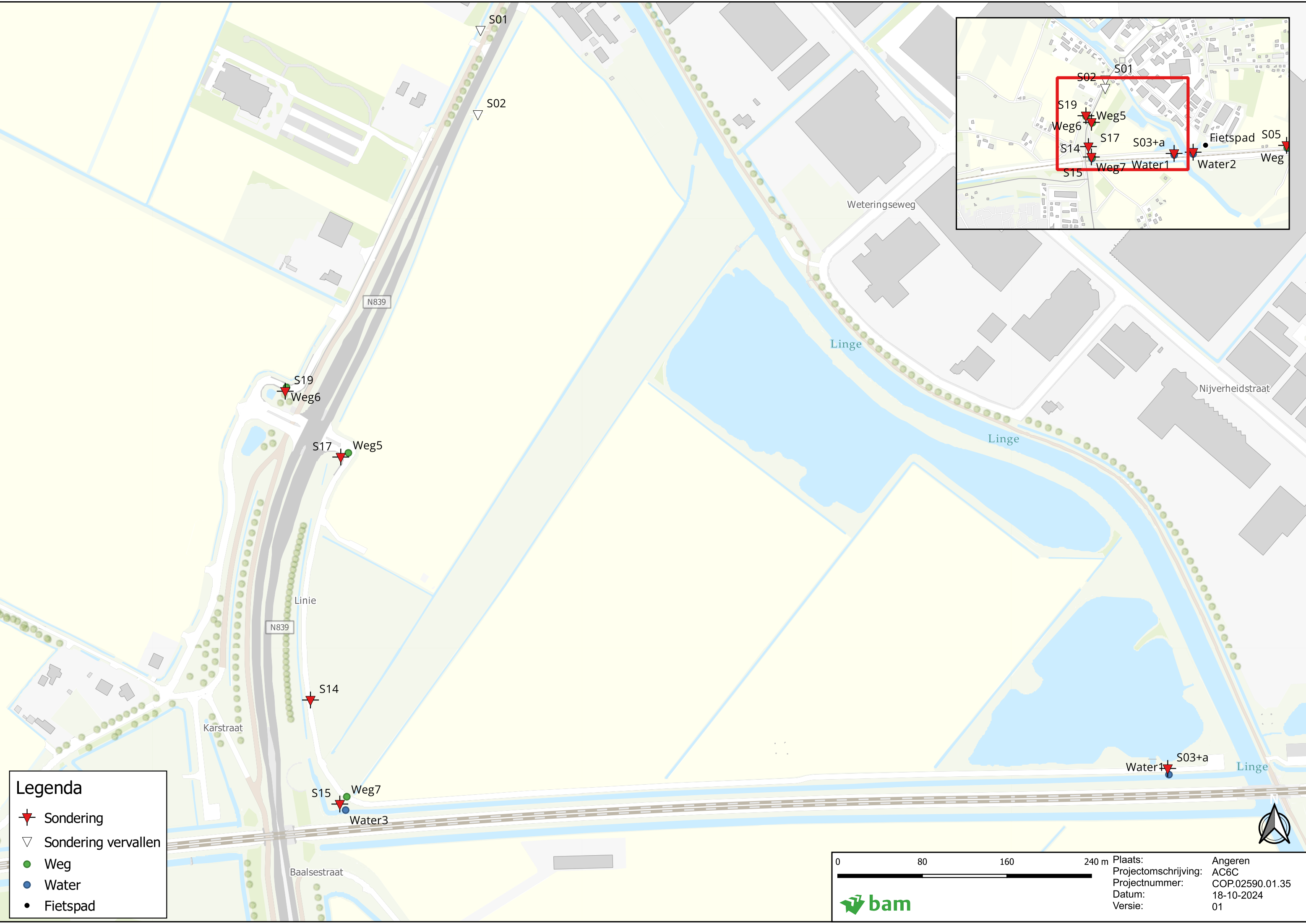
Overzicht sonderingen en boringen t.b.v. project "AC6C Angeren" (COP.02590.01.35)

Datum: 18 oktober 2024

[illegible]



Locatietekeningen



Legenda

-  Sondering
-  Sondering vervallen
-  Weg
-  Water
-  Fietspad

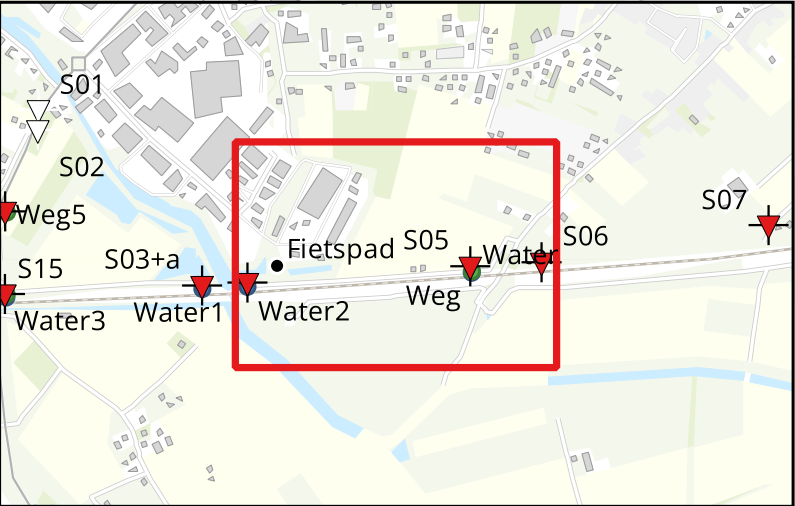
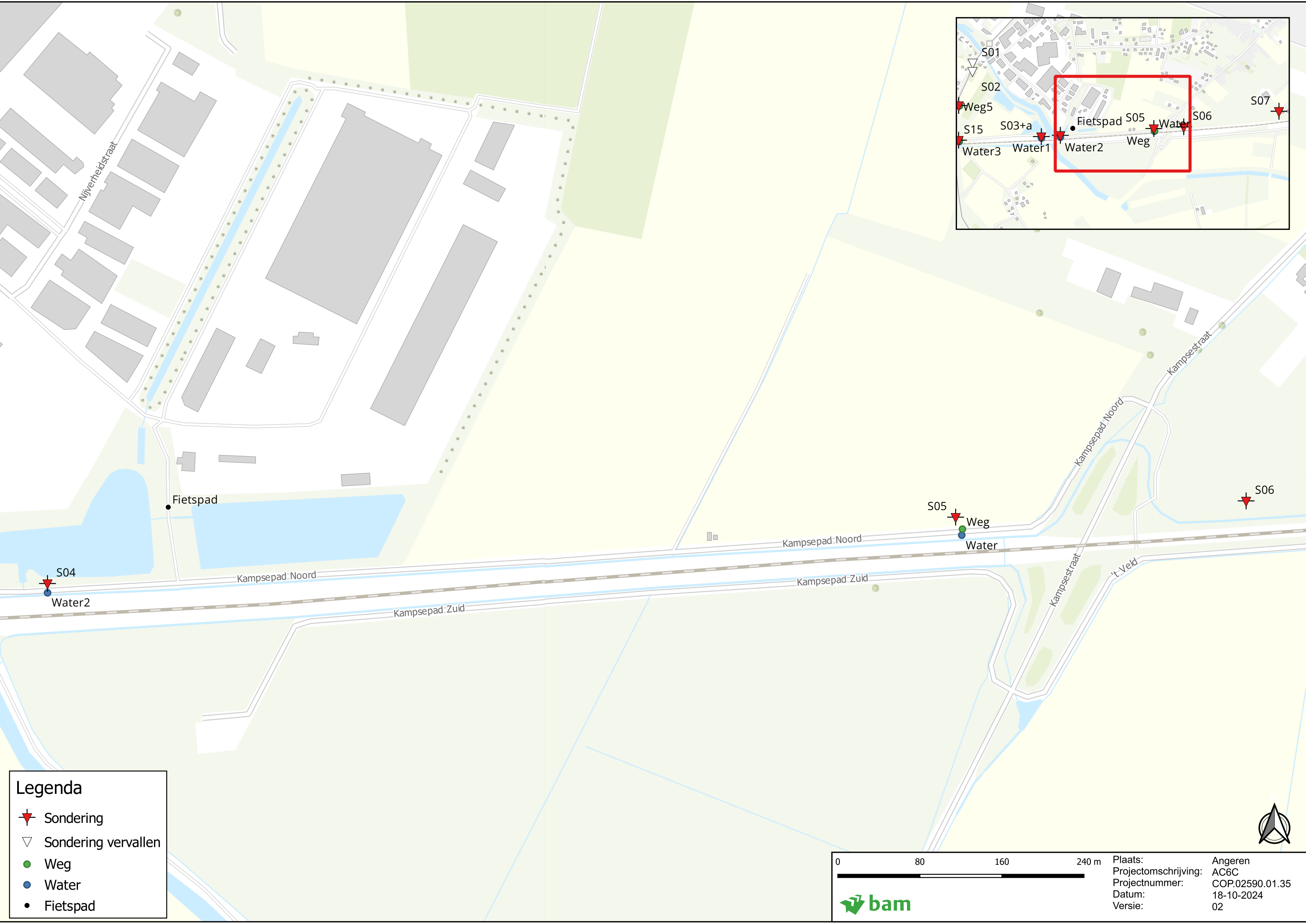
080160240 m



Plaats:
Projectomschrijving:
Projectnummer:
Datum:
Versie:

Angeren
AC6C
COP.02590.01.35
18-10-2024
01





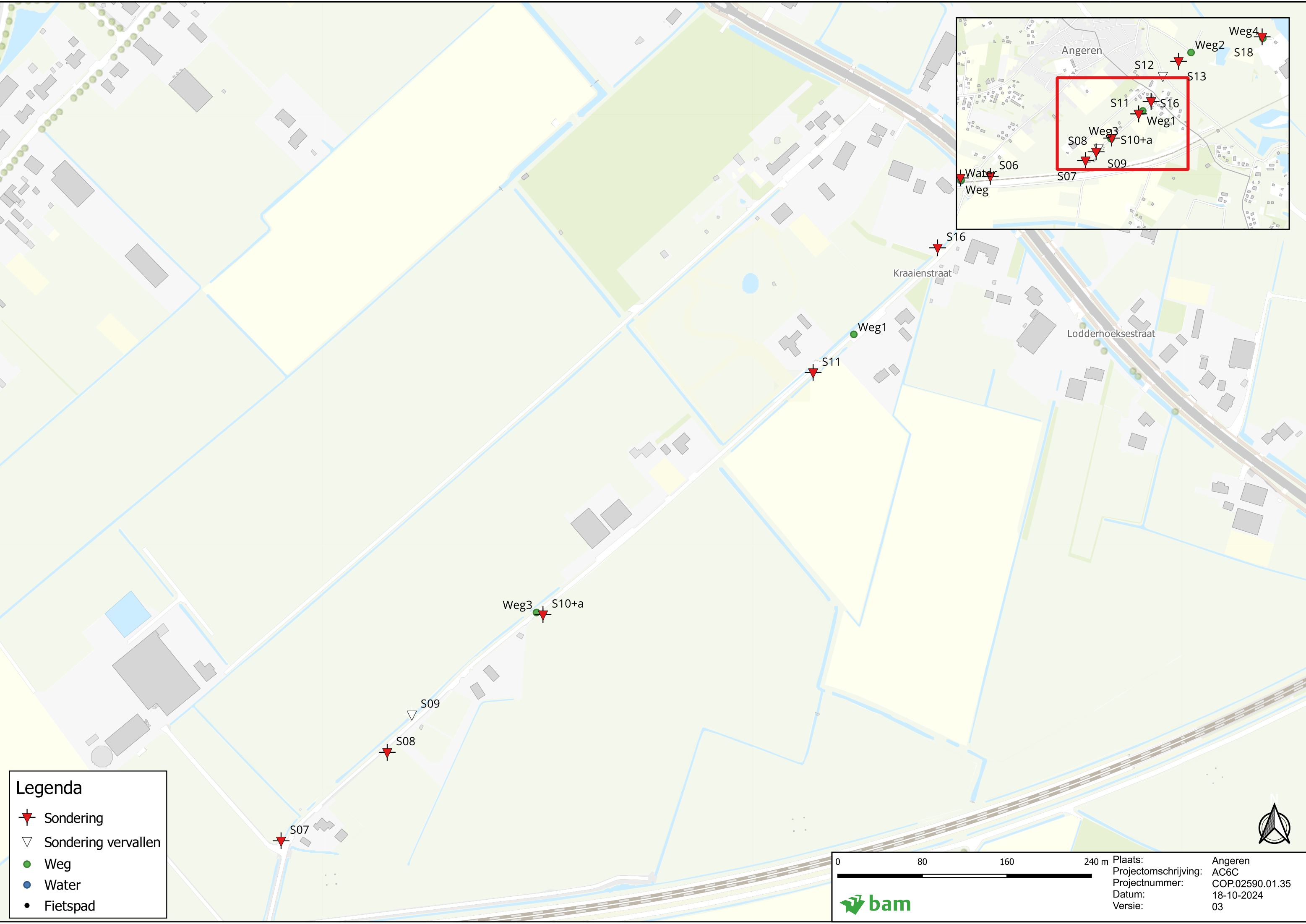
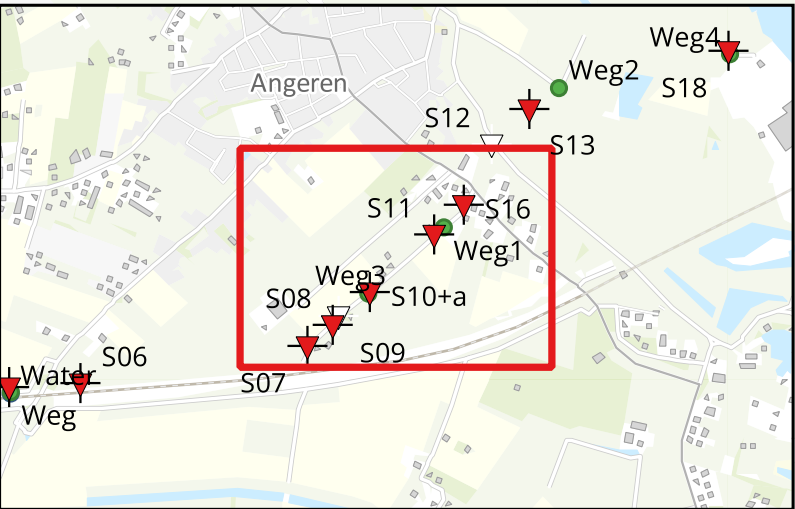
Legenda

- Sondering
- Sondering vervallen
- Weg
- Water
- Fietspad



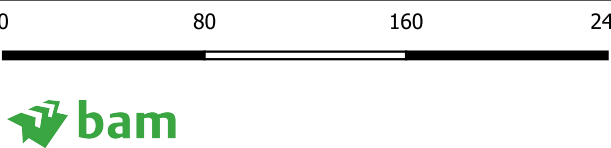
Plaats: Angeren
Projectomschrijving: AC6C
Projectnummer: COP.02590.01.35
Datum: 18-10-2024
Versie: 02





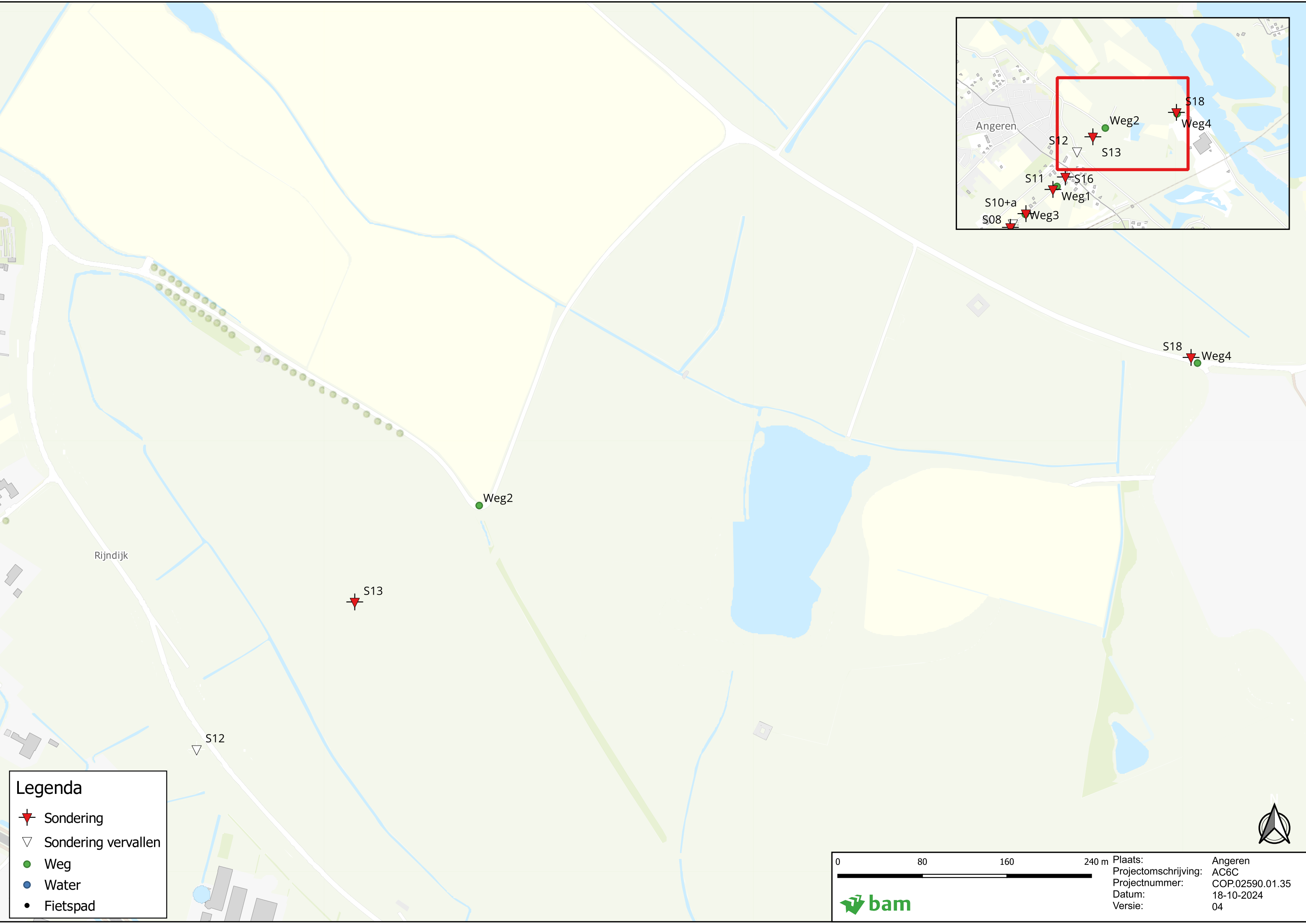
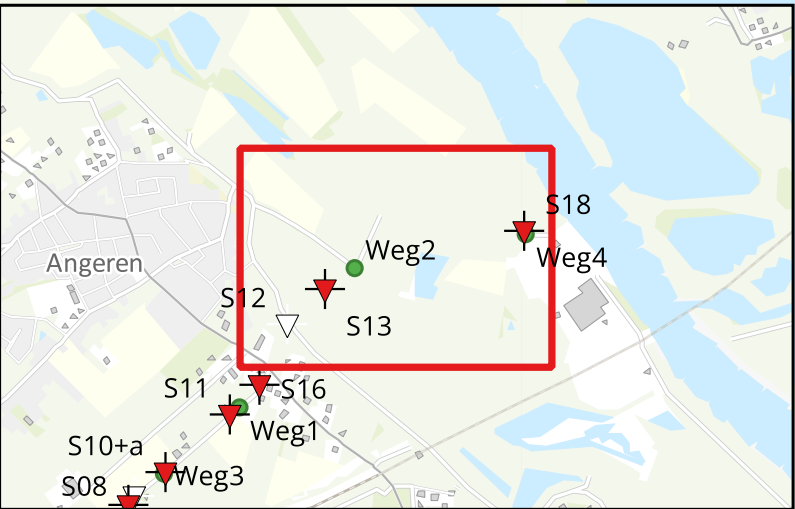
Legenda

- Sondering
- ▽ Sondering vervallen
- Weg
- Water
- Fietspad



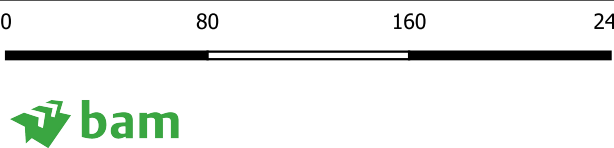
Plaats: Angeren
Projectomschrijving: AC6C
Projectnummer: COP.02590.01.35
Datum: 18-10-2024
Versie: 03





Legenda

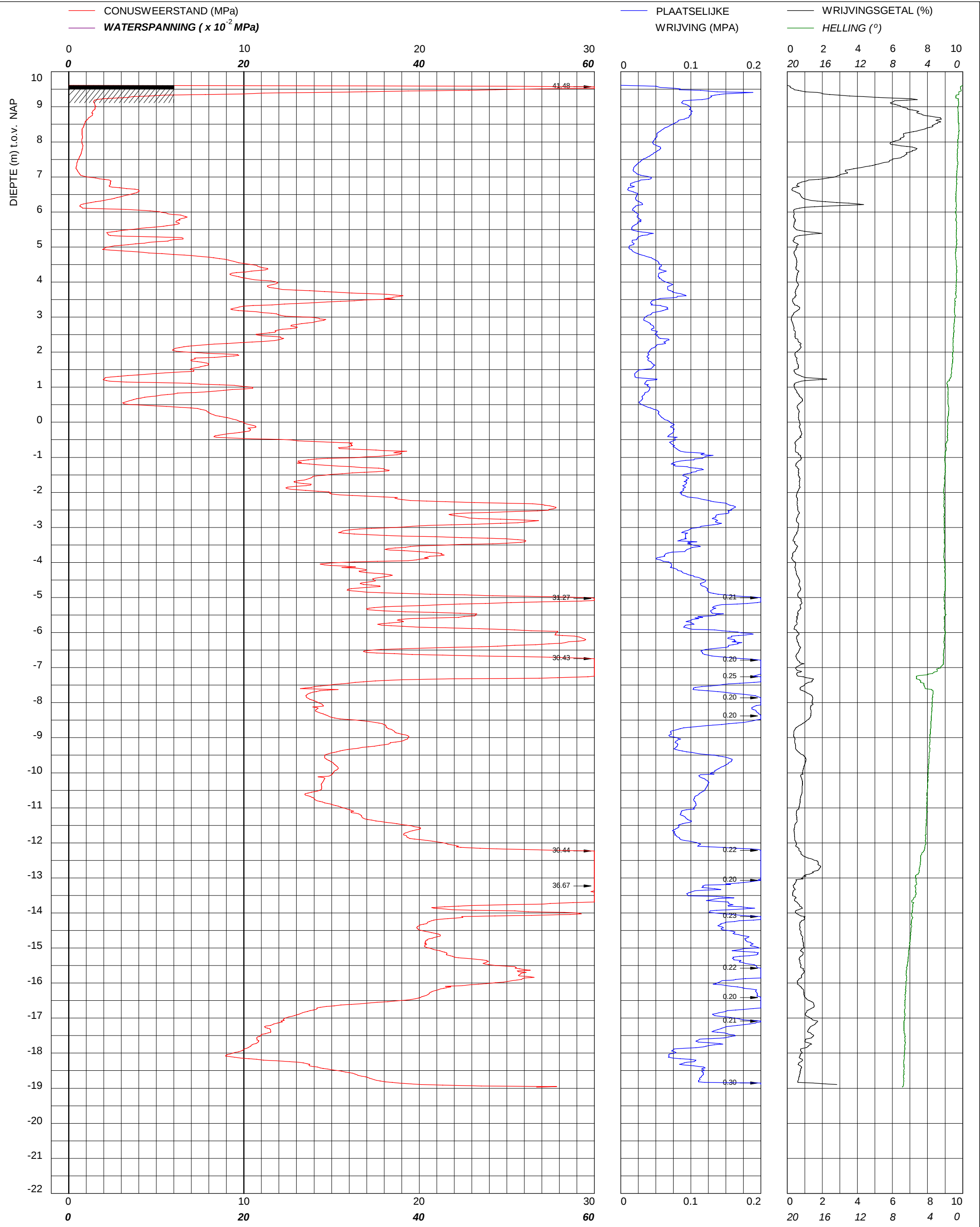
-  Sondering
-  Sondering vervallen
-  Weg
-  Water
-  Fietspad

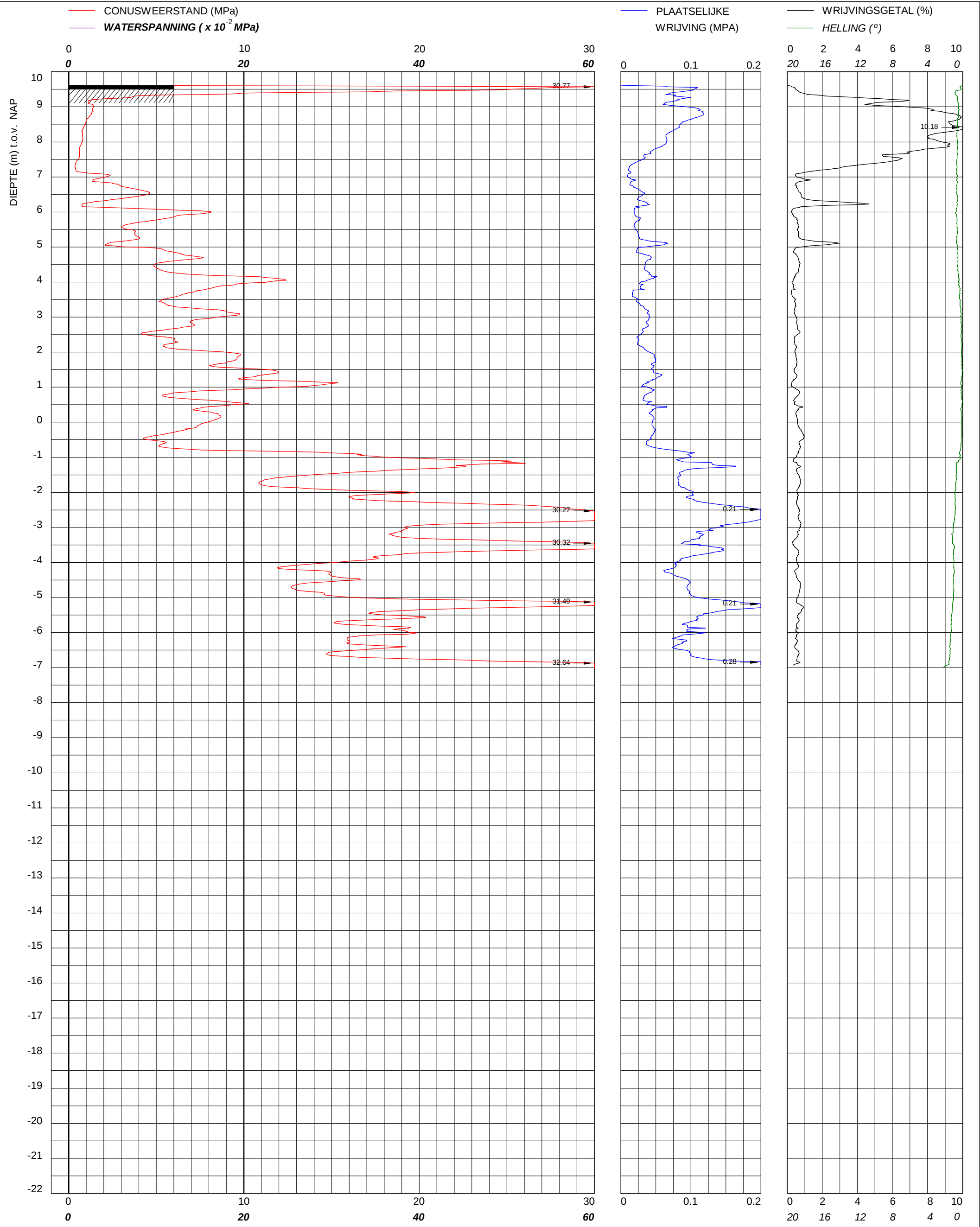


Plaats: Angeren
Projectomschrijving: AC6C
Projectnummer: COP.02590.01.35
Datum: 18-10-2024
Versie: 04

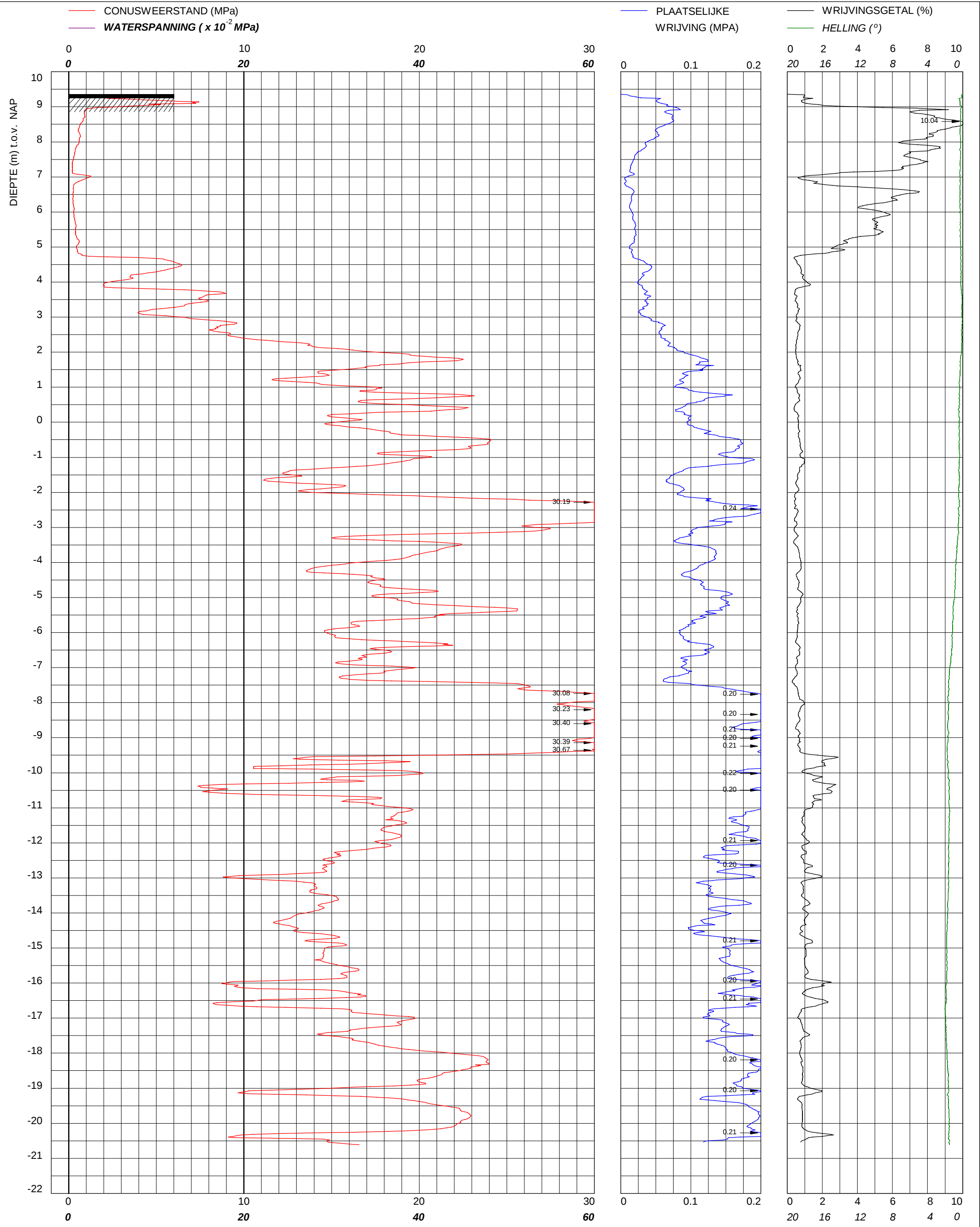


Sondeergrafieken

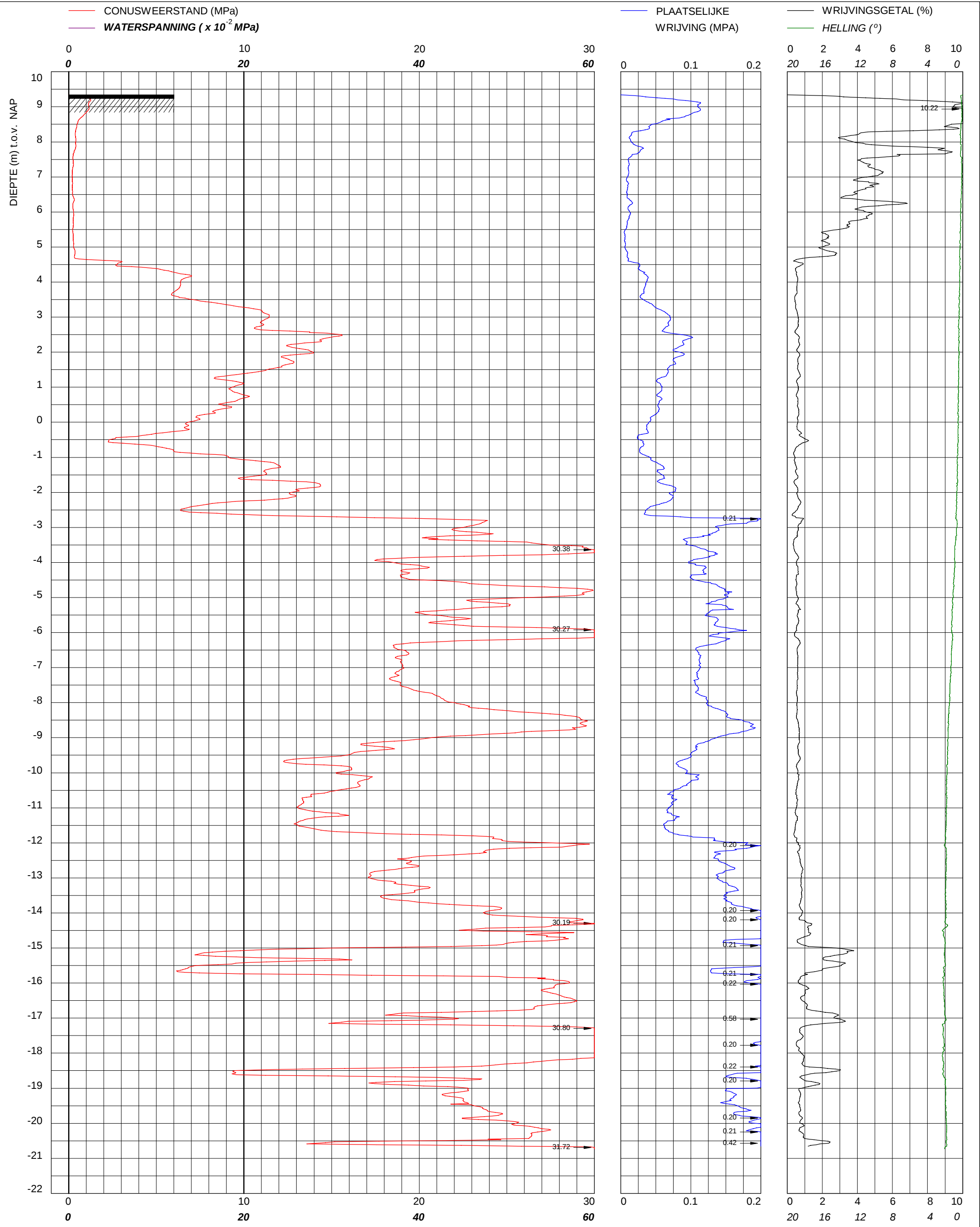




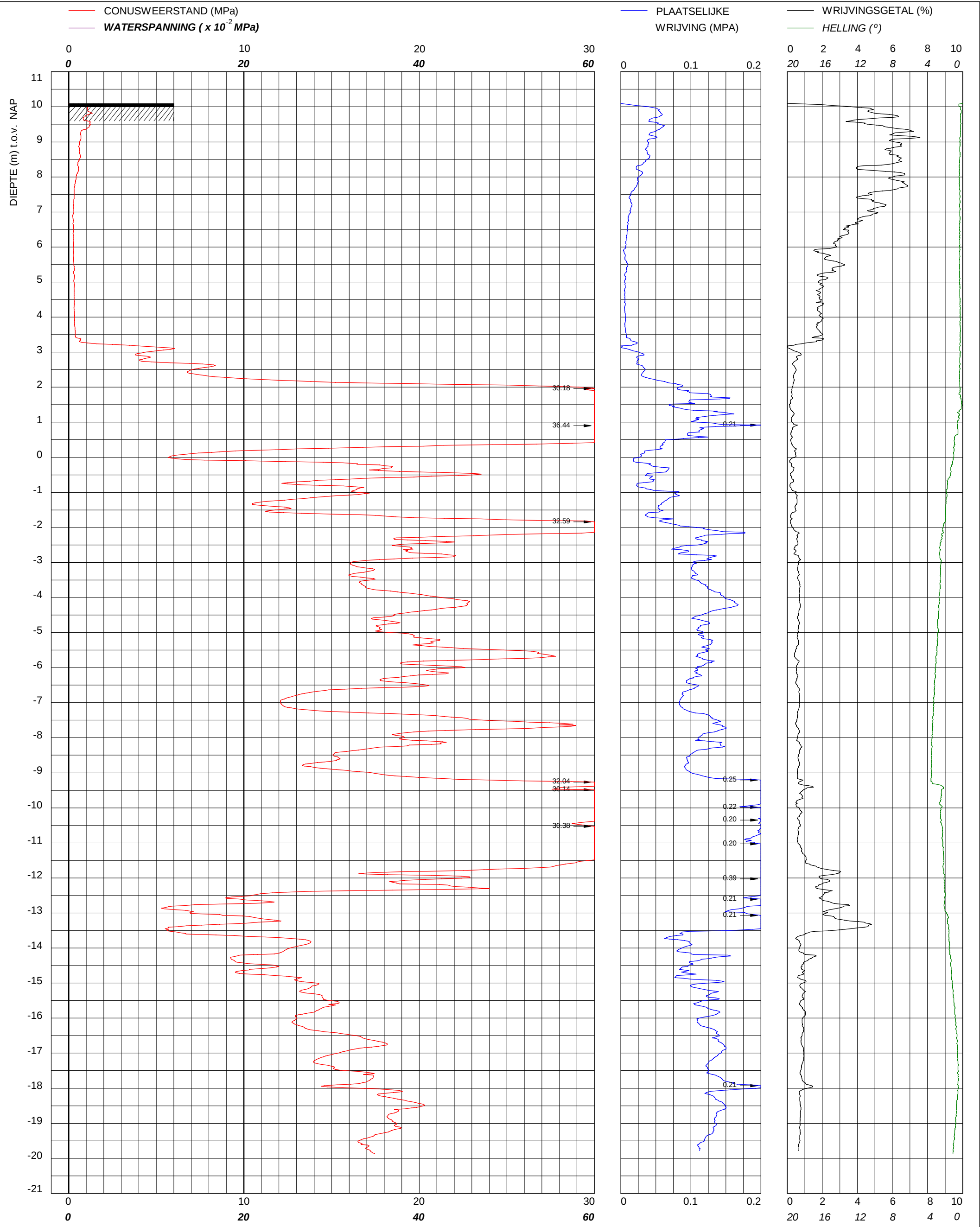
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 240651, Ac: 1.500 mm2 BAM Enrgie & Water AC6C te ANGEREN	MV	9.61	m NAP	X	191860.463	Opdrachtnummer :
		Km			Y	435113.312	02590.01.35
		Uitvoeringsdatum		17-10-2024		Locatiecode :	
		Printdatum		18-10-2024		S03a	



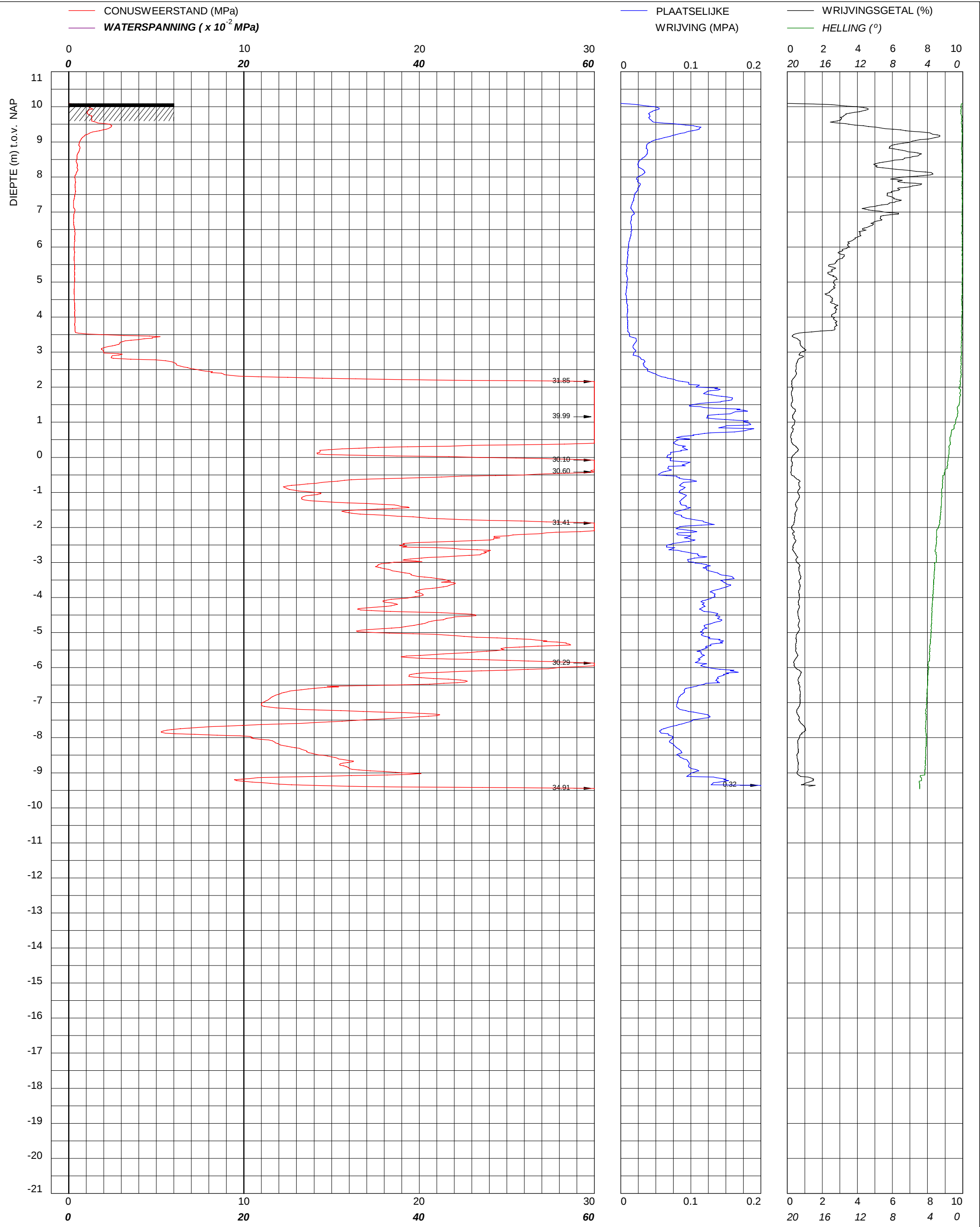
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 240651, Ac: 1.500 mm2 BAM Energie & Water AC6C te ANGEREN	MV	9.36	m NAP	X	192040.679	Opdrachtnummer :
		Km			Y	435125.133	02590.01.35
		Uitvoeringsdatum		17-10-2024		Locatiecode :	
		Printdatum		18-10-2024		S04	

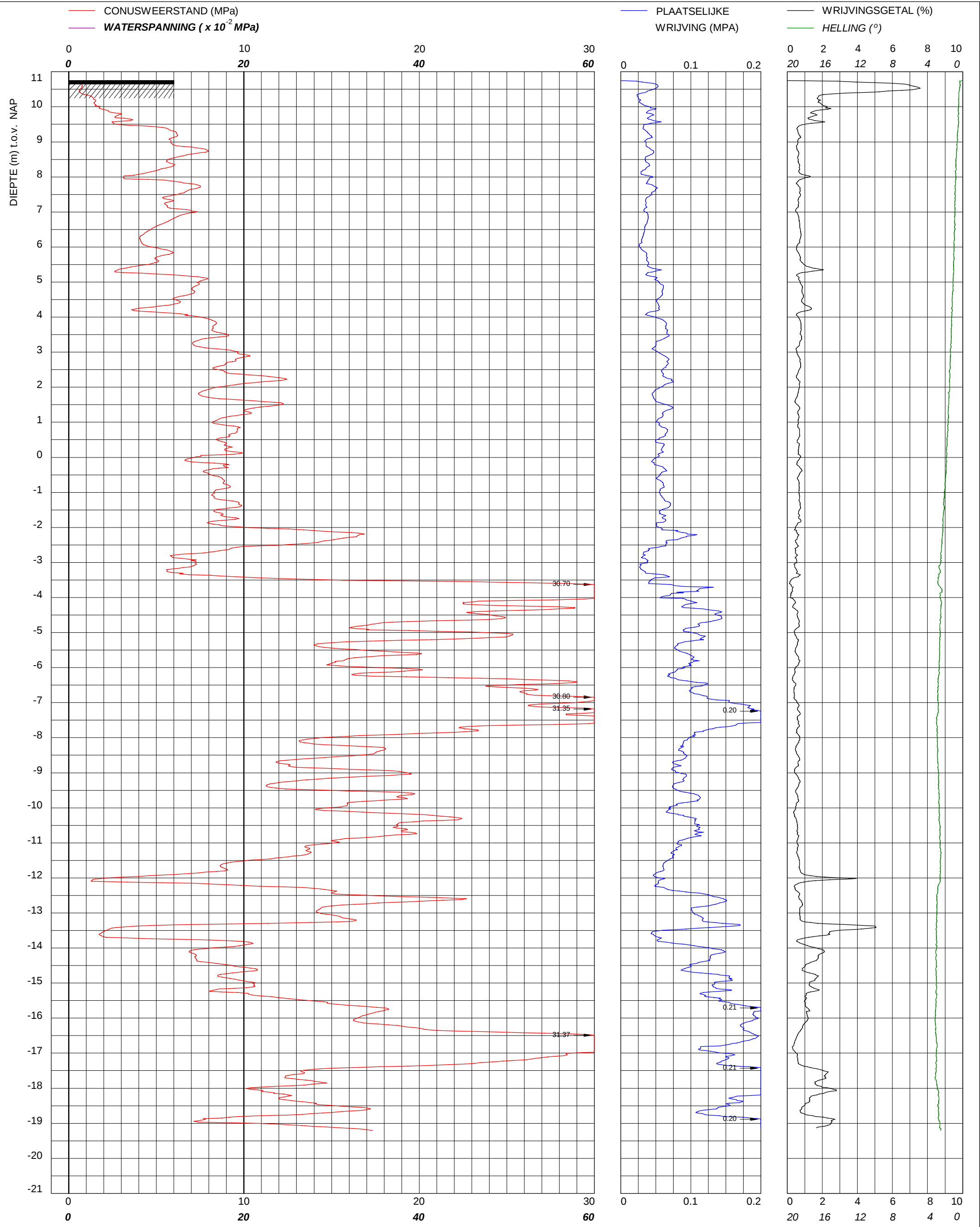


 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Tg 10	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 240651, Ac: 1.500 mm2	MV	9.34 m NAP	X	193209.319	Opdrachtnummer :
	BAM Energie & Water AC6C te ANGEREN	Km		Y	435205.651	02590.01.35
		Uitvoeringsdatum		16-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		17-10-2024		S06

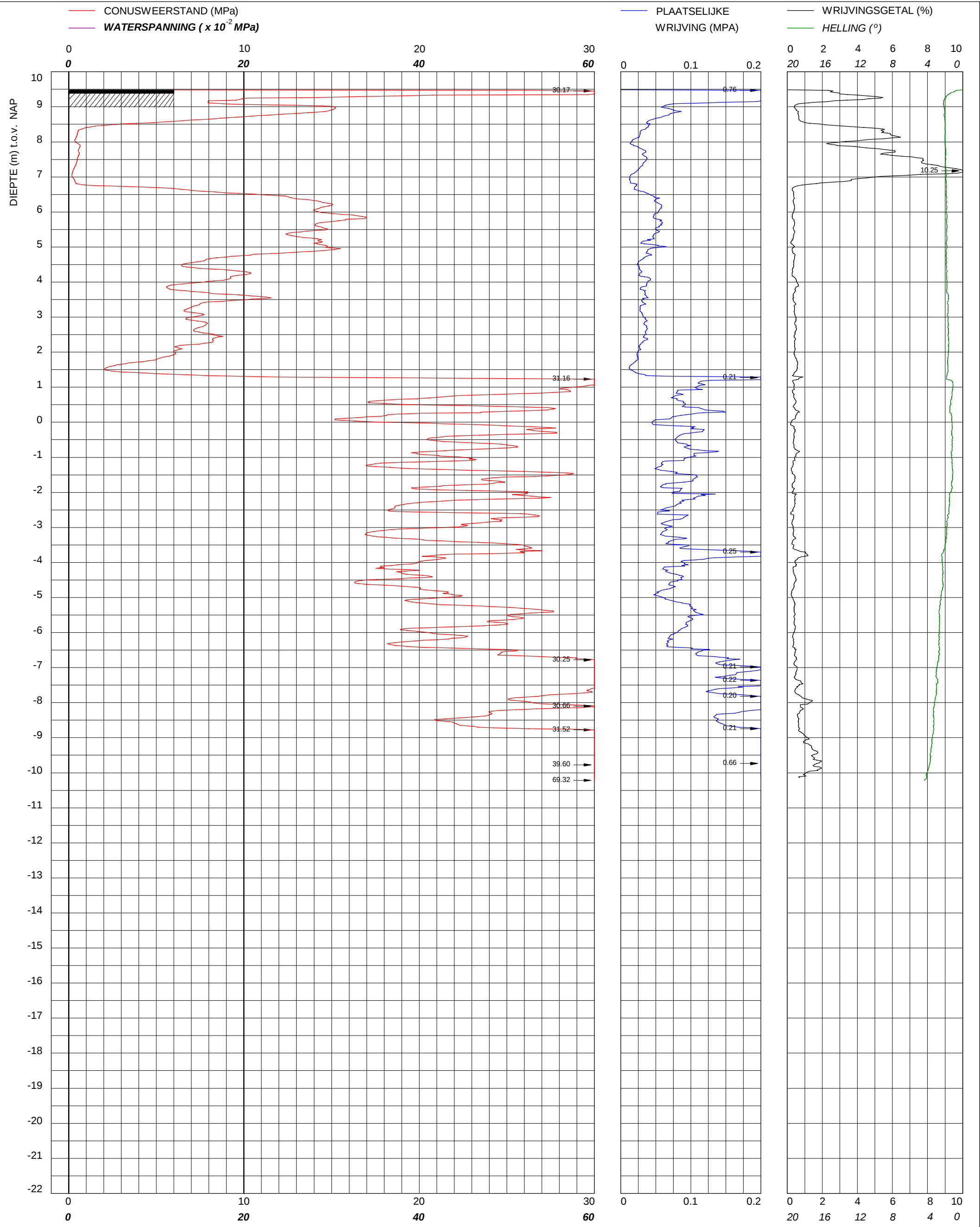


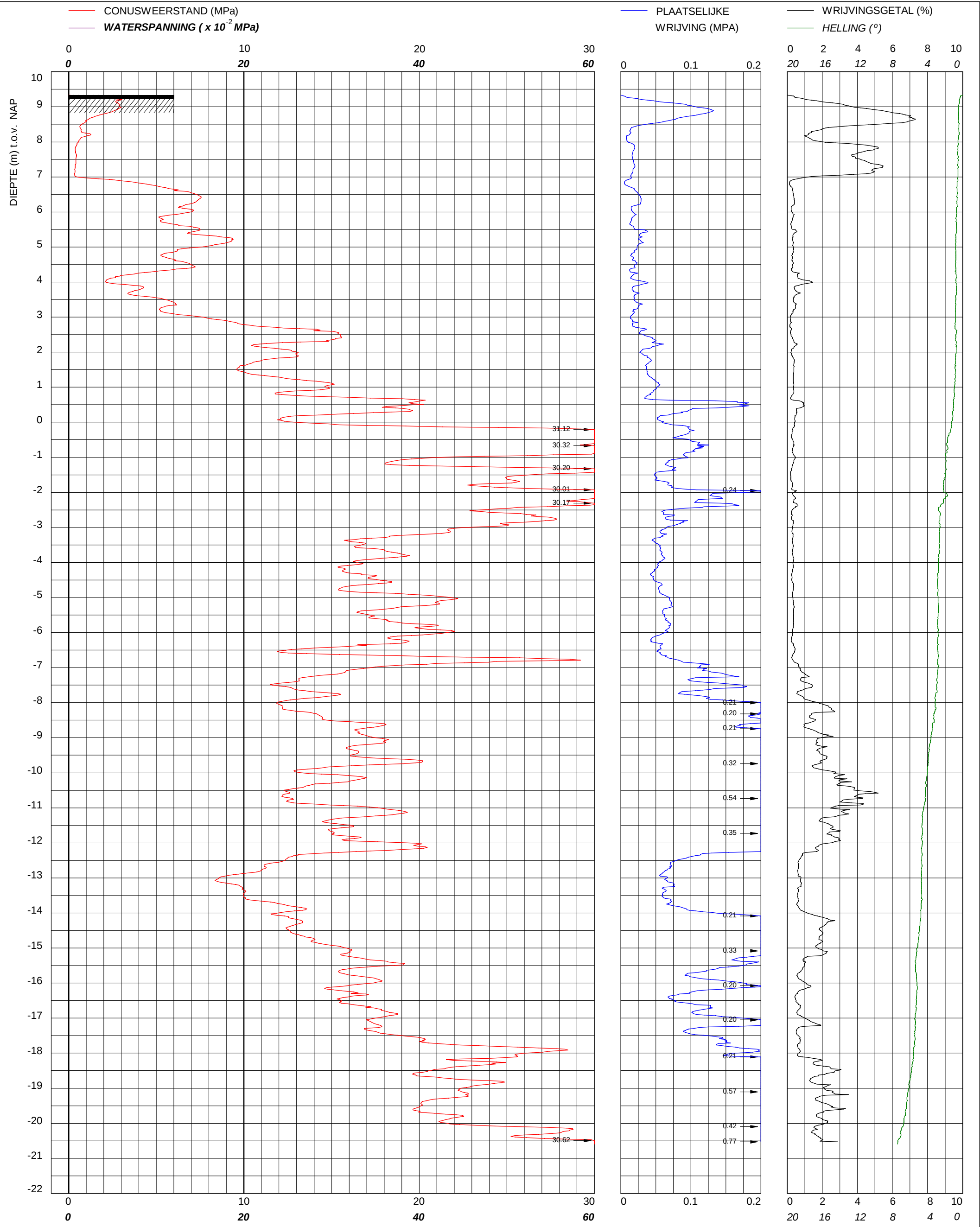
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 240651, Ac: 1.500 mm2 BAM Energie & Water AC6C te ANGEREN	MV	10.1	m NAP	X	194359.166	Opdrachtnummer :
		Km			Y	435567.239	02590.01.35
		Uitvoeringsdatum		16-10-2024		Locatiecode :	
		Printdatum		17-10-2024		S10	



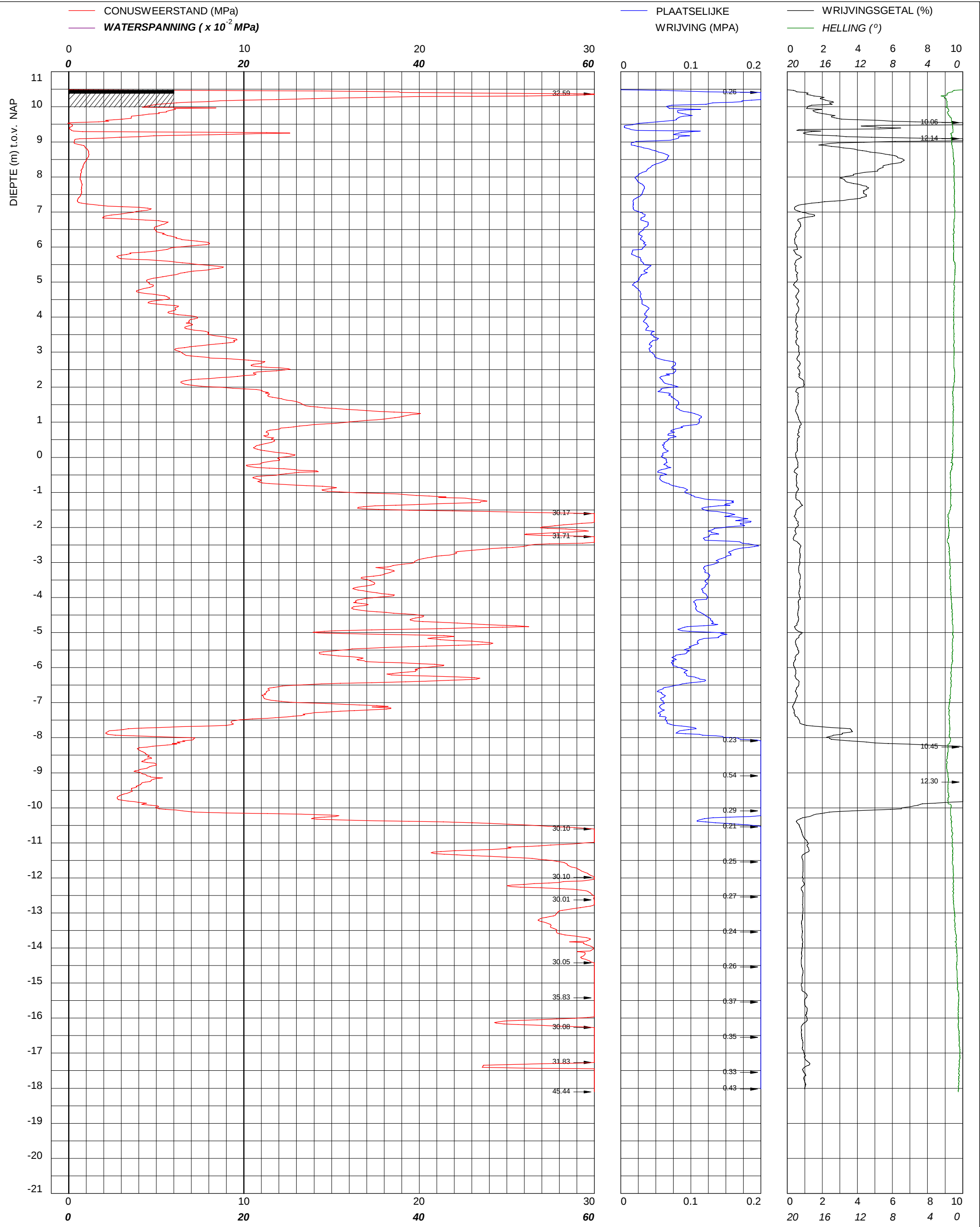


 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright TG 10 TG E	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 240651, Ac: 1.500 mm2	MV	10.75 m NAP	X	194993.009	Opdrachtnummer :
	BAM Energie & Water AC6C te ANGEREN	Km		Y	436294.425	02590.01.35
		Uitvoeringsdatum		16-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		17-10-2024		S13

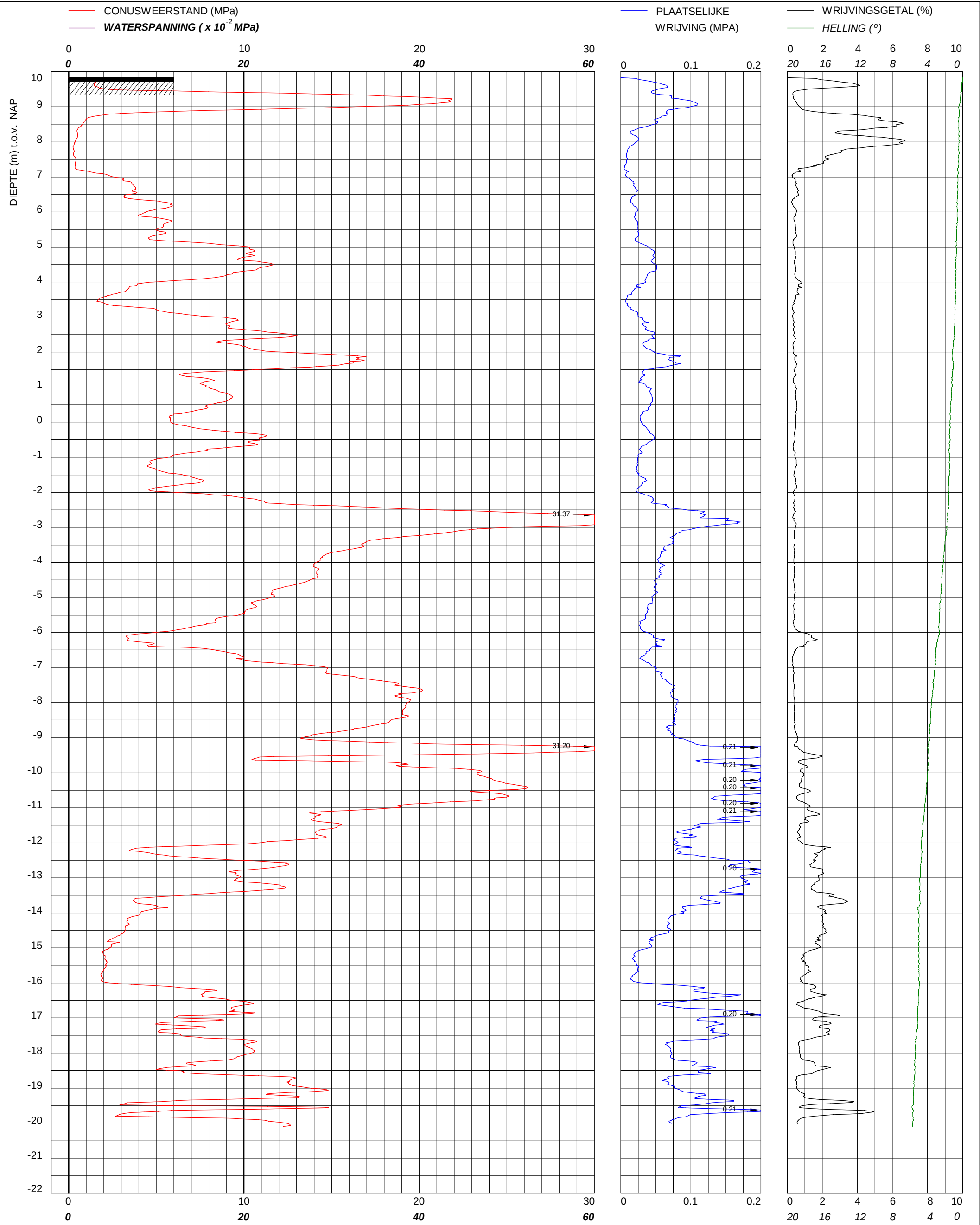




bam infra BAM Infraconsult bv © copyright	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 190932, Ac: 1.500 mm2	MV	9.33	m NAP	X	191077.096	Opdrachtnummer :
	BAM Energie & Water AC6C te ANGEREN	Km			Y	435079.657	02590.01.35
		Uitvoeringsdatum			17-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum			18-10-2024		
							S15



bam infra BAM Infraconsult bv © copyright	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 240651, Ac: 1.500 mm2 BAM Energie & Water AC6C te ANGEREN	MV	10.49	m NAP	X	194732.580	Opdrachtnummer :
		Km			Y	435914.127	02590.01.35
		Uitvoeringsdatum		16-10-2024		Locatiecode :	
		Printdatum		17-10-2024		S16	





bam

infra

BAM Infraconsult bv

© copyright

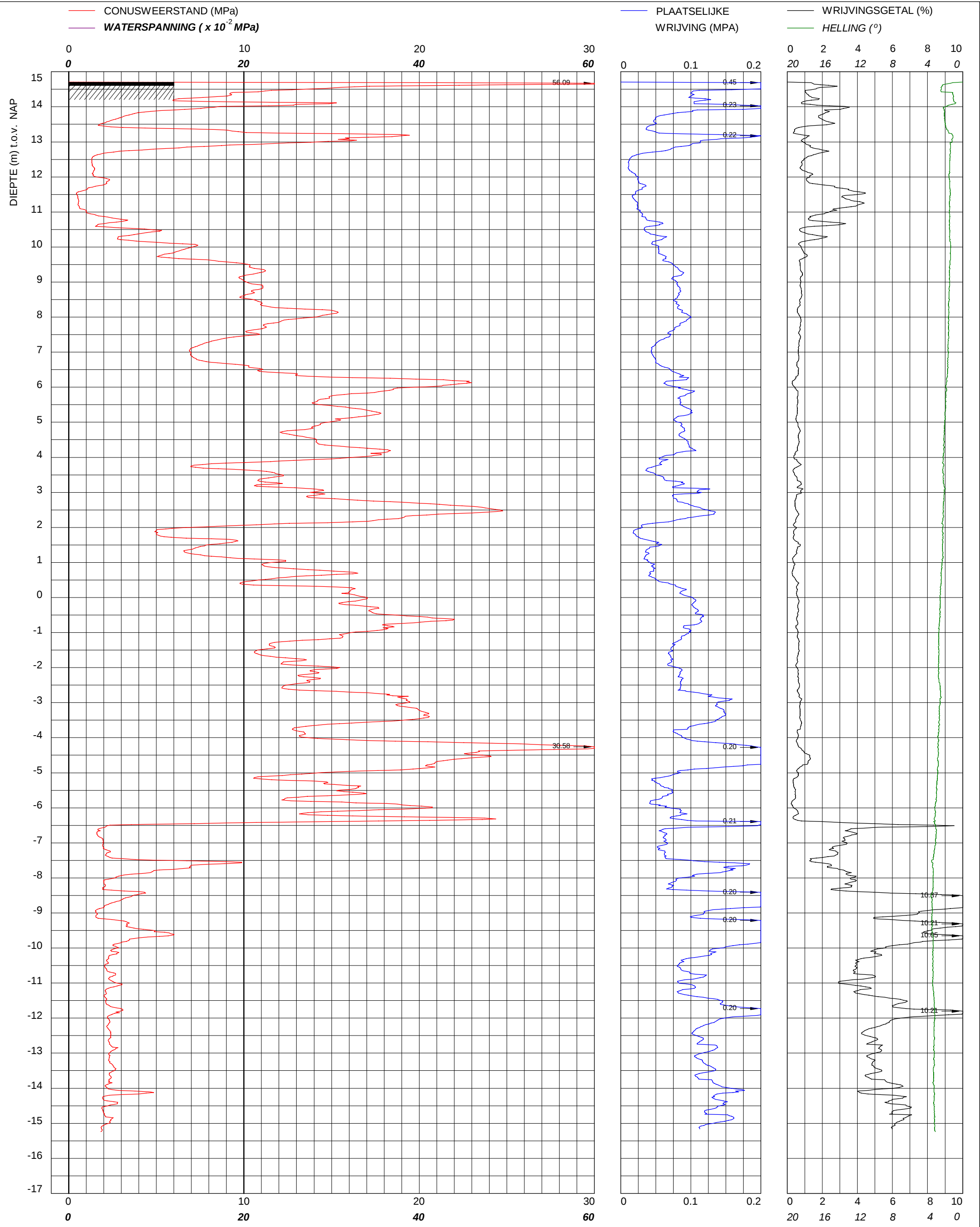
Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2

Conus: 190932, Ac: 1.500 mm2

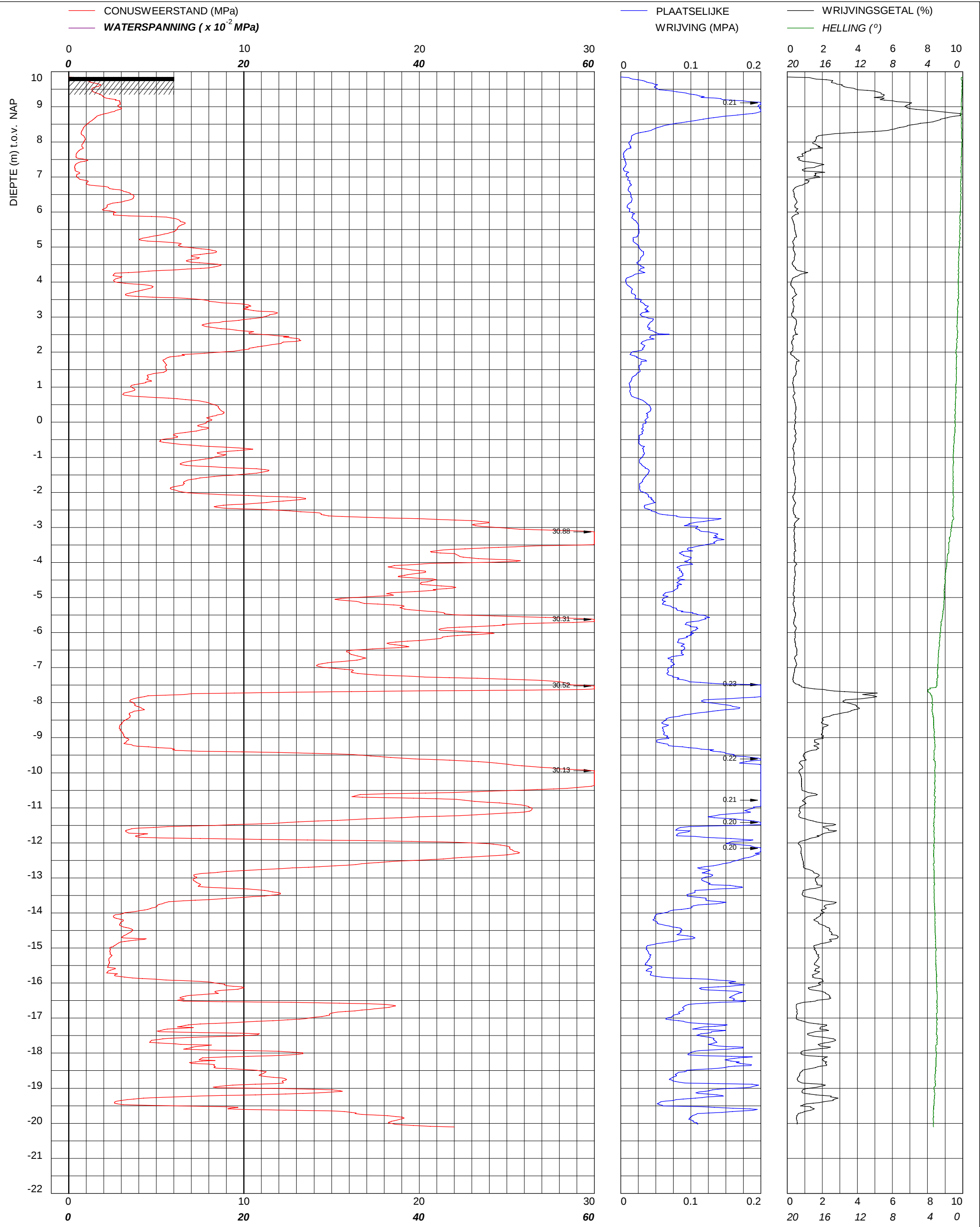
BAM Energie & Water

AC6C te ANGEREN

MV	9.83	m NAP	X	191077.994	Opdrachtnummer : 02590.01.35
Km			Y	435407.829	
Uitvoeringsdatum			17-10-2024		Locatiecode : S17
Printdatum			18-10-2024		



bam infra BAM Infraconsult bv © copyright	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 240651, Ac: 1.500 mm2	MV	14.71 m NAP	X	195784.337	Opdrachtnummer :
	BAM Energie & Water AC6C te ANGEREN	Km		Y	436525.646	02590.01.35
		Uitvoeringsdatum		16-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		17-10-2024		S18



BIJLAGE C SIGMA BEREKENING

Ontwerpberekening

Toelaatbare kromtestraal

- HDPE: Toegestane straal $50 \times D$ (gelegd en onder druk) $5,5 \text{ m}^1$ minimaal
- Boorstangen: $R = 150 \text{ m}^1$ minimaal (Gyro)

Minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldrukken

- 24146699-SB09

Trekkrachtberekening

- 24146699-SB09

Controle materiaalspanningen

- 24146699-SB09

Dodebed-constructies

- Niet van toepassing.

Overige hulpconstructies

- Niet van toepassing.

Controle opdrijven/zinken productleiding (ballasten)

- 24146699-SB09

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

Algemene gegevens
 Naam van het project : Angeren, Kraaienstraat
 Projectonderdeel : HDD09 1xØ200mm SDR11
Materiaalgegevens

Materiaalsoort:	PE	
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11	
Lange-duur treksterkte	MRS = 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M = 1.25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$ = 8.00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E = 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E' = 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g = 16.0 · 10 ⁻⁵	mm/(mm · K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ = 0.65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L = 9.55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ = 8.00	%

Leidinggegevens

Uitwendige middellijn	D_e = 200.00	mm
Wanddikte	d_n = 18.2	mm

Procesgegevens

Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos) = Drukloos

Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken

Totale lengte	L = 598.75	m
Totale horizontale lengte	L_{hor} = 595.99	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R_r = 100.00	m
Intredehoek (bij boorstelling)	α_1 = 16.00 / 28.67	° / %
Uittredehoek (bij rollenbaan)	α_2 = 16.00 / 28.67	° / %
Belastinghoek	α = 180	°
Ondersteuningshoek	β = 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ = 120	°
MV intrede t.o.v. NAP	MV_{in} = 10.17	m
MV uittrede t.o.v. NAP	MV_{uit} = 10.76	m

Beschrijving	Lengte langs buis [m]	Horizontale lengte [m]	Cummulatieve lengte langs buis [m]	Cummulatieve horizontale lengte [m]	Verticale straal [m]	Horizontale straal [m]
Intrede-TV1	15.86	15.25	15.86	15.25	-	-
TV1-TV2	55.85	55.13	71.71	70.37	200.00	-
TV2-TH1	40.13	40.13	111.84	110.50	-	-
TH1-TH2	126.53	126.53	238.37	237.04	-	250.00
TH2-TH3	152.66	152.66	391.03	389.69	-	250.00
TH3-TH4	122.22	122.22	513.25	511.91	-	250.00
TH4-TV3	11.67	11.67	524.91	523.58	-	-
TV3-TV4	55.85	55.13	580.76	578.70	200.00	-
TV4-Uittrede	17.99	17.29	598.75	595.99	-	-

Berekend door:

12-02-2025 15:52:03

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

Uitvoeringsaspecten

Diameter boorstang	D_b	= 127	mm
<i>Tijdens pilot</i>			
Diameter boorkop/boorgat	D_p	= 200	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,p}$	= 12	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,p}$	= 13.4	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_p	= 0.009	Pa·s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,p}$	= 500	l/min
<i>Tijdens ruimgang</i>			
Boorstangen koppelen tijden ruimen			
Diameter ruimer/boorgat	$D_{g,r}$	= 260	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,r}$	= 12	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,r}$	= 13.4	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_r	= 0.009	Pa·s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,r}$	= 850	l/min
<i>Tijdens intrekken</i>			
Gecombineerd ruimen/intrekken			
Diameter ruimer/boorgat	$D_{g,i}$	= 260	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,i}$	= 12	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,i}$	= 13.4	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	η_i	= 0.009	Pa·s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,i}$	= 600	l/min
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul, b}$	= 0.210	N/mm ¹

Onzekerheids- en wrijvingsfactoren

Totaalfactor bij normale boring	f	= 1.4	
Belastingfactor, bovengronds	$f_{k,b}$	= 1.1	
Belastingfactor, ondergronds	$f_{k,o}$	= 1.4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	$f_{r,o}$	= 0.9	
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	f_1	= 0.3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f_2	= 0.00005	N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f_3	= 0.2	
Partiële factor grondbelasting	γ	= 1.1	

Berekend door

12-02-2025 15:52:03



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m³]	Wrijvingshoek grond [°]
TV1	15.86	4.43	0.93	Zand	18.00	17.55	35.00
TV2	71.71	12.42	1.16	Zand	18.00	19.90	35.00
TH1	111.84	12.36	1.10	Zand	18.00	19.90	35.00
1	126.27	12.45	1.19	Zand	16.94	19.87	35.00
2	156.32	12.45	1.19	Zand	16.94	19.87	35.00
3	173.54	12.41	1.15	Zand	16.91	19.87	35.00
4	191.94	12.29	1.04	Zand	16.70	19.87	35.00
5	218.45	12.25	0.99	Zand	16.65	19.87	35.00
6	234.23	12.38	1.13	Zand	16.85	19.87	35.00
TH2	238.37	12.07	0.81	Zand	16.33	19.87	35.00
7	310.77	12.50	1.24	Zand	16.98	19.87	35.00
8	377.17	12.53	1.27	Zand	17.00	19.87	35.00
TH3	391.03	14.16	2.90	Zand	17.46	20.93	35.00
9	397.74	15.05	3.79	Zand	17.59	20.93	35.00
10	404.84	17.95	6.69	Zand	17.77	20.93	35.00
11	408.84	17.96	6.70	Zand	17.77	20.93	35.00
12	413.08	16.97	5.72	Zand	17.73	20.93	35.00
13	427.39	12.73	1.47	Zand	16.94	20.93	35.00
14	435.68	12.43	1.17	Zand	17.63	20.93	35.00
15	512.71	12.58	1.33	Zand	17.06	20.93	35.00
TH4	513.25	12.57	1.31	Zand	17.12	20.93	35.00
TV3	524.91	12.64	1.39	Zand	16.90	20.93	35.00
TV4	580.76	4.92	1.41	Zand	16.90	20.94	35.00

Berekend door:

12-02-2025 15:52:03

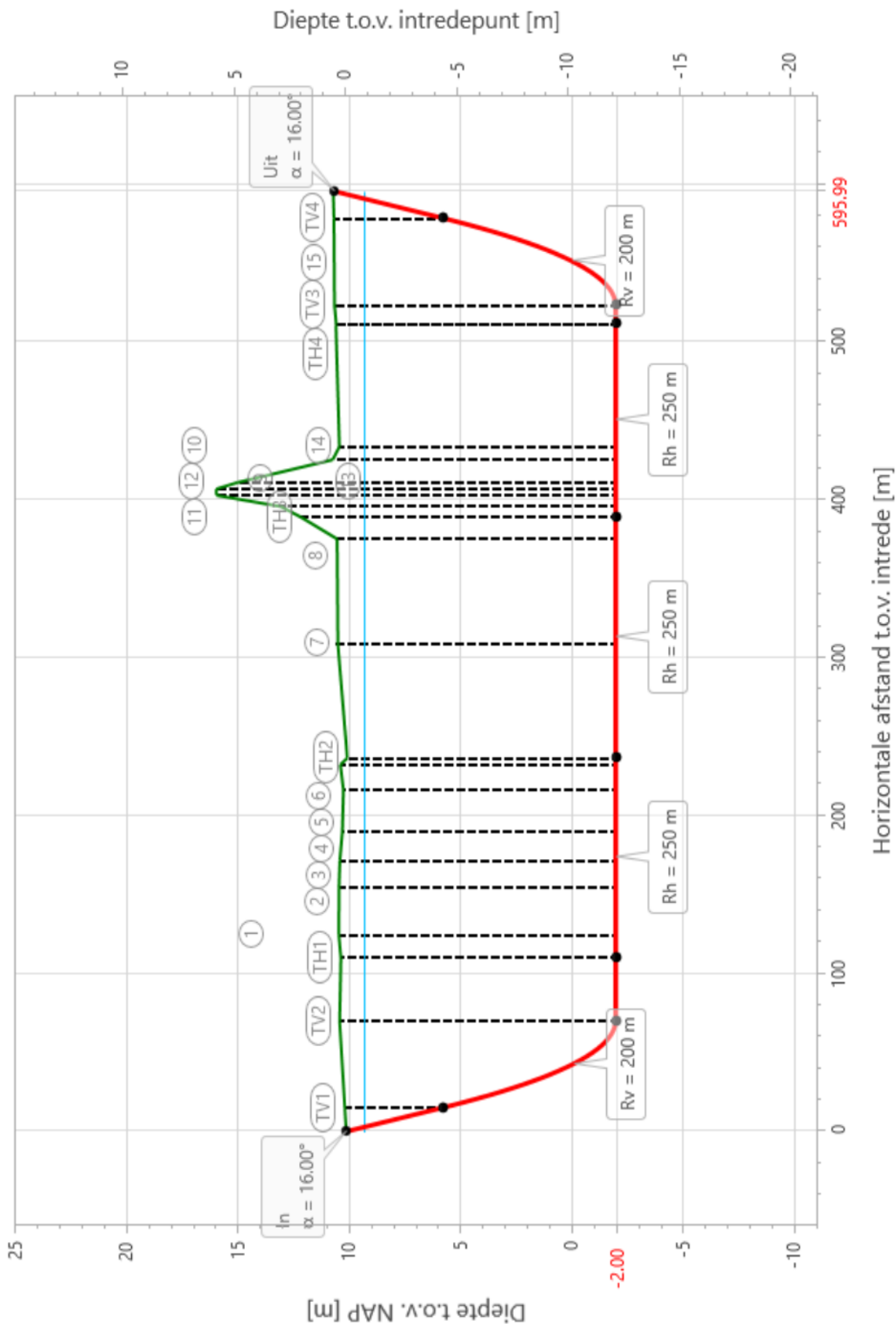
Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

Locatie	Hor. steundruk	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
TV1	✓	0.00	75.00	Geen
TV2	✓	0.00	75.00	Geen
TH1	✓	0.00	75.00	Geen
1	✓	0.00	75.00	Geen
2	✓	0.00	75.00	Grafiek II
3	✓	0.00	75.00	Grafiek II
4	✓	0.00	75.00	Geen
5	✓	0.00	75.00	Grafiek II
6	✓	0.00	75.00	Grafiek II
TH2	✓	0.00	75.00	Geen
7	✓	0.00	75.00	Geen
8	✓	0.00	75.00	Geen
TH3	✓	0.00	75.00	Geen
9	✓	0.00	75.00	Geen
10	✓	0.00	75.00	Grafiek II
11	✓	0.00	75.00	Grafiek II
12	✓	0.00	75.00	Geen
13	✓	0.00	75.00	Geen
14	✓	0.00	75.00	Geen
15	✓	0.00	75.00	Geen
TH4	✓	0.00	75.00	Geen
TV3	✓	0.00	75.00	Geen
TV4	✓	0.00	75.00	Geen

Berekend door: André Dijkstra

12-02-2025 15:52:03



* Niet op schaal

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 163.60	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 181.80	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 200.00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 100.00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 81.80	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 90.90	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 43,375,425.69	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 433,754.26	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 502.38	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 55.21	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 10,394.78	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0.0993	N/mm ¹

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

	Leiding op rollenbaan/maaiveld	Leiding in boorgat
Gewicht mediumleiding	$g = 0.0993 \text{ N/mm}^1$	$g = 0.0993 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = 0.210 \text{ N/mm}^1 +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0.0993 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0.3093 \text{ N/mm}^1$

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

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N] (f = 1.4)	T_1 [N] (f = 1)
Starten met trekken	598.75	24,964	17,831
Na intrekken van TV4-Uittrede	580.76	24,214	17,296
Na intrekken van TV3-TV4	524.91	21,885	15,632
Na intrekken van TH4-TV3	513.25	21,399	15,285
Na intrekken van TH3-TH4	391.03	16,303	11,645
Na intrekken van TH2-TH3	238.37	9,939	7,099
Na intrekken van TH1-TH2	111.84	4,663	3,331
Na intrekken van TV2-TH1	71.71	2,990	2,136
Na intrekken van TV1-TV2	15.86	661	472

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = f \cdot L \cdot 0.0993 \cdot 0.3$$

Berekend door: [REDACTED]

12-02-2025 15:52:03

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N] ($f = 1.4$)	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	24,964	2.40
Na intrekken van TV4-Uittrede	24,214	2.33
Na intrekken van TV3-TV4	21,885	2.11
Na intrekken van TH4-TV3	21,399	2.06
Na intrekken van TH3-TH4	16,303	1.57
Na intrekken van TH2-TH3	9,939	0.96
Na intrekken van TH1-TH2	4,663	0.45
Na intrekken van TV2-TH1	2,990	0.29
Na intrekken van TV1-TV2	661	0.06

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{10,394.78}$$

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

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

$$M_b = 1.1 \cdot 975 \cdot \frac{43,375,426}{100,000} = 465,201.44 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{465,201.44}{433,754} = \mathbf{1.07 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	2.40	3.10
Na intrekken van TV4-Uittrede	2.33	3.03
Na intrekken van TV3-TV4	2.11	2.80
Na intrekken van TH4-TV3	2.06	2.76
Na intrekken van TH3-TH4	1.57	2.27
Na intrekken van TH2-TH3	0.96	1.65
Na intrekken van TH1-TH2	0.45	1.15
Na intrekken van TV2-TH1	0.29	0.98
Na intrekken van TV1-TV2	0.06	0.76

$$\sigma_a = \alpha_\sigma \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0.65 \cdot 1.07 + \sigma_t$$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10.00 \text{ N/mm}^2}$ $\sigma_a \leq \sigma_{kd} \rightarrow 3.10 \leq 10.00 \rightarrow \text{Voldoet}$

Berekend door:

12-02-2025 15:52:03

5. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat**5.1 Berekening van de vereiste trekkracht T_2 en T_{3a} in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand**

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof.

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet.

Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 628.32 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0.309 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_{m,i} \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 12 \cdot 200.00^2 \cdot \pi/4 = 0.377 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0.0677 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L_2 / L_b [m]	T_2 [N] ($f = 1.4$)	T_{3a} [N] ($f = 1.4$)	T_2 [N] ($f = 1$)	T_{3a} [N] ($f = 1$)
Na intrekken van TV4-Uittrede	598.75	1,132	-	809	-
Na intrekken van TV3-TV4	580.76	-	4,648	-	3,320
Na intrekken van TH4-TV3	524.91	5,382	-	3,844	-
Na intrekken van TH3-TH4	513.25	-	13,075	-	9,339
Na intrekken van TH2-TH3	391.03	-	22,684	-	16,203
Na intrekken van TH1-TH2	238.37	-	30,648	-	21,892
Na intrekken van TV2-TH1	111.84	33,174	-	23,696	-
Na intrekken van TV1-TV2	71.71	-	36,689	-	26,207
Na intrekken van Intrede-TV1	15.86	37,688	-	26,920	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L_2 \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_2 \cdot (628.32 \cdot 0.00005 + 0.0677 \cdot 0.2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_b \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = f \cdot L_b \cdot (628.32 \cdot 0.00005 + 0.0677 \cdot 0.2)$

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

5.2 Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding l en beddingsconstanten in de bochten k_v

Leidingdeel (Doorsnede)	E_{100} [N/mm ²]	q_n [kN/m ²]	$E_{100,norm}$ [N/mm ²]	ν [-]	l [mm]	m [-]	λ [mm ⁻¹]	k_v [N/mm ³]
TV3-TV4 ..	75.00	172.40	98.47	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TV3-TV4 ..	75.00	72.03	63.65	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH3-TH4 ..	75.00	202.27	106.67	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH3-TH4 ..	75.00	219.98	111.24	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH3-TH4 ..	75.00	277.36	124.91	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH3-TH4 ..	75.00	277.59	124.96	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH3-TH4 ..	75.00	258.06	120.48	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH3-TH4 ..	75.00	173.99	98.93	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH3-TH4 ..	75.00	169.27	97.58	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH3-TH4 ..	75.00	171.47	98.21	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH3-TH4 ..	75.00	171.34	98.17	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH2-TH3 ..	75.00	148.09	91.27	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH2-TH3 ..	75.00	156.62	93.86	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH2-TH3 ..	75.00	157.20	94.03	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH2-TH3 ..	75.00	202.27	106.67	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH1-TH2 ..	75.00	155.68	93.58	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH1-TH2 ..	75.00	155.71	93.59	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH1-TH2 ..	75.00	155.62	93.56	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH1-TH2 ..	75.00	154.85	93.33	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH1-TH2 ..	75.00	152.51	92.62	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH1-TH2 ..	75.00	151.63	92.35	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH1-TH2 ..	75.00	154.33	93.17	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TH1-TH2 ..	75.00	148.09	91.27	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TV1-TV2 ..	75.00	50.97	53.54	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897
TV1-TV2 ..	75.00	156.81	93.92	0.2989	766.3	0.86	0.00410	0.23897

$$E_{100,norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0.5} \text{ (Zand/Leem/Grind) of } E_{100,norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0.8} \text{ (Veen/Klei)}$$

$$K = 1 - \sin(\phi) \quad \nu = \frac{K}{1 + K}$$

$$l = \frac{\pi}{\lambda} \quad A = l \cdot b \quad b = \beta \cdot r_e = 120^\circ \cdot 100 = 209.44 \text{ mm}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_v}{4 \cdot E \cdot l_b}}$$

$$k_v = \frac{E_{100,norm}}{m \cdot (1 - \nu^2) \cdot \sqrt{A}} \text{ (m volgens tabel C.5 NEN3650-1 C.4.3.3c)}$$

Berekend door:

12-02-2025 15:52:03

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

Leidingdeel (Doorsnede)	R_v [m]	R_h [m]	q_r [N/mm ²]	Q_r [N/mm ¹]	T_{3b} [N] ($f = 1.4$)	T_{3b} [N] ($f = 1$)
TV3-TV4 (TV3)	200.00	-	0.0064	1.27	546	390
TV3-TV4 (TV4)	200.00	-	0.0064	1.27	546	390
TH3-TH4 (TH3)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH3-TH4 (9)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH3-TH4 (10)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH3-TH4 (11)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH3-TH4 (12)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH3-TH4 (13)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH3-TH4 (14)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH3-TH4 (15)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH3-TH4 (TH4)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH2-TH3 (TH2)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH2-TH3 (7)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH2-TH3 (8)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH2-TH3 (TH3)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH1-TH2 (TH1)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH1-TH2 (1)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH1-TH2 (2)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH1-TH2 (3)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH1-TH2 (4)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH1-TH2 (5)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH1-TH2 (6)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TH1-TH2 (TH2)	-	250.00	0.0051	1.02	437	312
TV1-TV2 (TV1)	200.00	-	0.0064	1.27	546	390
TV1-TV2 (TV2)	200.00	-	0.0064	1.27	546	390

$$q_r = e^{(-\pi/4)} \cdot \sin(\pi/4) \cdot \frac{\lambda^2 \cdot E \cdot l_b}{D_o \cdot f_{r,0} \cdot R} = 0.322 \cdot \frac{\lambda^2 \cdot 975 \cdot 43,375,425.69}{200 \cdot 0.9 \cdot R}$$

$$Q_r = q_r \cdot D_o = q_r \cdot 200$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = f \cdot 4 \cdot \frac{q_r}{2} \cdot 200 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0.2$$

5.4 Trekkracht T_{bocht} tijdens verschillende stadia

Trekkracht T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N] ($f = 1$)	T_2 / T_{3a} [N] ($f = 1$)	$T_{3b,max}$ [N] ($f = 1$)	ΣT_{3b} [N] ($f = 1$)	T_{bocht} [N]
TV3-TV4	15,632	3,320	390	390	19,342
TH3-TH4	11,645	9,339	312	702	21,687
TH2-TH3	7,099	16,203	312	1,015	24,316
TH1-TH2	3,331	21,892	312	1,327	26,549
TV1-TV2	472	26,207	390	1,717	28,396

$$T_{bocht} = T_1 + T_2 + T_{3a} + \Sigma T_{3b}$$

5.5 Berekening van de wrijving door bochtkracht T_{3c}

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N] ($f = 1.4$)	T_{3c} [N] ($f = 1$)
TV3-TV4	8.00	19,342	1,507	1,077
TH3-TH4	14.00	21,687	2,939	2,099
TH2-TH3	17.49	24,316	4,093	2,924
TH1-TH2	14.50	26,549	3,722	2,659
TV1-TV2	8.00	28,396	2,213	1,581

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

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

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

$$T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{bocht} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = f \cdot 2 \cdot T_{bocht} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0.2$$

5.6 Totalisatie van de trekkraften in fase II

Wanneer een totaalfactor van $f=1.4$ wordt toegepast gelden de volgende waarden voor de trekkraften.

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van TV4-Uittrede	24,214	1,132	-	-	-	25,346	2.53
Na intrekken van TV3-TV4	21,885	-	4,648	546	1,507	28,587	2.86
Na intrekken van TH4-TV3	21,399	5,382	-	546	1,507	28,835	2.88
Na intrekken van TH3-TH4	16,303	-	13,075	983	4,447	34,808	3.48
Na intrekken van TH2-TH3	9,939	-	22,684	1,421	8,540	42,582	4.26
Na intrekken van TH1-TH2	4,663	-	30,648	1,858	12,262	49,431	4.94
Na intrekken van TV2-TH1	2,990	33,174	-	1,858	12,262	50,284	5.03
Na intrekken van TV1-TV2	661	-	36,689	2,404	14,475	54,230	5.42
Na intrekken van Intrede-TV1	0	37,688	-	2,404	14,475	54,567	5.46

$$T_{tot} = T_1 + T_2 + T_{3a} + \Sigma T_{3b} + \Sigma T_{3c}$$

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

5.7 Karakteristieke waarden van de benodigde trekkrachten in fase II

Wanneer geen totaalfactor wordt toegepast ($f = 1$), gelden de volgende karakteristieke waarden voor de trekkrachten.

Trekkracht T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 [N]	T_{3a} [N]	ΣT_{3b} [N]	ΣT_{3c} [N]	T_{tot} [N]	T_{tot} [ton]
Na intrekken van TV4-Uittrede	17,296	809	-	-	-	18,104	1.81
Na intrekken van TV3-TV4	15,632	-	3,320	390	1,077	20,419	2.04
Na intrekken van TH4-TV3	15,285	3,844	-	390	1,077	20,596	2.06
Na intrekken van TH3-TH4	11,645	-	9,339	702	3,176	24,863	2.49
Na intrekken van TH2-TH3	7,099	-	16,203	1,015	6,100	30,416	3.04
Na intrekken van TH1-TH2	3,331	-	21,892	1,327	8,759	35,308	3.53
Na intrekken van TV2-TH1	2,136	23,696	-	1,327	8,759	35,917	3.59
Na intrekken van TV1-TV2	472	-	26,207	1,717	10,340	38,736	3.87
Na intrekken van Intrede-TV1	0	26,920	-	1,717	10,340	38,976	3.90

De maximale karakteristieke waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt **38,976 N (≈ 3.90 ton)**.

Volgens het voorschrift van de Drilling Contractors Association (DCA - Europe) wordt een boormachine voorgeschreven met een trekkracht 2 tot 3 keer deze maximale waarde.

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
Na intrekken van TV4-Uittrede	25,346	2.44
Na intrekken van TV3-TV4	28,587	2.75
Na intrekken van TH4-TV3	28,835	2.77
Na intrekken van TH3-TH4	34,808	3.35
Na intrekken van TH2-TH3	42,582	4.10
Na intrekken van TH1-TH2	49,431	4.76
Na intrekken van TV2-TH1	50,284	4.84
Na intrekken van TV1-TV2	54,230	5.22
Na intrekken van Intrede-TV1	54,567	5.25

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{10,394.78}$$

Berekend door: [REDACTED]

12-02-2025 15:52:04

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

5.9 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat

Trekkkracht T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	R [m]	M_b [Nmm]	σ_b [N/mm ²]
TV3-TV4	200.00	328,930.31	0.76
TH3-TH4	250.00	263,144.25	0.61
TH2-TH3	250.00	263,144.25	0.61
TH1-TH2	250.00	263,144.25	0.61
TV1-TV2	200.00	328,930.31	0.76

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,o} \cdot R} = 1.4 \cdot 975 \cdot \frac{43,375,425.69}{0.9 \cdot R}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{M_b}{433,754.26}$$

5.10 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van TV4-Uittrede	25,346	2.44	-	2.44
Na intrekken van TV3-TV4	28,587	2.75	0.76	3.24
Na intrekken van TH4-TV3	28,835	2.77	-	2.77
Na intrekken van TH3-TH4	34,808	3.35	0.61	3.74
Na intrekken van TH2-TH3	42,582	4.10	0.61	4.49
Na intrekken van TH1-TH2	49,431	4.76	0.61	5.15
Na intrekken van TV2-TH1	50,284	4.84	-	4.84
Na intrekken van TV1-TV2	54,230	5.22	0.76	5.71
Na intrekken van Intrede-TV1	54,567	5.25	-	5.25

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{10,394.78} = \sigma_t$$

$$\text{Gebogen delen: } \sigma_a = \alpha_\sigma \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0.65 \cdot \sigma_b + \sigma_t$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10.00 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_a \leq \sigma_{kd} \rightarrow 5.71 \leq 10.00 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

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

Leiding is drukloos:

$$\sigma_p = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

6.2 Berekening rerooundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

$$f_{rr} = 1.00$$

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_n [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
TV1	4.43	0.93	Zand	18.32	32.65	50.97	10.19
TV2	12.42	1.16	Zand	22.97	133.84	156.81	31.36
TH1	12.36	1.10	Zand	21.84	133.84	155.68	31.14
1	12.45	1.19	Zand	22.25	133.47	155.71	31.14
2	12.45	1.19	Zand	22.16	133.47	155.62	31.12
3	12.41	1.15	Zand	21.39	133.47	154.85	30.97
4	12.29	1.04	Zand	19.05	133.47	152.51	30.50
5	12.25	0.99	Zand	18.17	133.47	151.63	30.33
6	12.38	1.13	Zand	20.86	133.47	154.33	30.87
TH2	12.07	0.81	Zand	14.62	133.47	148.09	29.62
7	12.50	1.24	Zand	23.15	133.47	156.62	31.32
8	12.53	1.27	Zand	23.73	133.47	157.20	31.44
TH3	14.16	2.90	Zand	55.68	146.59	202.27	40.45
9	15.05	3.79	Zand	73.39	146.59	219.98	44.00
10	17.95	6.69	Zand	130.77	146.59	277.36	55.47
11	17.96	6.70	Zand	131.00	146.59	277.59	55.52
12	16.97	5.72	Zand	111.47	146.59	258.06	51.61
13	12.73	1.47	Zand	27.40	146.59	173.99	34.80
14	12.43	1.17	Zand	22.68	146.59	169.27	33.85
15	12.58	1.33	Zand	24.88	146.59	171.47	34.29
TH4	12.57	1.31	Zand	24.75	146.59	171.34	34.27
TV3	12.64	1.39	Zand	25.80	146.59	172.40	34.48
TV4	4.92	1.41	Zand	26.30	45.73	72.03	14.41

$$q_{\text{droog}} = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$$

$$q_{\text{nat}} = \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$Q_n = q_n \cdot D_o = (1.1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1.1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot 200$$

Berekend door:

12-02-2025 15:52:04

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeersbelasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
TV1	4.43	Geen	0.00	0.00
TV2	12.42	Geen	0.00	0.00
TH1	12.36	Geen	0.00	0.00
1	12.45	Geen	0.00	0.00
2	12.45	Grafiek II	1.23	0.25
3	12.41	Grafiek II	1.23	0.25
4	12.29	Geen	0.00	0.00
5	12.25	Grafiek II	1.26	0.25
6	12.38	Grafiek II	1.24	0.25
TH2	12.07	Geen	0.00	0.00
7	12.50	Geen	0.00	0.00
8	12.53	Geen	0.00	0.00
TH3	14.16	Geen	0.00	0.00
9	15.05	Geen	0.00	0.00
10	17.95	Grafiek II	0.69	0.14
11	17.96	Grafiek II	0.69	0.14
12	16.97	Geen	0.00	0.00
13	12.73	Geen	0.00	0.00
14	12.43	Geen	0.00	0.00
15	12.58	Geen	0.00	0.00
TH4	12.57	Geen	0.00	0.00
TV3	12.64	Geen	0.00	0.00
TV4	4.92	Geen	0.00	0.00

$$Q_v = q_v \cdot D_0 = q_v \cdot 200$$

7. Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
TV1	✓	10.19	0.00	10.19	78.94 ⁽¹⁾	1.43
TV2	✓	31.36	0.00	31.36	242.86 ⁽¹⁾	4.40
TH1	✓	31.14	0.00	31.14	241.11 ⁽¹⁾	4.37
1	✓	31.14	0.00	31.14	241.16 ⁽¹⁾	4.37
2	✓	31.12	0.25	31.37	242.92 ⁽¹⁾	4.40
3	✓	30.97	0.25	31.22	241.74 ⁽¹⁾	4.38
4	✓	30.50	0.00	30.50	236.21 ⁽¹⁾	4.28
5	✓	30.33	0.25	30.58	236.79 ⁽¹⁾	4.29
6	✓	30.87	0.25	31.11	240.93 ⁽¹⁾	4.36
TH2	✓	29.62	0.00	29.62	229.35 ⁽¹⁾	4.15
7	✓	31.32	0.00	31.32	242.57 ⁽¹⁾	4.39
8	✓	31.44	0.00	31.44	243.47 ⁽¹⁾	4.41
TH3	✓	40.45	0.00	40.45	313.28 ⁽¹⁾	5.67
9	✓	44.00	0.00	44.00	340.71 ⁽¹⁾	6.17
10	✓	55.47	0.14	55.61	430.64 ⁽¹⁾	7.80
11	✓	55.52	0.14	55.66	430.99 ⁽¹⁾	7.81
12	✓	51.61	0.00	51.61	399.68 ⁽¹⁾	7.24
13	✓	34.80	0.00	34.80	269.47 ⁽¹⁾	4.88
14	✓	33.85	0.00	33.85	262.16 ⁽¹⁾	4.75
15	✓	34.29	0.00	34.29	265.57 ⁽¹⁾	4.81
TH4	✓	34.27	0.00	34.27	265.37 ⁽¹⁾	4.81
TV3	✓	34.48	0.00	34.48	267.00 ⁽¹⁾	4.84
TV4	✓	14.41	0.00	14.41	111.56 ⁽¹⁾	2.02

Indien horizontale steundruk: $M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$ (1)

$$M_q = 0.138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 90.90 - 0.143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 90.90$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1.00 \cdot \frac{M_q}{55.21}$$

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

8. Optredende spanning σ_{qr} tgv. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
TV1	200.00	0.0064	0.19
TV2	200.00	0.0064	0.19
TH1	250.00	0.0051	0.15
1	250.00	0.0051	0.15
2	250.00	0.0051	0.15
3	250.00	0.0051	0.15
4	250.00	0.0051	0.15
5	250.00	0.0051	0.15
6	250.00	0.0051	0.15
TH2	250.00	0.0051	0.15
7	250.00	0.0051	0.15
8	250.00	0.0051	0.15
TH3	250.00	0.0051	0.15
9	250.00	0.0051	0.15
10	250.00	0.0051	0.15
11	250.00	0.0051	0.15
12	250.00	0.0051	0.15
13	250.00	0.0051	0.15
14	250.00	0.0051	0.15
15	250.00	0.0051	0.15
TH4	250.00	0.0051	0.15
TV3	200.00	0.0064	0.19
TV4	200.00	0.0064	0.19

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0.083 \cdot q_r \cdot 200 \cdot \frac{100.00}{55.21}$$

9. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = 0 \text{ N/mm}^2$$

10. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{502.38}{181.8^3} = 0.0815 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{81.52 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m²****11. Toetsing op implosie (bedrijfsfase): berekening van de alzijdige overdruk**Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0.4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350.00 \cdot 502.38}{181.80^3} = 0.28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **27.87 m** grondwater boven de leiding

Berekend door:

12-02-2025 15:52:04

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld H [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld GWS [m]	Grondwater boven de leiding H _n [m]
TV1	4.43	0.93	3.51
TV2	12.42	1.16	11.26
TH1	12.36	1.10	11.26
1	12.45	1.19	11.26
2	12.45	1.19	11.26
3	12.41	1.15	11.26
4	12.29	1.04	11.26
5	12.25	0.99	11.26
6	12.38	1.13	11.26
TH2	12.07	0.81	11.26
7	12.50	1.24	11.26
8	12.53	1.27	11.26
TH3	14.16	2.90	11.26
9	15.05	3.79	11.26
10	17.95	6.69	11.26
11	17.96	6.70	11.26
12	16.97	5.72	11.26
13	12.73	1.47	11.26
14	12.43	1.17	11.26
15	12.58	1.33	11.26
TH4	12.57	1.31	11.26
TV3	12.64	1.39	11.26
TV4	4.92	1.41	3.51

 $H_n < p_{o,lang} \rightarrow 11.26 < 27.87 \rightarrow \text{Voldoet}$

12. Berekening van het totaal aan optredende spanningen*12.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding*

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
TV1	1.43	0.19	0.65	1.05
TV2	4.40	0.19	0.65	2.98
TH1	4.37	0.15	0.65	2.94
1	4.37	0.15	0.65	2.94
2	4.40	0.15	0.65	2.96
3	4.38	0.15	0.65	2.95
4	4.28	0.15	0.65	2.88
5	4.29	0.15	0.65	2.89
6	4.36	0.15	0.65	2.94
TH2	4.15	0.15	0.65	2.80
7	4.39	0.15	0.65	2.96
8	4.41	0.15	0.65	2.97
TH3	5.67	0.15	0.65	3.79
9	6.17	0.15	0.65	4.11
10	7.80	0.15	0.65	5.17
11	7.81	0.15	0.65	5.17
12	7.24	0.15	0.65	4.81
13	4.88	0.15	0.65	3.27
14	4.75	0.15	0.65	3.19
15	4.81	0.15	0.65	3.23
TH4	4.81	0.15	0.65	3.22
TV3	4.84	0.19	0.65	3.27
TV4	2.02	0.19	0.65	1.44

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8.00$ N/mm² $\sigma_{y2} \leq \sigma_{ld} \rightarrow 5.17 \leq 8.00 \rightarrow$ Voldoet

12.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
TV1	0.00	0.00	0.76	0.65	0.49
TV2	0.00	0.00	0.76	0.65	0.49
TH1	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
1	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
2	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
3	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
4	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
5	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
6	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
TH2	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
7	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
8	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
TH3	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
9	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
10	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
11	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
12	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
13	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
14	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
15	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
TH4	0.00	0.00	0.61	0.65	0.39
TV3	0.00	0.00	0.76	0.65	0.49
TV4	0.00	0.00	0.76	0.65	0.49

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_b$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8.00$ N/mm² $\sigma_{y2} \leq \sigma_{ld} \rightarrow 0.49 \leq 8.00 \rightarrow$ Voldoet

13. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ²]	Q_v [N/mm ²]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
TV1	10.19	0.00	1.27	2.11	1.16
TV2	31.36	0.00	1.27	6.50	3.57
TH1	31.14	0.00	1.02	6.45	3.55
1	31.14	0.00	1.02	6.45	3.55
2	31.12	0.25	1.02	6.47	3.56
3	30.97	0.25	1.02	6.44	3.54
4	30.50	0.00	1.02	6.32	3.48
5	30.33	0.25	1.02	6.31	3.47
6	30.87	0.25	1.02	6.42	3.53
TH2	29.62	0.00	1.02	6.14	3.37
7	31.32	0.00	1.02	6.49	3.57
8	31.44	0.00	1.02	6.51	3.58
TH3	40.45	0.00	1.02	8.38	4.61
9	44.00	0.00	1.02	9.11	5.01
10	55.47	0.14	1.02	11.51	6.33
11	55.52	0.14	1.02	11.51	6.33
12	51.61	0.00	1.02	10.69	5.88
13	34.80	0.00	1.02	7.21	3.97
14	33.85	0.00	1.02	7.01	3.86
15	34.29	0.00	1.02	7.10	3.91
TH4	34.27	0.00	1.02	7.10	3.90
TV3	34.48	0.00	1.27	7.14	3.93
TV4	14.41	0.00	1.27	2.99	1.64

$$\delta_Y = \frac{(0.089 \cdot Q - 0.095 \cdot Q_{n,h} + 0.048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0.089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0.095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0.048 \cdot Q_r) \cdot 90.90^3}{350 \cdot 502.38}$$

 Toelaatbare deflectie: $\delta_{Y,max} = 8.00\% \cdot D_g = 0.08 \cdot 181.80 = \mathbf{14.54}$ mm

 $\delta_Y \leq \delta_{Y,max} \rightarrow 11.51 \leq 14.54 \rightarrow \text{Voldoet}$

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

Sigma 2025 1.0 ©

14. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	$E_{100,\text{norm}}$ [MN/m ²]
TV1	4.43	36.03	15.37	25.70	40.44	53.54
TV2	12.42	110.06	46.93	78.49	123.52	93.92
TH1	12.36	109.13	46.53	77.83	122.47	93.58
1	12.45	109.15	46.55	77.85	122.50	93.59
2	12.45	109.08	46.51	77.80	122.42	93.56
3	12.41	108.44	46.24	77.34	121.70	93.33
4	12.29	106.51	45.42	75.96	119.53	92.62
5	12.25	105.78	45.11	75.44	118.72	92.35
6	12.38	108.01	46.06	77.03	121.22	93.17
TH2	12.07	102.85	43.86	73.35	115.43	91.27
7	12.50	109.90	46.86	78.38	123.34	93.86
8	12.53	110.38	47.07	78.72	123.88	94.03
TH3	14.16	147.63	62.95	105.29	165.69	106.67
9	15.05	162.27	69.20	115.73	182.11	111.24
10	17.95	209.69	89.42	149.55	235.33	124.91
11	17.96	209.88	89.50	149.69	235.54	124.96
12	16.97	193.74	82.62	138.18	217.43	120.48
13	12.73	124.26	52.99	88.62	139.45	98.93
14	12.43	120.36	51.32	85.84	135.08	97.58
15	12.58	122.18	52.10	87.14	137.12	98.21
TH4	12.57	122.07	52.05	87.06	137.00	98.17
TV3	12.64	122.94	52.42	87.68	137.98	98.47
TV4	4.92	53.44	22.79	38.11	59.97	63.65

$$\sigma_{\text{vert}} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$\sigma_{\text{hor}} = \sigma_{\text{vert}} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{\text{vert}} + \sigma_{\text{hor}}}{2}$$

$$p'_f = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$E_{100,\text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m \quad (\text{Zand/Leem/Grind} \rightarrow m = 0.5; \text{Veen/Klei} \rightarrow m = 0.8)$$

Berekend door:

12-02-2025 15:52:05

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	v [-]	p _{lim} [N/mm ²]	90% p _{lim} [bar] 1
TV1	20.61	0.00072	0.0351	0.2989	0.60	5.42
TV2	36.15	0.0012	0.1126	0.2989	1.53	13.74
TH1	36.02	0.0012	0.1126	0.2989	1.52	13.66
1	36.02	0.0012	0.1126	0.2989	1.52	13.66
2	36.01	0.0012	0.1126	0.2989	1.52	13.65
3	35.93	0.0012	0.1126	0.2989	1.51	13.59
4	35.65	0.0012	0.1126	0.2989	1.49	13.42
5	35.55	0.0012	0.1126	0.2989	1.48	13.35
6	35.86	0.0012	0.1126	0.2989	1.51	13.55
TH2	35.13	0.0012	0.1126	0.2989	1.45	13.08
7	36.13	0.0012	0.1126	0.2989	1.53	13.73
8	36.20	0.0012	0.1126	0.2989	1.53	13.77
TH3	41.06	0.0015	0.1126	0.2989	1.90	17.08
9	42.82	0.0016	0.1126	0.2989	2.04	18.34
10	48.08	0.0018	0.1126	0.2989	2.48	22.28
11	48.10	0.0018	0.1126	0.2989	2.48	22.30
12	46.38	0.0017	0.1126	0.2989	2.33	20.98
13	38.08	0.0013	0.1126	0.2989	1.67	15.02
14	37.56	0.0013	0.1126	0.2989	1.63	14.67
15	37.80	0.0013	0.1126	0.2989	1.65	14.84
TH4	37.79	0.0013	0.1126	0.2989	1.65	14.83
TV3	37.91	0.0013	0.1126	0.2989	1.66	14.91
TV4	24.50	0.00089	0.0351	0.2989	0.81	7.29

$$G = \frac{E_{100, \text{norm}}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$K = 1 - \sin(\varphi)$$

$$\nu = \frac{K}{1 + K}$$

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

14.1 Tijdens pilot

Locatie	R _{p,max} [m]	R _{p,min} [m]	Δh _{in} [m]	ρ _{max} [N/mm ²]	ρ _{max} [bar] 2	ρ _{min} [N/mm ²]	ρ _{min} [bar] 3
TV1	1.18	0.05	4.37	0.27	2.72	0.06	0.56
TV2	0.90	0.03	12.12	0.70	7.03	0.16	1.59
TH1	0.90	0.04	12.12	0.70	6.99	0.17	1.67
1	0.90	0.04	12.12	0.70	6.99	0.17	1.70
2	0.90	0.05	12.12	0.70	6.98	0.18	1.76
3	0.90	0.05	12.12	0.70	6.96	0.18	1.79
4	0.90	0.05	12.12	0.69	6.88	0.18	1.83
5	0.91	0.06	12.12	0.68	6.84	0.19	1.88
6	0.90	0.06	12.12	0.69	6.94	0.19	1.91
TH2	0.91	0.06	12.12	0.67	6.72	0.19	1.92
7	0.90	0.07	12.12	0.70	7.02	0.21	2.06
8	0.90	0.08	12.12	0.70	7.04	0.22	2.19
TH3	0.82	0.06	12.12	0.86	8.58	0.22	2.21
9	0.80	0.06	12.12	0.92	9.16	0.22	2.23
10	0.75	0.04	12.12	1.10	10.99	0.22	2.24
11	0.75	0.04	12.12	1.10	10.99	0.22	2.25
12	0.76	0.05	12.12	1.04	10.38	0.23	2.26
13	0.87	0.08	12.12	0.76	7.62	0.23	2.29
14	0.87	0.09	12.12	0.75	7.46	0.23	2.30
15	0.87	0.10	12.12	0.75	7.54	0.25	2.45
TH4	0.87	0.10	12.12	0.75	7.53	0.25	2.45
TV3	0.87	0.10	12.12	0.76	7.57	0.25	2.48
TV4	1.06	0.25	4.37	0.36	3.59	0.17	1.65

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

$$R_o = \frac{D_p}{2} = \frac{200}{2} = 100 \text{ mm}$$

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

$$v_{m,p} = \frac{Q_{m,p}}{A_p} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (200^2 - 127^2)} = 0.444 \text{ m/s}$$

$$\rho_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_p \cdot v_{m,p}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,p}}{(D_p - D_b)} \right) \cdot L + \rho_{m,p} \cdot \Delta h_{in} = \left(\frac{14580 \cdot 0.009 \cdot 0.444}{(200 - 127)^2} + \frac{13.4}{(200 - 127)} \right) \cdot L + 12 \cdot \Delta h_{in}$$

$$R_{p,min} = R_o / \sqrt{\frac{p'_f + c \cdot \cot(\varphi)}{\rho_{min} + u + c \cdot \cot(\varphi)}^{(1+\sin(\varphi)) \cdot \csc(\varphi)} - Q}$$

14.2 Tijdens ruimgang

Locatie	R _{p,max} [m]	R _{p,min} [m]	Δh _{uit} [m]	ρ _{max} [N/mm ²]	ρ _{max} [bar] 4	ρ _{min} [N/mm ²]	ρ _{min} [bar] 5
TV4	1.38	0.05	4.96	0.36	3.59	0.06 ⁽¹⁾	0.61
TV3	1.13	0.04	12.71	0.76	7.57	0.16 ⁽¹⁾	1.60
TH4	1.13	0.04	12.71	0.75	7.53	0.16 ⁽¹⁾	1.61
15	1.13	0.04	12.71	0.75	7.54	0.16 ⁽¹⁾	1.61
14	1.14	0.05	12.71	0.75	7.46	0.17 ⁽¹⁾	1.69
13	1.13	0.05	12.71	0.76	7.62	0.17 ⁽¹⁾	1.70
12	0.99	0.03	12.71	1.04	10.38	0.17 ⁽¹⁾	1.72
11	0.97	0.03	12.71	1.10	10.99	0.17 ⁽¹⁾	1.72
10	0.97	0.03	12.71	1.10	10.99	0.17 ⁽¹⁾	1.73
9	1.04	0.04	12.71	0.92	9.16	0.17 ⁽¹⁾	1.73
TH3	1.07	0.04	12.71	0.86	8.58	0.17 ⁽¹⁾	1.74
8	1.16	0.06	12.71	0.70	7.04	0.18 ⁽¹⁾	1.75
7	1.17	0.07	12.71	0.70	7.02	0.18 ⁽¹⁾	1.82
TH2	1.19	0.08	12.71	0.67	6.72	0.19 ⁽¹⁾	1.90
6	1.17	0.08	12.71	0.69	6.94	0.19 ⁽¹⁾	1.90
5	1.18	0.08	12.71	0.68	6.84	0.19 ⁽²⁾	1.90
4	1.18	0.07	12.71	0.69	6.88	0.18 ⁽²⁾	1.84
3	1.17	0.07	12.71	0.70	6.96	0.18 ⁽²⁾	1.81
2	1.17	0.06	12.71	0.70	6.98	0.18 ⁽²⁾	1.77
1	1.17	0.06	12.71	0.70	6.99	0.17 ⁽²⁾	1.71
TH1	1.17	0.05	12.71	0.70	6.99	0.17 ⁽²⁾	1.68
TV2	1.16	0.04	12.71	0.70	7.03	0.16 ⁽²⁾	1.60
TV1	1.54	0.06	4.96	0.27	2.72	0.06 ⁽²⁾	0.56

$$R_o = \frac{D_{g,r}}{2} = \frac{260}{2} = 130 \text{ mm}$$

$$v_{m,r,uit} = \frac{Q_{m,r}}{A_r} = \frac{850}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_b^2)} = \frac{850}{1/4 \cdot \pi \cdot (260^2 - 127^2)} = 0.350 \text{ m/s}$$

$$v_{m,r,in} = \frac{Q_{m,r}}{A_p} = \frac{850}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{850}{1/4 \cdot \pi \cdot (200^2 - 127^2)} = 0.756 \text{ m/s}$$

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r,uit}}{(D_{g,r} - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,r}}{(D_{g,r} - D_b)} \right) \cdot (L_{tot} - L) + \rho_{m,r} \cdot \Delta h_{uit}$$

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot 0.009 \cdot 0.350}{(260 - 127)^2} + \frac{13.4}{(260 - 127)} \right) \cdot (598.75 - L) + 12 \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r,in}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,r}}{(D_p - D_b)} \right) \cdot L + \rho_{m,r} \cdot \Delta h_{in}$$

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot 0.009 \cdot 0.756}{(200 - 127)^2} + \frac{13.4}{(200 - 127)} \right) \cdot L + 12 \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

14.3 Tijdens intrekken

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$R_{p,min}$ [m]	Δh_{uit} [m]	ρ_{max} [N/mm ²]	ρ_{max} [bar] 6	ρ_{min} [N/mm ²]	ρ_{min} [bar] 7
TV4	1.38	0.06	4.96	0.36	3.59	0.06 ⁽¹⁾	0.64
TV3	1.13	0.05	12.71	0.76	7.57	0.17 ⁽¹⁾	1.70
TH4	1.13	0.05	12.71	0.75	7.53	0.17 ⁽¹⁾	1.73
15	1.13	0.05	12.71	0.75	7.54	0.17 ⁽¹⁾	1.73
14	1.14	0.07	12.71	0.75	7.46	0.19 ⁽¹⁾	1.92
13	1.13	0.07	12.71	0.76	7.62	0.19 ⁽²⁾	1.91
12	0.99	0.04	12.71	1.04	10.38	0.19 ⁽²⁾	1.89
11	0.97	0.04	12.71	1.10	10.99	0.19 ⁽²⁾	1.89
10	0.97	0.04	12.71	1.10	10.99	0.19 ⁽²⁾	1.88
9	1.04	0.05	12.71	0.92	9.16	0.19 ⁽²⁾	1.88
TH3	1.07	0.05	12.71	0.86	8.58	0.19 ⁽²⁾	1.87
8	1.16	0.07	12.71	0.70	7.04	0.19 ⁽²⁾	1.86
7	1.17	0.06	12.71	0.70	7.02	0.18 ⁽²⁾	1.78
TH2	1.19	0.06	12.71	0.67	6.72	0.17 ⁽²⁾	1.71
6	1.17	0.06	12.71	0.69	6.94	0.17 ⁽²⁾	1.70
5	1.18	0.05	12.71	0.68	6.84	0.17 ⁽²⁾	1.69
4	1.18	0.05	12.71	0.69	6.88	0.17 ⁽²⁾	1.66
3	1.17	0.05	12.71	0.70	6.96	0.16 ⁽²⁾	1.64
2	1.17	0.05	12.71	0.70	6.98	0.16 ⁽²⁾	1.62
1	1.17	0.04	12.71	0.70	6.99	0.16 ⁽²⁾	1.59
TH1	1.17	0.04	12.71	0.70	6.99	0.16 ⁽²⁾	1.57
TV2	1.16	0.04	12.71	0.70	7.03	0.15 ⁽²⁾	1.53
TV1	1.54	0.05	4.96	0.27	2.72	0.05 ⁽²⁾	0.54

$$R_o = \frac{D_{g,i}}{2} = \frac{260}{2} = 130 \text{ mm}$$

$$v_{m,i,uit} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{600}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_o^2)} = \frac{600}{1/4 \cdot \pi \cdot (260^2 - 200^2)} = 0.461 \text{ m/s}$$

$$v_{m,i,in} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{600}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,r}^2 - D_b^2)} = \frac{600}{1/4 \cdot \pi \cdot (260^2 - 127^2)} = 0.247 \text{ m/s}$$

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_i \cdot v_{m,i,uit}}{(D_{g,r} - D_o)^2} + \frac{\tau_{y,i}}{(D_{g,r} - D_o)} \right) \cdot (L_{tot} - L) + \rho_{m,i} \cdot \Delta h_{uit}$$

$$p_{min,uit} = \left(\frac{14580 \cdot 0.009 \cdot 0.461}{(260 - 200)^2} + \frac{13.4}{(260 - 200)} \right) \cdot (598.75 - L) + 12 \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_i \cdot v_{m,i,in}}{(D_{g,r} - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,i}}{(D_{g,r} - D_b)} \right) \cdot L + \rho_{m,i} \cdot \Delta h_{in}$$

$$p_{min,in} = \left(\frac{14580 \cdot 0.009 \cdot 0.247}{(260 - 127)^2} + \frac{13.4}{(260 - 127)} \right) \cdot L + 12 \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

15. Toetsing op implosie tijdens intrekken leiding(en)

Locatie	$p_{\min}$ [N/mm ²]	$p_{o,kort}$ [N/mm ²]
TV4	0.06	1.55
TV3	0.17	1.55
TH4	0.17	1.55
15	0.17	1.55
14	0.19	1.55
13	0.19	1.55
12	0.19	1.55
11	0.19	1.55
10	0.19	1.55
9	0.19	1.55
TH3	0.19	1.55
8	0.19	1.55
7	0.18	1.55
TH2	0.17	1.55
6	0.17	1.55
5	0.17	1.55
4	0.17	1.55
3	0.16	1.55
2	0.16	1.55
1	0.16	1.55
TH1	0.16	1.55
TV2	0.15	1.55
TV1	0.05	1.55

Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1.5$

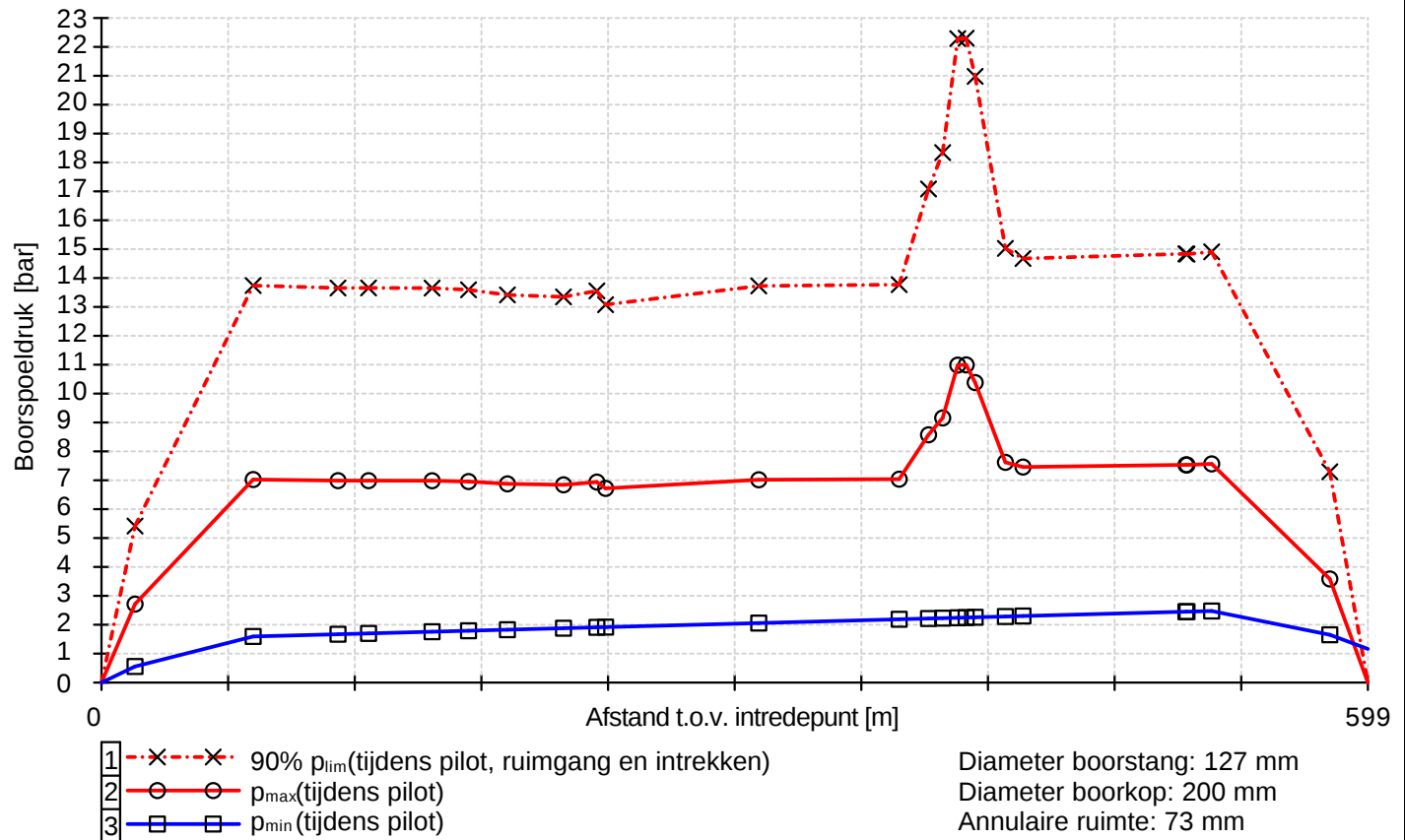
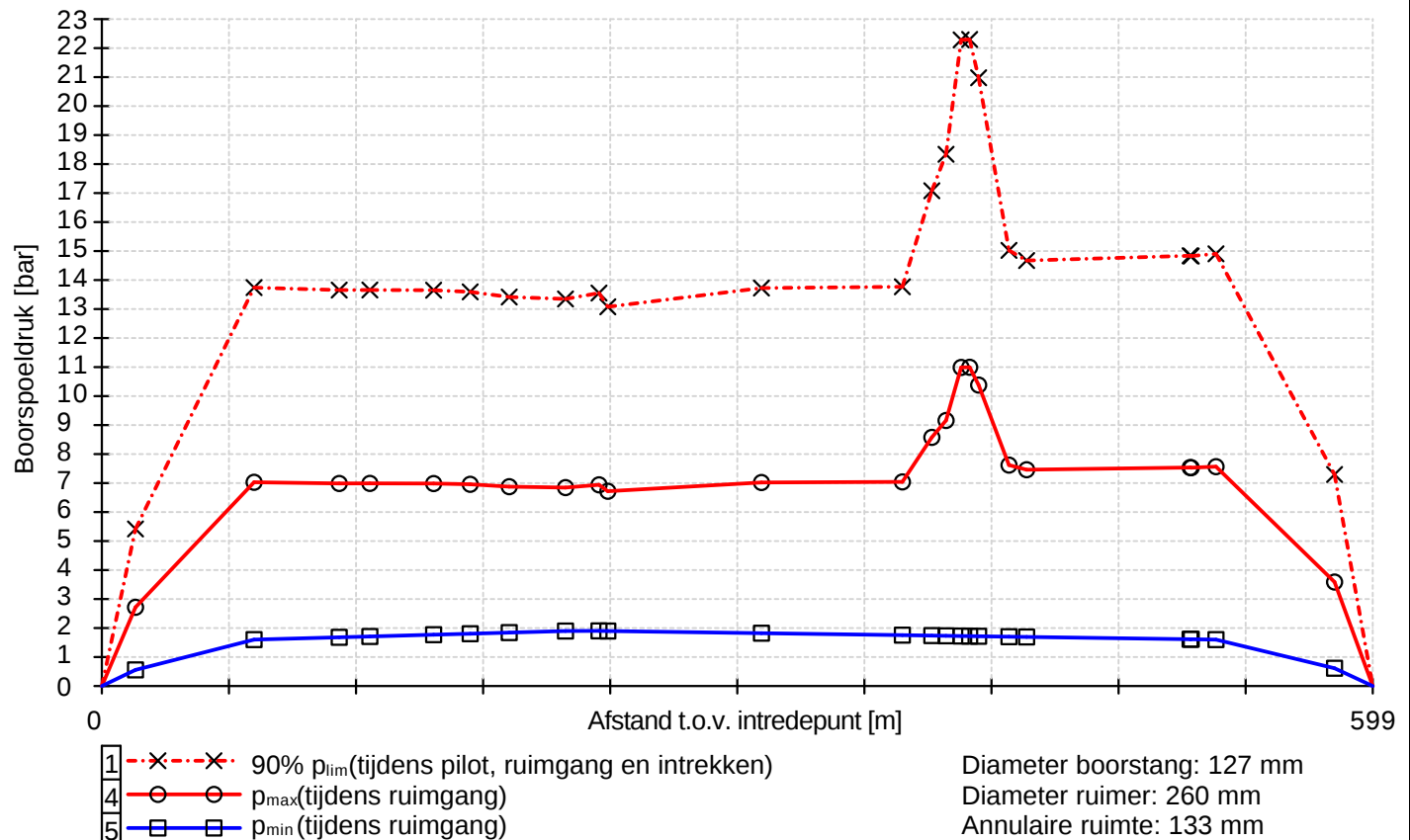
$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E_{\tan} \cdot l_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1.5 \cdot (1 - 0.4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975.00 \cdot 502.38}{181.80^3} = 1.55 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{\min} \leq p_{o,kort} \rightarrow 0.19 \leq 1.55 \rightarrow \text{Voldoet}$$

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020

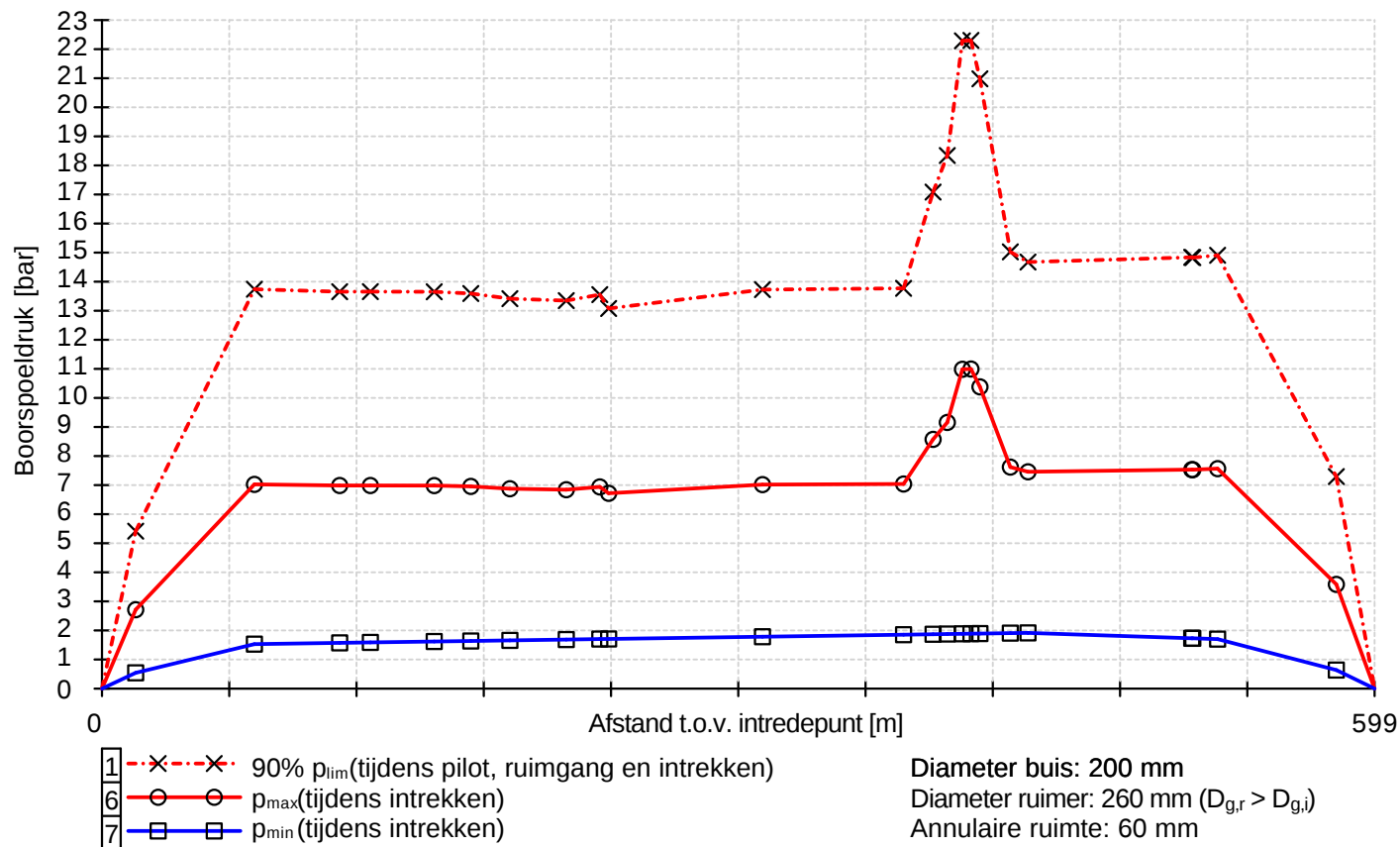
Sigma 2025 1.0 ©

16.1 Boorspoeldrukken tijdens pilot ($\rho_{m,p} = 12 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,p} = 13.4 \text{ Pa}$ / $\eta_p = 0.009 \text{ Pas}$ / $Q_{m,p} = 500 \text{ l/min}$)

16.2 Boorspoeldrukken tijdens ruimen ($\rho_{m,r} = 12 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,r} = 13.4 \text{ Pa}$ / $\eta_r = 0.009 \text{ Pas}$ / $Q_{m,p} = 850 \text{ l/min}$)


Berekend door

12-02-2025 15:52:05

16.3 Boorspoeldrukken tijdens intrekken ($\rho_{m,i} = 12 \text{ kN/m}^3$ / $\tau_{y,i} = 13.4 \text{ Pa}$ / $\eta_i = 0.009 \text{ Pas}$ / $Q_{m,i} = 600 \text{ l/min}$)



BIJLAGE D SPECIFICATIES MATERIEEL

PD80/43 – 80 ton HDD Drilling Rig

CKB S-C



80-ton drilling rig

Dimensions & Weight

- Transport (largest unit)	:	10 x 2,5 x 4 m
- During operation	:	ca. 1000 m ²
- HDD Drilling unit + HPP	:	27000 kg

HDD Drilling rig

- Max. torque	:	43 kNm
- Max. rod length	:	5,5 m
- Thrust / Pull back force	:	800 / 800 kN
- Angle of departure (to ground level)	:	10—20°

Rig Anchor

- Thrust & Pull	:	Sheet pilling
-----------------	---	---------------

Mud Plant

- Mixer type	:	MP 1000H
Capacity	:	60 m ³ /uur
- Recycling unit	:	AMC R 1500 E
Capacity	:	1500 l/min
- High pressure pump	:	112 kW
Max. Flow / Max. Pressure	:	1000 l/min / 50 bar

Down hole tools

- Drill pipes	:	4½IF NC50 S135 x 5m
- Min. radius standard / steering tool	:	R = 100 m ¹ / R = 220 m ¹
- Drill head type	:	bend sub + roller cone / jet bit
- Diameter Borehole pilot drilling	:	approx. 200 mm ¹

Display of parameters at the rig and in logbooks:

- Thrust / Pullback force	:	kN
- Torque	:	kNm
- Mud pressure	:	bar
- Mud flow	:	l/min
- Drill pipe length drilling rods	:	m

BIJLAGE E SPECIFICATIES PLAATSBEPALINGSSYSTEMEN



Drillguide GST



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

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

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

Tool benefits

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



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



Drillguide Gyro Steering Tool

Working Procedure

This document describes the procedure of using the Drillguide Gyro steering Tool system to measure the orientation and position of the drill-head while drilling the curved trajectories.

Customer: **Van Leeuwen Sleufloze Technieken**

Prepared by: **Browline B.V.**
Duurzaamheidsring 180
4231 EX Meerkkerk
The Netherlands

Date: 01-08-2012

Contents:

Introduction.....	3
1. Planning.....	3
2. Conditions.	4
3. Calibrations.	4
3.1. Drill-Head - GST connection.....	4
3.2. Roll Calibration.....	4
3.3. North Seeking.....	4
4. Drilling.....	5
5. Preparations and reporting.	6

Revision management:

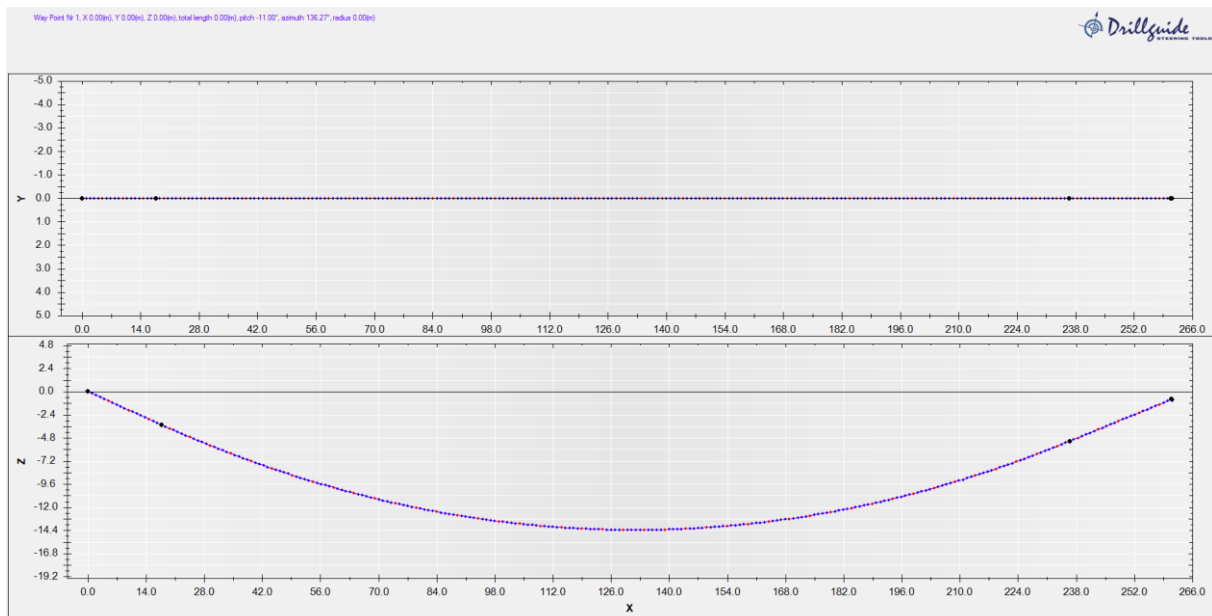
Version	Date	By	Modifications
1.00	01-08-2012		Initial

Introduction.

The Drillguide Gyro Steering Tool ("GST") is used for drill-jobs which require the highest possible drill-head location accuracy. It has been in daily service for navigation and guidance services during the pilot drilling phase of the Horizontal Directional Drilling ("HDD") since early year 2005

1. Planning

Prior to executing the drilling, the surveyor has executed the planning on base of the given entry-point, tangent-points and exit point, delivered in WGS84 and (optional) grid, as specified by the customer. This is a procedure where the drill-path way-points are entered into the Drillguide planning programme, which calculates the required azimuth and pitch angles as function of the actual drill-path length, taken from the drilling machine.



2. Jobsite Requirements and Conditions.

- **Communication and power-supply** via single wireline (6 square mm or 10 square meter above 1000 meter length) from GST aft of drill-head running to drilling machine through drill-string. Power-supply from surface is 48 VDC.
- **GST power consumption** at average 108 Watt, peak power is 180 Watt. Peak power to be dealt with by GST installed batteries.
- **Drilling fluid (mud) pressure** lower than 50 bar.
- **Ambient temperature** around GST sensor head lower than 55 degrees Centigrade.
- **Vibration** without drill-string shock-damper to be lower than 7 g up to 200 Hz. For higher accelerations a shock-damper to be applied in order to reduce the shocks and vibrations to the required level.

3. Calibrations.

3.1. Drill-Head - GST connection

First, the drill-rig is used for the drill-head /gyro steering tool connection with the required torque. Once connected, the drill-head / GST assembly is taken off the drill-rig to perform the drillhead calibration.

3.2. Drill-Head Calibration

The drill-head has to be calibrated with the Gyro Steering tool. This procedure consists of 10 steps takes approximately 30 minutes. For this calibration, the drill-head / GST assembly is rotated over 360 degrees, while it is securely hold in V-blocks. Once the calibration procedure is finished, the assembly is connected to the 1st drill-pipe.

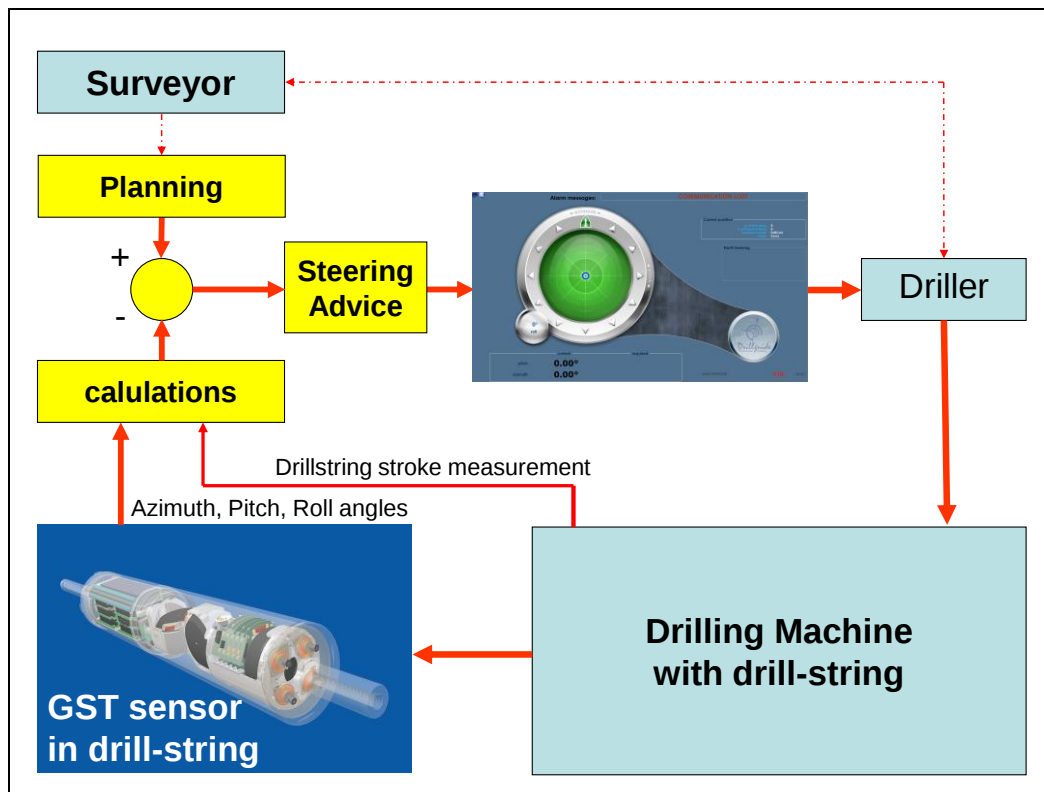
3.3. North Seeking

Before drilling, a 12 minute North Seeking is required to determine direction. During this North seeking, the drill string must be kept in standstill.

This 12 minute procedure has to be repeated within every two hours.

4. Drilling

When drilling, every 3 meters a short survey has to be performed (at high side). This only takes a few seconds. The set planning and actual calculated drill-path trajectories are compared and based on the difference and the required bending radius an advice is given how to steer in order to follow the planned drill-path.



Overview Drillguide Gyro Steering Tool system

The Brownline surveyor is located in a Brownline (Iveco) van. This van has to be located close to the drill-rig (less than 40 meters distance). Both the surveyor as the driller have a display, showing all the required information on the user-friendly Smartguide interface. When unknown objects (for example stones) are present in the drill-path, the position of engagement can easily be determined and noted.

5. Preparations and reporting.

After completion of the pilot-drilling a report as shown below will be forwarded.



DRILLING REPORT

Client Name:	Van Leeuwen								
Surveyor:	Bertjan Molenaar								
Project Number:	Van Leeuwen - Schipluiden - 110610								
First Date:	10-June-11								
Place:	Schipluiden								
Grid:	DUTCH_GRID								
Nr	X(m)	Y(m)	Z(m)	Easting(m)	Northing(m)	Depth (m)	Pitch (°)	Azimuth (°)	Total Length (m)
0	9.94	-0.02	-0.85	83091.76	443308.48	-3.88	-6.40	256.34	10.00
1	19.88	-0.03	-1.95	83082.06	443306.29	-4.98	-6.23	256.53	20.00
2	29.82	-0.03	-3.04	83072.37	443304.11	-6.07	-6.35	256.38	30.00
3	39.76	-0.04	-4.14	83062.67	443301.92	-7.17	-6.08	256.48	40.00
4	49.70	-0.03	-5.19	83052.97	443299.74	-8.22	-5.75	256.52	50.00
5	59.66	-0.03	-6.12	83043.26	443297.56	-9.15	-4.97	256.43	60.00
6	69.62	-0.05	-6.97	83033.54	443295.36	-10.00	-4.97	256.34	70.00
7	79.59	-0.06	-7.81	83023.82	443293.15	-10.84	-4.39	256.43	80.00
8	89.56	-0.07	-8.50	83014.09	443290.96	-11.53	-3.55	256.56	90.00
9	99.54	-0.08	-9.10	83004.35	443288.76	-12.13	-3.21	256.39	100.00
10	109.53	-0.09	-9.61	82994.61	443286.56	-12.64	-2.55	256.53	110.00
11	119.52	-0.11	-10.00	82984.87	443284.35	-13.03	-2.01	256.33	120.00
12	129.52	-0.11	-10.29	82975.12	443282.15	-13.31	-1.37	256.50	130.00
13	139.52	-0.11	-10.49	82965.37	443279.96	-13.52	-1.06	256.47	140.00
14	149.52	-0.12	-10.57	82955.61	443277.75	-13.60	-0.25	256.61	150.00
15	159.52	-0.12	-10.58	82945.86	443275.56	-13.61	0.18	256.46	160.00
16	169.51	-0.13	-10.50	82936.10	443273.36	-13.53	0.52	256.29	170.00
17	179.51	-0.14	-10.34	82926.35	443271.15	-13.37	1.27	256.42	180.00

The reporting in figure gives:

First column: measurement (for reporting) number.

Second to fourth column: relative coordinates in respectively x distance from entry, y distance centre line x, and z as depth.

Columns five to seven : WGS84 coordinates or grid coordinates.

Columns eight and nine: Pitch and Azimuth.

Column ten: total length.

BIJLAGE F SPECIFICATIES BOORSPOELING



De Bentonietfabriek B.V.

EU SAFETY DATA SHEET
In accordance with 91/155/EWG

Print date 09.01.2018

Revised on 09.01.2018

Product name Bentoniet - HV

1. Material/preparation and company designation

- Product name Bentoniet - HV
- Manufacturer/Supplier
De Bentoniet Fabriek BV
[Redacted]
[Redacted] Woerden
[Redacted]

2. Composition/details of components

- **Chemical characteristics**
- **Description:** mixture of the following listed materials
- **Dangerous contents:**
- | CAS No. | Description |
|------------|------------------|
| 1302-78-9 | Bentonite |
| 39421-75-5 | Modified Polymer |
- **Additional information:** none

3. Possible dangers

- **Danger designation:** none
- **Special information concerning danger to humans or the environment:** none
- **Classification system:**
The classification corresponds to the current EU lists, but is supplemented by information from technical literature and company information.

4. First aid measures

- **General information:**
If symptoms occur, or if in doubt, seek medical help
- **On inhalation:**
Ensure a source of fresh air, in case of difficulty, seek medical help
- **On contact with the skin:**
Wash with water and soap, rinse well
- **On contact with the eyes:**
Keep eyelids open and rinse with copious amounts of clean, running water. Consult doctor
- **If swallowed:**
Wash mouth out and drink plenty of water. If patient continues to complain, consult doctor.



De Bentonietfabriek B.V.

(continued from page 1)

5. Fire fighting measures

- **Suitable extinguishant:**
The product itself does not burn. Determine fire extinguisher measures to suit environment
- **Unsuitable extinguishants for safety reasons**
Jet of water
- **Special danger due to the material, its combustion products or released gases:**
No details
- **Special protective equipment:**
No special measures required.

6. Measures for unintentional release

- **Human related preventive measures:**
Avoid the formation of dust
When mixed with water the product creates slippery surfaces
- **Environmental measures**
Do not allow product to flow into water conduits, surface water or ground water.
- **Procedures for cleaning/removal:**
Collect dried material mechanically
Supply recovered material or waste in suitable containers

7. Handling and storage

- **Handling**
- **Advice on safe handling**
Efficient dust removal:
Use only in well-ventilated areas
- **Advice on protection against fire and explosion**
No special measures required
- **Storage**
- **Requirements for warehouses and containers:**
No special measures required
- **Advice on storage with other materials**
Do not store with oxidants
- **Further advice on storage conditions**
Keep containers tightly shut. Store in a cool, dry place
- **Storage class**
- **VbF class:** none

8. Exposure and personal protective equipment

- **Components with work place related restrictions that must be monitored:**

CAS No.	Description	%	Type	Value	Unit
	General dust limitation value		MAK	6 F	mg/m ³

- **Additional information**

The basis for this is the lists drawn up when the document was created

- **Personal protective equipment**

- **General protection and hygiene measures:**

The general protective measures for handling chemicals should be observed.

Keep away from, foodstuffs, drinks, and feedstuffs.

Clean skin thoroughly after work and before breaks

- **Breathing protection**

wear breathing protection in dusty conditions.

- **Hand protection**

wear neoprene or nitrile protective gloves.

- **Eye protection**

wear tightly fitting, dust-proof glasses.

9. Physical and chemical characteristics

- **Form:** Powdery
- **Colour:** greyish/yellowish
- **Smell:** no smell

	<u>Value/Range</u>	<u>Unit</u>	<u>Method</u>
--	--------------------	-------------	---------------

- **Change of state**

- **Melting point/melting range:**

not determined

- **Boiling point/boiling range :**

not determined

- **Flash point**

not used

- **Ignition temperature :**

not flammable material

- **Decomposition temperature :**

no information

- **Self ignition temperature :**

The product cannot self-ignite

- **Danger of explosion**

There is no danger of explosion from the product

- **Vapour pressure :** at 20°C

not determined

- **Density :** at 20°C

2.3-2.6 kg/l

- **Solubility in/miscible with water**

insoluble

- **PH value :** at 20°C

not determined

- **Granule size :**

not determined

10. Stability and reactivity

- **Thermal decomposition/conditions to be avoided**

No decomposition if used according to instructions

- **Materials to be avoided** Oxidants

- **Dangerous reactions:** No known dangerous reactions

- **Dangerous decomposition products**

None if used according to instructions and stored correctly

11. Toxicological information

- **Acute toxicity**

- **Primary irritation effect**

- **Skin:** No irritation effect

- **Eyes:** No irritation effect

- **Sensitisation:** No known sensitisation effect

- **Further toxicological information**

According to the current version of EC listings the material does not have to be registered .



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

12. Ecological information

- **Information on elimination:** (persistence and decomposition)
- **Other information:**
In general, it does not represent a danger to water. Concentrated sludge of clay minerals can have a detrimental effect on water organisms in natural waterways.
- **Eco-toxic effects**
- **Aquatic toxicity**

Type of test	Effective concentration	Method	Evaluation
Not determined			
- **General Information:**
Do not allow product to flow into water conduits, surface water or ground water.
- **Water danger class**
- **WGK:** In general it does not pollute water

13. Information on disposal

- **Product**
- **Recommendation:**
Do not dispose of with household rubbish. Do not allow to enter water conduits.
Must be disposed of according to local regulations
- **European waste catalogue:**
01 00 00 Waste from prospecting for and extracting and processing and further processing of minerals as well as stone and soil.
01 04 00 Waste from physical and chemical processing
01 04 03 Course and fine dusts
- **Unclean packaging:**
- **Recommendation:**
Must be disposed of according to local regulations

14. Transport regulations

- **Land transport ADR/RID and GGVS/GGVE (cross border/inland):**
- **ADR/RID-GGVS/E class:**
- **Transport by ocean-going ship IMDG/GGVSee::**
IMDG/GGVSee class:

Air transport ICAO-TI and IATA-DGR:
ICAO/IATA class:

15. Regulations

- **Identification according to EEC directives**
The general protective measures for handling chemicals should be observed.
According to EU directives/GevStoffV (Dangerous Substances Decree) the product does not have to be identified
- **National regulations:**
- **Classification according to VbF:** None
- **Water pollution class:**
WGK: In general it does not pollute water

16. Other information

- The details are based on the current state of our knowledge. They do not represent an assurance of product suitability and are not the basis for any legal relationship.
- **Data sheet area,** see point 1



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

Description

Bentoniet - HV is a modified bentonite.

Application

Bentoniet - HV can be used in the same applications as a basic bentonite with less product needed to achieve similar rheological properties and drilling performance. An important function of a drilling fluid is the transport of cuttings, the more solids (read more bentonite) added in the base drilling fluid the lower the amount of drilled solids evacuated.

Dosage

40 - 45kg/m³

Rheology

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| • Plastic Viscosity | 12 – 14 CP |
| • Yield Point | 23 – 25 lb/100ft ² |
| • March funnel | 55 – 60 seconds |
| • Fluid loss | <15 ml/30 min |

Packaging

1000 kg big bag
25 kg bags

Revision date: 09-01-2018

*The above concentrations and resulting rheological values are indicative, conditions may vary and the information given is to be used as a guideline only.

BIJLAGE G REGISTRATIESHEETS

(Overeenkomstig model)

Logboek Gestuurde Boring Pilotboren	
--	--

Logboeknr.	8.2/3
Rev. 3 Datum	02-02-2021



**Van Leeuwen
Sleufloze Technieken**

Tel. : [REDACTED]
www.vlst.com [REDACTED] info@vlst.com

Project:
Opdrachtgever:
Boormethode:
Boormachine:
Diameter buis:
Lengte buis:
Materiaal buis:
Meetsysteem:
Plaats / lokatie:
Datum:
Pilot

Mudman:

Meetdeskundige:

*doorhalen wat niet van toepassing is

[illegible]

Logboek Gestuurde Boring Ruimgang Ø conische open flycutter (FLC)

Logboeknr.	8.2/3
Rev. 3 Datum	02-02-2021



Meetdeskundige:

[illegible]

Logboek Gestuurde Boring Intrekken Ø Barrel Reamer

Logboeknr.	8.2/3
Rev. 3 Datum	02-02-2021



Project:	
----------	--

Opdrachtgever:	
----------------	--

Boormethode:	
--------------	--

Boormachine:	
--------------	--

Diameter buis:	
----------------	--

Lengte buis:	
--------------	--

Materiaal buis:	
-----------------	--

Plaats / lokatie:	
-------------------	--

Datum:	
--------	--

Boormeester:	
--------------	--

info@vlst.com

info@vlst.com	
---------------	--

Boorbuis no	Lengte m ¹	Tot. lengte m ¹	Tijd start	Tijd eind	Draaimoment kNm	Trek/druk ton	Muddruk Bar	Flow ltr/min	opmerking
----------------	--------------------------	-------------------------------	---------------	--------------	--------------------	------------------	----------------	-----------------	-----------

[illegible]

--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible]

--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible][illegible]

--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible]



Van Leeuwen
Sleufloze Technieken

Van Leeuwen
Sleufloze Technieken B.V.

www.vlst.com info@vlst.com

Project:

Boring:

Plaats:

Aannemer:

Projectnr:

Dagrapport dd. van tot uur

Ploegbezetting firma van / tot

Uitvoerder

Boormeester

Meetdeskundige

Mudman

assistent

assistent

assistent

Inhuur

Eigen materiaal

Omschrijving werkzaamheden

Dag

Afspraken & opmerkingen

Opgemaakt d.d.

Aannemer / Uitvoerder
Naam:

Handtekening:

Inspecteur / Toezichthouder
Naam:

Handtekening:

BIJLAGE H TECHNISCHE UITVOERINGSRISICO'S

Inventarisatie en evaluatie algemene technische uitvoeringsrisico's.

Calamiteit	Gevolg	Beheersmaatregelen	Kans
Algemeen			
Onbekende obstakels	Opgave boorgat Dogleg Afwijking boorprofiel Coatingschade	• Klic melding vooraf • Voldoende grondonderzoek • Historisch onderzoek	Gering
Afwijking grond-onderzoek	Aanpassen ruimgangen Vastlopen boorstreng Coatingschade	• Voldoende mate uitvoeren grondonderzoek vooraf aan design. • Stenenvanger doorvoeren	Gering
Problemen boorspoeling	Blow out Vastlopen boorstreng	• Regelmatige meting van parameters boorspoeling • Controle retourstroom op stagnaties en onregelmatigheden • Inzet van ervaren personeel • Gebruik van additieven	Matig
Hijswerkzaamheden	Ongeval	• Inzet van ervaren personeel/ controle op ingehuurd personeel.	
Graafwerkzaamheden	Ongeval	• Inzet van ervaren personeel/ controle op ingehuurd personeel.	
Pilotboring			
Uitval rig	Uitloop op planning	• Goed onderhoud materieel • Reserve-onderdelen aanwezig (ter plaatse en werf) • Aanwezigheid monteur (oproepbaar werf) • Materieelkennis bij boorcrew	Gering
Breuk boorstang	Uitloop op planning Opgave boorgat	• Periodieke controle boorpijp • Continue controle boorparameters • Gebruik van ervaren personeel	Gering
Vastlopen Pilot	Vertraging op planning Opgave boorgat	• Inzet ervaren personeel • Continue controle boor parameters torque, trekkracht duwkracht en boorspoeling	Gering
Afwijking boorprofiel	Te kleine boorstralen	• Inzet ervaren personeel	Matig

	Geen acceptatie pilot boring	• Boogstralen ontwerpen met ruimte voor correcties en afwijkingen	
Uitval plaatsbepaling ssysteem	Uitloop planning Afwijking geplande boorprofiel	• Controle equipment voorafgaand aan boring • Dubbel set equipment aanwezig beschikbaar	Matig
Tijdens ruimen			
Uitval rig	Mogelijkheid tot vastlopen boorstreng	• Zie bovenstaand • Terugtrekken boorpijp en – ruimer • Vervangend boormachine	Gering
Breuk boorstang	Uitloop op planning Opgave boorgat	• Periodieke controle boorpijp • Continue controle boorparameters • Gebruik van ervaren personeel	Gering
Vastlopen Pilot	Vertraging op planning Opgave boorgat	• Inzet ervaren personeel • Continue controle boor parameters torque, trekkracht duwkracht en boorspoeling	Gering
Tijdens intrekken			
Breuk boorstang	Uitloop op planning Opgave boorgat	• Periodieke controle boorpijp • Continue controle boorparameters • Gebruik van ervaren personeel	Gering
Vastlopen product pijp	Vertraging op planning Opgave boring	• Inzet boormachine met voldoende capaciteit met pipe pusher aanvullen • Continue controle boor parameters torque, trekkracht en boorspoeling • Wanneer nodig extra cleaning run voorafgaand aan intrekken • Ballasten productpijp	Gering