



CRUX Engineering BV
Pedro de Medinalaan 3c
NL-1086 XK Amsterdam

+31(0)20 494 30 70
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

Arup

Postbus 57145
1040 BA Amsterdam

Rapport

Onderwerp

Grondwaterneutraal bouwen [REDACTED] Amsterdam

Pagina's
22

Projectnummer
24228

Formulier
RA-001

Ons kenmerk
RA24228a4

Versie
4

Datum
7 november 2025

Opgesteld

[REDACTED]

Gecontroleerd

[REDACTED]

Vrijgave

[REDACTED]



© 2025 CRUX Engineering BV

Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CRUX Engineering BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Documentenlocatie

P:\241xx\24228 Arup [REDACTED] A'dam\01 RAP\RA24228a4 Grondwaterneutraal bouwen [REDACTED]
Amsterdam.docx

Inhoud

1 Inleiding	4
1.1 Algemeen	4
1.2 Projectspecificatie	4
1.3 Versiegeschiedenis	4
2 Uitgangspunten	5
2.1 Documenten	5
2.2 Toetsingskader	5
2.2.1 Achtergrond	5
2.2.2 Maatwerk advies	6
2.3 Bodemopbouw	6
2.4 (Grond)waterstanden	7
2.4.1 Algemeen	7
2.4.2 Grondwaterstand	8
2.4.3 Stijghoogte tussenzandlaag en 1 ^e ZL	9
2.4.4 Samenvatting	10
2.5 Realisatieplan situering kelder	10
2.5.1 Ontwerp	10
2.5.2 Verandering in situering	12
2.5.3 Beschikbare ruimte	13
2.6 Belendingen	13
3 Rekenmethodiek	14
3.1 Grondwatermodel	14
3.2 Geohydrologische parameters freatisch pakket	14
4 Resultaat geohydrologische berekening	15
4.1 Kalibratie resultaten	15
4.2 Isohypsen natuurlijk grondwaterstanden	16
4.3 Freatisch pakket	17
4.4 Diepe zandlagen	18
4.5 Debietsberekening huidige situatie	18
5 Maatregelen doorstroomcapaciteit	19
6 Opbarstbeheersmaatregelen	20
7 Restdikte deklaag	21
8 Conclusies	21
Bijlage 1 Bodemgegevens	23
Bijlage 2 Statistische grondwaterstanden	24
Bijlage 3 Ontwerptekeningen	26
Bijlage 4 Resultaat verticaal evenwicht	27
Bijlage 5 Commentaar Waternet	29

Ons kenmerk

RA24228a4

Pagina

2/22

Lijst van Figuren

–

Figuur 1 Projectlocatie	4
Figuur 2 Peilbuislocaties met meetreeksen rondom de projectlocatie met in geel : 5%-waarde, blauw : 50%-waarde en groen : 95%-waarde, boven freatisch, onder WVP	8
Figuur 3 Gemeten grondwaterstand.....	9
Figuur 4 Gemeten stijghoogte.....	9
Figuur 5 Plattegrond perceel met vier bouwdelen	11
Figuur 6 Doorsnede 4.....	12
Figuur 7 Doorsnede F-F	12

Figuur 8 Contour kelder (paars vierkant) in relatie tot de kavelgrens (zwarte lijnen).....	13
Figuur 9 Bovenaanzicht projectlocatie met belendingen	14
Figuur 10 Verdeling oppervlaktentypes rondom de projectlocatie.....	15
Figuur 11 kalibratie resultaten model, links: GLG, recht: GHG	16
Figuur 12 Grondwaterstanden in het freatisch pakket ter hoogte van de projectlocatie tijdens een GHG situatie (zwarte lijn) inclusief klimaatscenario (rode lijn).....	17
Figuur 13 Grondwaterstanden in het freatisch pakket ter hoogte van de projectlocatie tijdens een GLG situatie (zwarte lijn) inclusief klimaatscenario (rode lijn).	17
Figuur 14 Verandering van de grondwaterstanden in het freatisch bij een GHG situatie	18
Figuur 15 onderkant deklaag uit sonderingen en onderkant poeren bouwdelen DO.....	21

Lijst van Tabellen

-	
Tabel 1 Versiegeschiedenis	5
Tabel 2 Grondopbouw en bijbehorende doorlatendheden.	7
Tabel 3 Statistische grondwaterstanden en stijghoogtes	10
Tabel 4 Samenvatting ontgravingsniveaus.....	11
Tabel 5 Samenvatting wijzigingen in het grondwatersysteem.....	12
Tabel 6 Kenmerken kelders in de omgeving	13
Tabel 7 Grondwateraanvulling per oppervlakte type	15
Tabel 8 Natuurlijk verhang van de grondwaterstand ter hoogte van de projectlocatie	16
Tabel 9 Debietberekening stroming ter plaatse van bestaande kelder in huidige situatie	19
Tabel 10 Debietberekening stroming ter plaatse van het deel van de kavel zonder kelder in huidige situatie	19

1 Inleiding

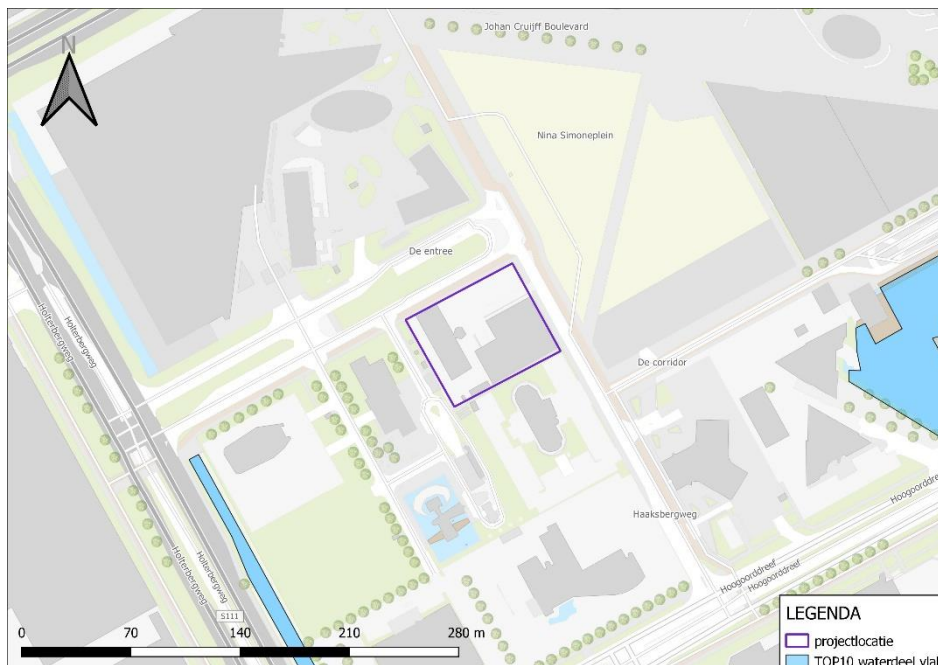
1.1 Algemeen

In opdracht van Arup heeft CRUX Engineering B.V. een geohydrologische analyse opgesteld voor het project [REDACTED] te Amsterdam. In deze analyse worden de gevolgen van de realisatie van parkeerkelder op de grondwaterstand en de grondwaterstroming in de permanente situatie geïnventariseerd. De doelstelling van dit rapport is om eventuele effecten die ontstaan door aanleg van de kelder te toetsen aan de eisen ten aanzien van grondwaterneutraal bouwen. In het geval niet aan de gestelde eisen kan worden voldaan worden mitigerende maatregelen voorgesteld zodat wordt voldaan aan de eis van grondwaterneutraal bouwen.

1.2 Projectsificatie

De projectlocatie is gelegen aan de Haaksbergweg 75 te Amsterdam en ligt op een afstand van circa 160 meter van de dichtstbijzijnde watergang aan de westzijde (zie Figuur 1). De bestaande toren en half verdiepte parkeergarage zullen plaats maken voor een woontoren van 73 m hoog en een kantoortoren van 146 m hoog. Onder een deel van de kavel wordt een parkeerkelder gerealiseerd.

Door de veranderde situatie wordt een barrière gerealiseerd tot een niveau van maximaal NAP -8,2 m. Door de realisatie van de parkeerkelder wordt het freatische pakket volledig afgesloten.



Figuur 1 Projectlocatie

1.3 Versiegeschiedenis

In Tabel 1 is de versiegeschiedenis van deze rapportage getoond.

Versie	Toelichting	Datum
1	1 ^e uitgave	15-11-2024
2	Update ontwerpgegevens	27-03-2025
3	Verwerken commentaar waternet	27-06-2025
4	Update naar DO Verwerken commentaar waternet (Bijlage 5)	7-11-2025

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van dit rapport:

- [1] BAM Infraconsult; Geotechnisch bodemonderzoek ten behoeve van project “XXXXXXXXXX” Haaksbergweg 75 te Amsterdam, fase 1; JS/COP.02537.02.12; d.d. 04-11-2024.
- [2] Arup, tekening ‘2020714 – Niveaus kelder bouwkuipadvies CRUX opm’, referentie 303597-00, 18-7-2025
- [3] Arup, ‘Haaksbergenweg: Titelpagina Kantoortoren ‘, referentie 303597-00; d.d. 17-7-2025
- [4] CRUX Engineering; rapport; *DO Bouwkuipadvies* XXXXXXXXXX Amsterdam; RA24228e1; d.d. 11-08-2025
- [5] Gemeente Amsterdam; *Afwegingskader grondwaterneutrale kelders Amsterdam*; d.d. 20-01-2021
- [6] Gemeente Amsterdam; *Gebiedsspoor – maatregelen per buurt*; kaart nr 2020-10000034; d.d. 28-04-2020
- [7] Gemeente Amsterdam; *Indieningsvereisten paraplubestemmingsplan Grondwaterneutrale kelders*; 2022-1000290; d.d. 27-07-2022

Ten slotte worden de volgende openbare informatiebronnen gebruikt als randvoorwaarde voor de toetsing.

- [8] Gemeente Amsterdam; *Rioleringsplan Amsterdam 2022-2027*.
- [9] Dinoloket; Boorprofielen/grondwaterstanden; www.dinoloket.nl;
- [10] Waternet; grondwaterstanden; <https://www.waternet.nl/ons-water/grondwater/>
- [11] BROloket; Grondwatermonitoring; URL: <https://www.broloket.nl/ondergrondgegevens>
- [12] KNMI; *Klimaatscenario's*; <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/knmi-klimaatscenario-s>.

CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2.2 Toetsingskader

2.2.1 Achtergrond

De realisatie van obstakels in de bodem kan de grondwaterstroming beïnvloeden. Om grondwateroverlast te voorkomen draagt de Gemeente Amsterdam zorg om maatregelen te treffen om nadelige gevolgen van de grondwaterstand te voorkomen. Binnen het *afwegingskader grondwaterneutraal bouwen* [5] zijn richtlijnen gegeven voor het uitwerken van de benodigde maatregelen om grondwaterneutraal te bouwen.

De parkeerkelder van [REDACTED] heeft een oppervlakte van circa 5082 m² en is daarmee groter dan 300 m² waarmee een kelder onder het criterium afwegingskader 'Grondwaterneutrale kelders Amsterdam' valt. Dit betekent dat voorliggend advies barrièrewerking een maatwerk advies is specifiek voor het project [REDACTED].

2.2.2 Maatwerk advies

Dit rapport is opgesteld om het effect van de barrièrewerking inzichtelijk te maken. Hiervoor wordt een geohydrologisch modelberekening volgens het "stand still" principe waarbij de nieuwbouw geen effect mag hebben op de grondwaterstandssituatie. De geohydrologische berekening en de voorgestelde mitigerende maatregelen worden op aanvraag van Gemeente Amsterdam getoetst door Waternet als onderdeel van de omgevingsvergunning.

Aanvullend op het toetsingskader wordt door Waternet gevraagd dat:

- De mitigerende maatregelen moeten voldoen zowel in het huidige klimaat als in het klimaatscenario Wh2050 winter.
- De mitigerende maatregel moet in zijn geheel beneden de laagste grondwaterstand liggen om verstopping te voorkomen. Het klimaatscenario Wh2050 zomer dient in deze beschouwing te worden meegenomen.

Voor het indienen van de Omgevingsvergunning dient te worden voldaan aan de indieningsvereisten van Gemeente Amsterdam zoals beschreven in referentie [7]. Aanbevolen wordt om kennis te nemen van tabel 2 uit het document indieningsvereisten van gemeente Amsterdam.

In het afwegingskader grondwaterneutrale kelders is opgenomen dat minimaal 1,5 m deklaag moet achterblijven na realisatie van de kelder. Alhoewel de kelder buiten het afwegingskader valt, geldt het afwegingskader wel als referentiekader voor het grondwaterneutraal bouwen van deze kelder. In de indieningsvereiste staat verder dat de kelder in 'overig gebied 1' is gelegen. Voor dit gebied is de deklaag een indieningsvereiste.

2.3 Bodemopbouw

De bodemopbouw op de locatie is samengevat in Tabel 2. Voor een beeld van de bodemopbouw op regioniveau is gebruik gemaakt van het geologisch model REGISII [9].

- Ter plaatse van het project is een Holocene deklaag aanwezig tot circa NAP -11 m.
- In het Pleistoceen wordt een afwisseling van zandpakketten en stoorlagen gevonden behorende bij de Formaties van Boxtel en Eem.
- Op een diepte van circa NAP -75 m wordt een dikke kleilaag gevonden behorende bij de Formatie van Waalre. Deze kleilaag wordt als onderzijde gekozen voor de geohydrologische schematisatie.

Voor een beeld van de lokale bodemopbouw is gebruik gemaakt van het grondonderzoek [1]. Het uitgevoerde onderzoek bestaat uit 18 sonderingen en drie peilbuizen waarvan twee in het freatisch pakket en één in de tussenzandlaag. Over de lokale bodemopbouw kan het volgende worden gesteld:

- De maaiveldhoogte ligt op circa NAP -3,1 m à NAP -3,5 m.
- De overgang tussen topzandlaag en scheidende laag ligt op NAP -5 à NAP -5,5 m.

- Op een diepte van circa NAP -8 à NAP -10 m wordt een relatief dikke tussenzandlaag gevonden.
- Vanaf circa NAP -11 à NAP -13 m wordt de Eerste Zandlaag gevonden behorende tot de Formatie van Boxtel.
- en is bepaald aan de hand van archiefsonderingen. De Eerste Zandlaag start op een diepte van circa NAP -8,0 m.

De analyse van de barrièrewerking richt zich op watervoerende lagen die permanent beïnvloed worden door de werkzaamheden, dit betreft voor het huidige project het freatisch pakket.

Tabel 2 Grondopbouw en bijbehorende doorlatendheden.

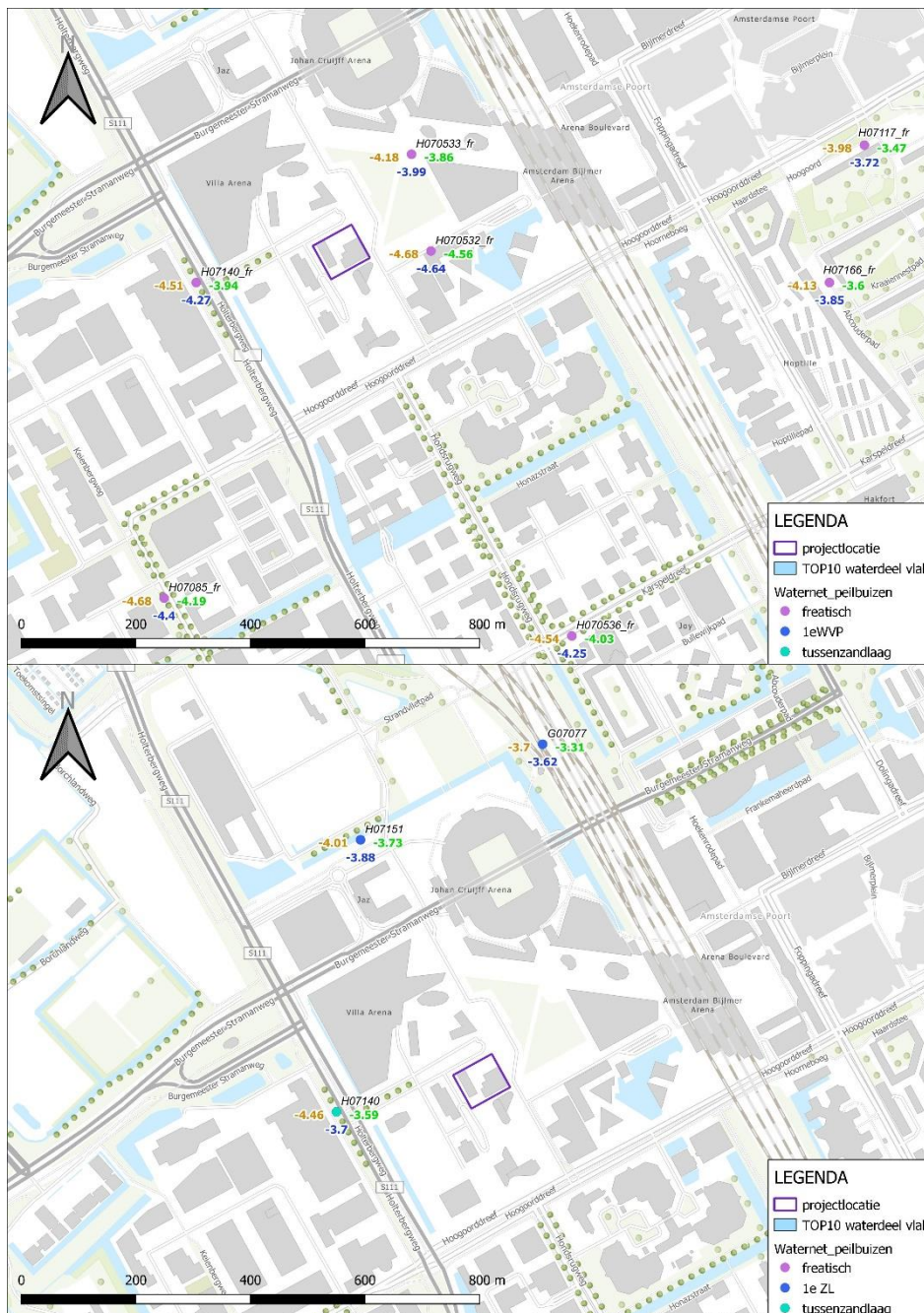
Formatie	Grondlaag	Bovenkant grondlaag [m NAP]	Doorlatendheid [m/d]	
			Horizontaal	Verticaal
Ophoog laag (freatisch pakket)	Zand	-3,1 à -3,5	3-8	1
Deklaag*	Hollandveen	-5,0 à -5,5	0,01	0,001
	Klei, zwak siltig	-6,0 à -6,25	0,01	0,001
	Hollandveen	-7,5 à -8,0	0,1	0,001
	Zand, tussenzandlaag	-8,0 à -8,5	10	2
	Klei, siltig	-10,0	0,01	0,001
Eerste Zandlaag	Zand, Formatie van Boxtel	-11,0 à -13,0	10	2
Scheidende laag	Veen	-15,5	0,1	0,001
Tweede zandlaag	Zand, Formatie van Eem	-16,0	10	2
Scheidende laag	Afwisseling stoorlagen klei en zand, Formatie van Eem	-21,0 à -24,0	0,1	0,1
Gestuwde afzettingen	Zand, middelgrof tot grof	-24,0 à -25,0	35	5
Scheidende laag	Klei, Formatie van Waalre	-72,0 à -75,0	Geohydrologische bodem	

2.4 (Grond)waterstanden

2.4.1 Algemeen

De projectlocatie ligt in het beheersgebied van waterschap Amstel, Gooi en Vecht. Het waterpeil in de omliggende watergangen bedraagt een vast peil op een niveau van NAP -4,75 m. De projectlocatie kruist geen kern- of beschermingszone van het waterschap.

In de directe omgeving van de projectlocatie zijn peilbuizen van Waternet aanwezig. De meetreeksen van deze peilbuizen worden openbaar gesteld via de website van Waternet [10]. In Figuur 2 zijn de locaties van de peilbuizen in de omgeving van de projectlocatie met daarbij de statistische grondwaterstanden per peilbuis weergegeven. Voor de statistische grondwaterstanden zijn de 95%-waarde (GHG), Mediaan (GG) en 5%-waarde (GLG) aangehouden. Voor het project zijn enkele projectpeilbuizen geïnstalleerd, meting van de grondwaterstand in deze peilbuizen wordt in december 2024 opgestart. Aanbevolen wordt om middels een nulmeting vóór aanvang van het werk het uitgangspunt zoals gehanteerd in dit advies te verifiëren.

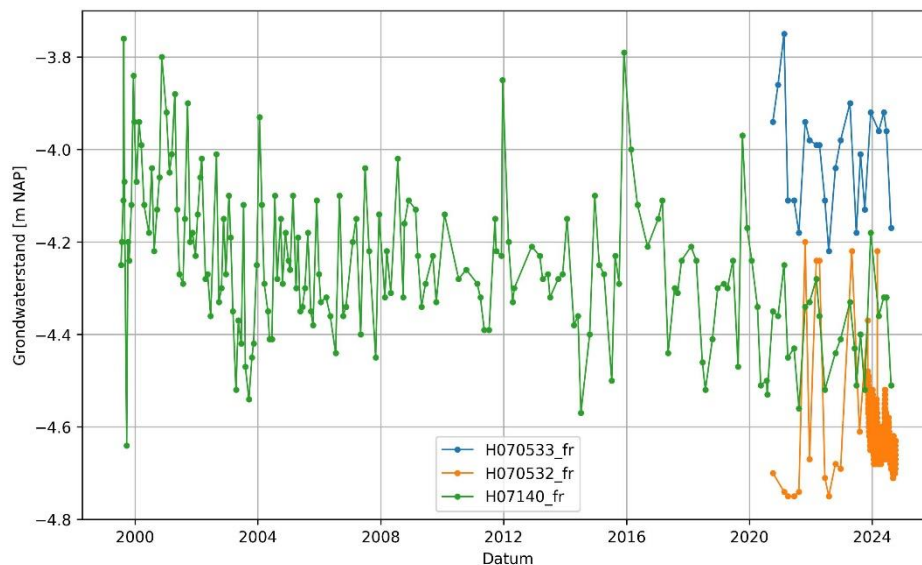


Figuur 2 Peilbuislocaties met meetreeksen rondom de projectlocatie met in geel: 5%-waarde, blauw: 50%-waarde en groen: 95%-waarde, boven freatisch, onder WVP

2.4.2 Grondwaterstand

De grondwaterstand in de omgeving van het project varieert van NAP -4,6 m (minimale waarde in peilbuis H070532_fr) tot NAP -3,75 m (maximale waarde in peilbuis H070533_fr). De grondwaterstand is geregistreerd van circa 2000 – heden met een variabele meetfrequentie. De langjarige meetreeksen van peilbuizen in de omgeving van de projectlocatie zijn weergegeven in Figuur 3.

Opgemerkt wordt dat ten tijde van het uitvoeren van het grondonderzoek [1] geen grondwater is aangetroffen tot een diepte van MV -2 m. Het freatisch pakket stond dus droog op dat moment. Dit past bij benadering bij het beeld van peilbuis H070532_fr waar een grondwaterniveau wordt gemeten van slechts 30 à 40 cm boven de aanzet van de waterremmende deklaag.

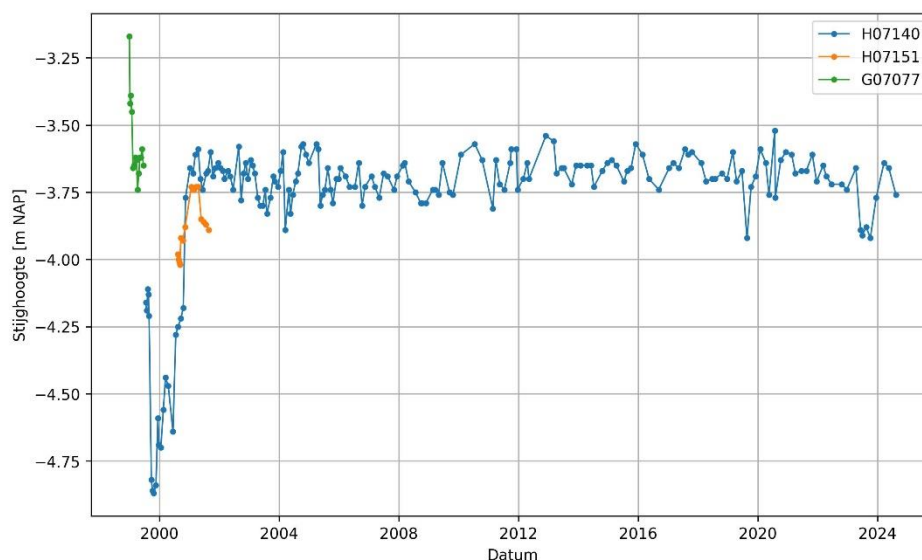


Figuur 3 Gemeten grondwaterstand

2.4.3 Stijghoogte tussenzandlaag en 1^e ZL

In dit advies worden de stijghoogtes in de tussenzandlaag (van circa NAP -8,5 m tot NAP -10 m) en de Eerste Zandlaag (vanaf circa NAP -11 m) aan elkaar gelijk gesteld. Dit is gedaan omdat peilbuizen H07140 en H07151 en G07077 vergelijkbare meetgegevens tonen waarbij H07140 in de tussenzandlaag is geplaatst en H07151 in de Eerste Zandlaag. De peilbuizen zijn allen in de Eerste Zandlaag geprojecteerd terwijl sommige een filterdiepte hebben in de tussenzandlaag. In het geohydrologisch model worden de peilbuizen in de juiste zandlaag geplaatst voor kalibratie.

De stijghoogte in de omgeving van de projectlocatie wordt gemeten in verschillende peilbuizen. De locatie van de peilbuizen is weergegeven in Figuur 2. De meetreeks in peilbuis H07140 wordt als maatgevend beschouwd gezien de lengte en is weergegeven in Figuur 4. De stijghoogte varieert van circa NAP -4,75 m in het verleden tot circa NAP -3,6 m nu.



Figuur 4 Gemeten stijghoogte

2.4.4 Samenvatting

Op basis van het bovenstaande zijn de statistische grondwaterstanden en stijghoogtes bepaald ter plaatste van de projectlocatie. De waardes zijn samengevat in Tabel 3.

Aangeraden wordt om voor aanvang het project deze waardes te toetsen aan de hand van metingen in de geplaatste projectpeilbuizen. Over het uitgangspunt in deze paragraaf wordt verder het volgende opgemerkt:

- De in dit advies berekende grondwaterstand is geschikt voor gebruik in een bemalingsadvies, maar kan niet zonder meer voor andere (ontwerp-)doeleinden worden gebruikt.
- De grondwaterstand en stijghoogte in het geohydrologisch model wijken iets af van de metingen door modelinterpolatie. Op deze manier wordt de afstand van het project tot open water en bijbehorende effecten goed meegenomen.

Tabel 3 Statistische grondwaterstanden en stijghoogtes

	GLG / GLS [m NAP]	GG / GS [m NAP]	GHG/GHS [m NAP]
Freatisch	-5,0	-4,3	-4,0
Tussenzandlaag / Eerste Zandlaag	-4,7 (-3,8 excl spanningsbemaling)	-3,6	-3,5

2.5 Realisatieplan situering kelder

2.5.1 Ontwerp

In de bestaande situatie bevindt zich op het perceel een parkeerkelder met afmetingen (LxB) van 37x48 m en onderkant vloer op een niveau van NAP -4,5 m. Voor het project [REDACTED] is een parkeerkelder onderdeel van het ontwerp. De parkeerkelder heeft de volgende eigenschappen:

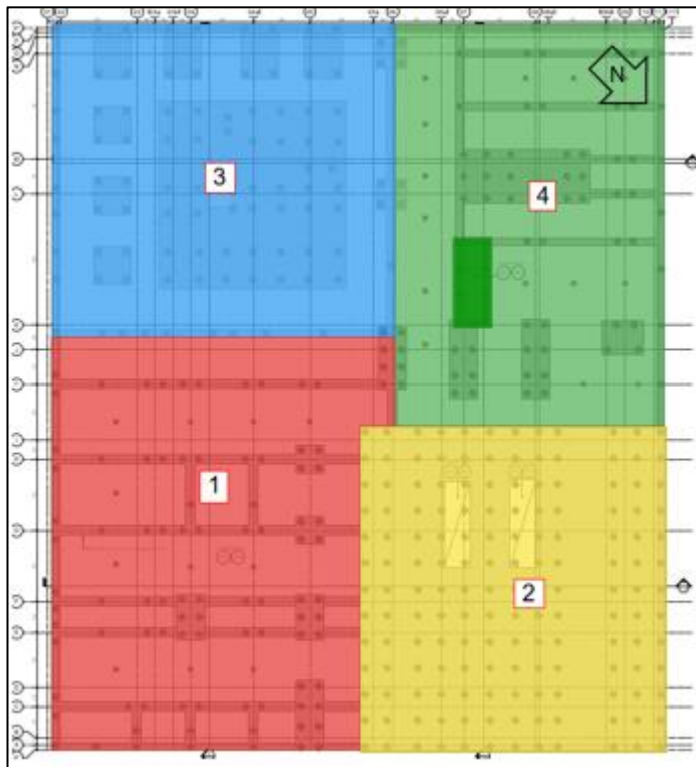
- Een deel van de kelder wordt tweelaags en een deel van de kelder wordt éénlaags. De ontgravingsniveaus volgen uit het ontwerp [2] / [1] en zijn samengevat in Tabel 4 en Figuur 5.
- Breedte van 76 m;
- Lengte van 67 m;
- Oppervlakte van circa 5082 m².

Tekeningen van het ontwerp zijn bijgevoegd in Bijlage 3. Op basis van het DO-advies en daarna doorgevoerde aanpassingen aan de diepteligging van een deel van de kelder, worden damwanden met een voetniveau van ca. NAP-17,1m toegepast [4]. Vanwege invloed op kabels & leidingen en of andere in de omgeving aanwezige constructies, kunnen damwanden langs een aantal zijdes van de bouwkuip mogelijk niet worden getrokken en blijven deze na bouw van de kelder mogelijk in de grond achter als verloren element. Deze damwanden sluiten de tussenzandlaag en de Eerste Zandlaag af.

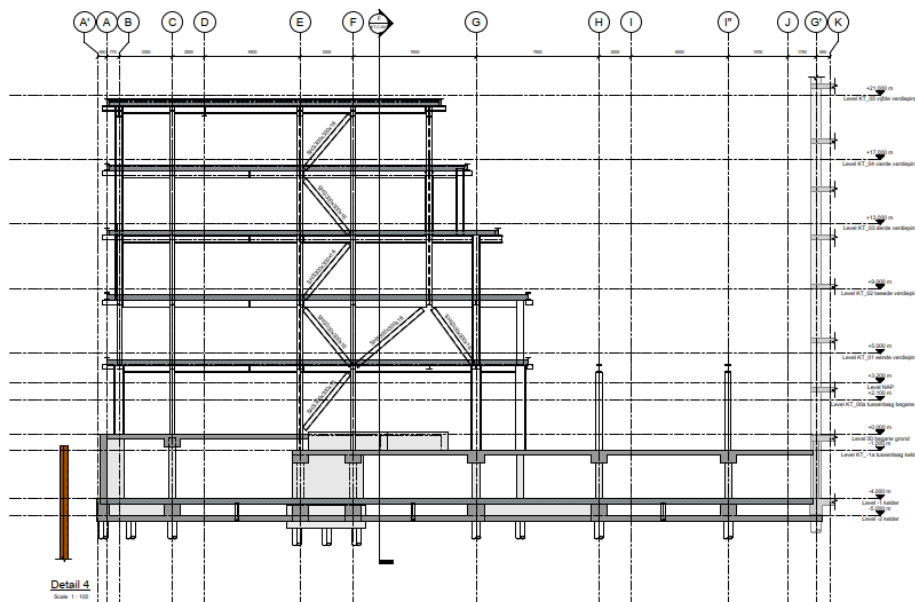
Tabel 4 Samenvatting ontgravingsniveaus

Nummer in Figuur 5	Onderdeel	Aanlegniveau [m NAP]	Ontgravingsniveau [m NAP]
1	Bovenkant keldervloer -1	-7,23	-
	Bovenkant keldervloer -2	-8,23	-
	Onderkant poeren	-8,63	-8,93
	Liftput	Onbekend	Onbekend
2	Bovenkant 1-laags keldervloer	-7,23	-
	Onderkant poeren	-9,53	-9,83
	Onderkant liftschacht	-9,53	-9,83
3	Bovenkant 1-laags keldervloer	-7,23	-
	Onderkant poeren	-9,23	-9,53
	Liftput	Onbekend	Onbekend
4	Bovenkant 1-laags keldervloer	-7,23	-
	Onderkant poeren	-8,73	-9,03
	Onderkant liftschacht	-9,03	-9,33

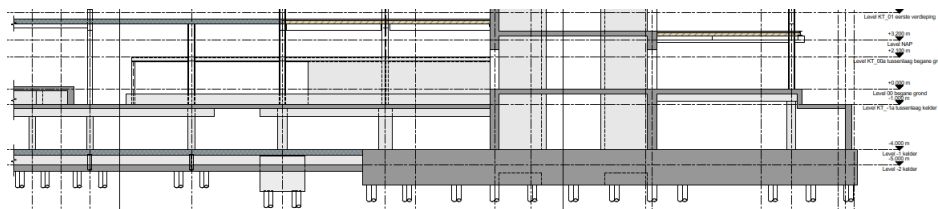
De niveaus in deze tabel zijn inclusief de 13 cm diepere fietskelder.



Figuur 5 Plattegrond perceel met vier bouwdeelen



Figuur 6 Doorsnede 4



Figuur 7 Doorsnede F-F

2.5.2 Verandering in situering

Door de realisatie van de parkeerkelder bevindt de onderkant vloer zich dieper dan NAP -5 m (bovenkant waterremmende deklaag). De parkeerkelder sluit het freatisch pakket volledig af.

In dit advies wordt zekerheidshalve uitgegaan van permanente damwanden tot een diepte van minimaal NAP -21 m. Dit houdt in dat de tussenzandlaag, Eerste Zandlaag en Tweede Zandlaag worden afgesloten.

De wijzigingen in de permanente situatie zijn samengevat in Tabel 5.

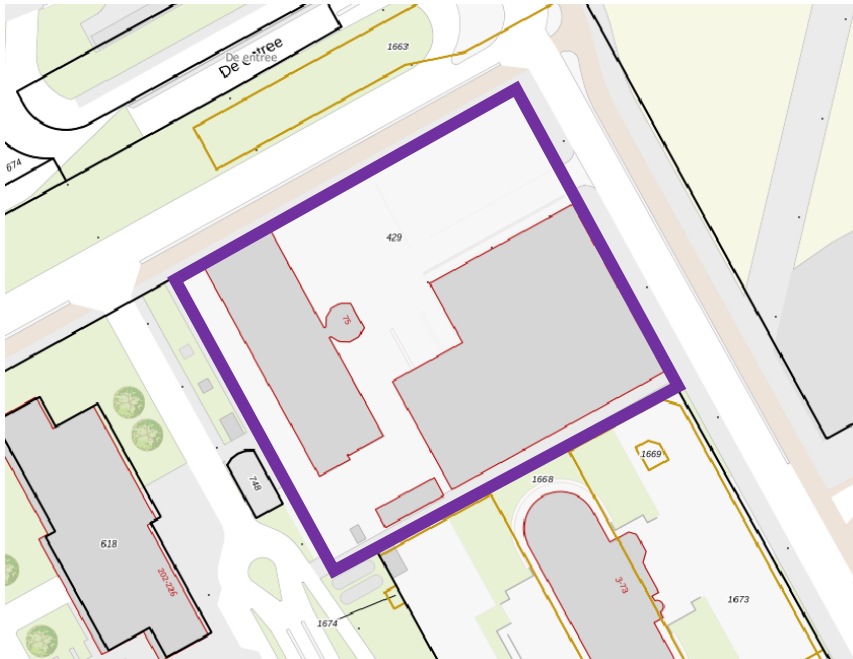
Tabel 5 Samenvatting wijzigingen in het grondwatersysteem

Aanpassing		Eigenschap
<i>Kelder aanwezig, die het freatisch pakket volledig doorsnijdt?</i>	Vóór realisatie	Ja, onderkant vloer op NAP -4,5 m
	Na realisatie	Ja, onderkant vloer op NAP -7,5 m à -8,5 m.
<i>Afsluiten van de wadzandlaag</i>	Vóór realisatie	Nee
	Na realisatie	ja
<i>Aanwezigheid van damwanden</i>	Vóór realisatie	Nee
	Na realisatie	ja

2.5.3 Beschikbare ruimte

De beschikbare ruimte op de kavel tijdens realisatie van het ontwerp voor de kelder is van invloed op de toepassing van eventuele mitigerende maatregelen. Zodoende wordt in deze paragraaf en overzicht gegeven van de beschikbare ruimte tussen de kelderwand en de kavelgrens zoals voorzien in de ontwerptekeningen [2] / [1].

In de ontwerptekeningen is er aan alle zijden van de kelder geen afstand tussen de damwand en de kavelgrens. Dit is weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8 Contour kelder (paars vierkant) in relatie tot de kavelgrens (zwarte lijnen)

2.6 Belendingen

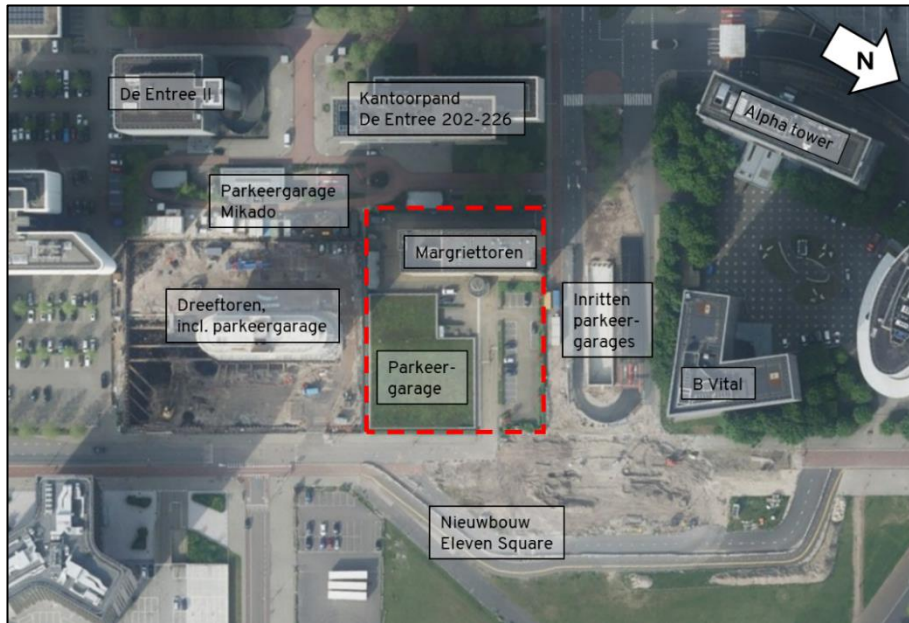
Het perceel van de [REDACTED] bevindt zich te midden van verschillende belendingen, weergegeven in bovenaanzicht in Tabel 6 en Figuur 9. Aan de zuidoostzijde grenst het perceel direct aan het perceel van de Dreeftoren, waar een één-laags parkeergarage onder het gehele perceel aanwezig is. Aan de westzijde grenst het direct aan het perceel van De Entree, waar eveneens één-laags parkeergarage onder het gehele perceel aanwezig is. Aan de noordzijde is op een afstand van circa 12 m de inrit van de parkeergarage naar de nog in ontwikkeling zijnde nieuwbouw Eleven Square (oostzijde en overzijde van de Haaksbergweg) aanwezig.

Tabel 6 Kenmerken kelders in de omgeving

Naam	Grondwaterneutraal	Onderkant kelder [m NAP]	In basismodel
Garage bestaand	Nee	-4,5	Nee
Dreeftoren	Ja	-7,2	Nee
P3 Mikado Arena	Nee	-7,15	Ja
Eleven Square	Ja	-10,8	Nee

De parkeerkelder Mikado Arena wordt meegenomen in het grondwatermodel als ondergronds object in de basissituatie. Aangezien de bestaande

parkeergarage de freatische watervoerende laag niet volledig afsluit wordt deze tevens niet als barrière meegenomen. De parkeergarage Eleven Square wordt in de toekomst grondwaterneutraal aangelegd conform advies van Sweco en wordt zodoende niet meegenomen in het grondwatermodel. De parkeergarage Dreeftoren is vermoedelijk grondwaterneutraal aangebracht. Dit laatste volgt uit het ruimtelijke plan voor de ontwikkeling waarin wordt aangegeven dat overleg heeft plaatsgevonden tussen Waternet en Geomet (adviseur grondwater voor Dreeftoren) over mitigerende maatregelen. Verder zijn de parkeergarages onder de AFAS live, Villa Arena en de Bijenkorf meegenomen in de modelkalibratie.



Figuur 9 Bovenaanzicht projectlocatie met belendingen

3 Rekenmethodiek

3.1 Grondwatermodel

Om de barrièrewerking in meer detail te berekenen is een geohydrologisch model opgesteld door gebruik te maken van de eindige differentiemethode MODFLOW (2005), welke in 1987 voor het eerst door de U.S. Geological Survey openbaar is gemaakt. De broncode is goed gedocumenteerd, geaccepteerd en vrij beschikbaar. Als visuele interface voor de broncode wordt gebruik gemaakt van Groundwater Vistas.

3.2 Geohydrologische parameters freatisch pakket

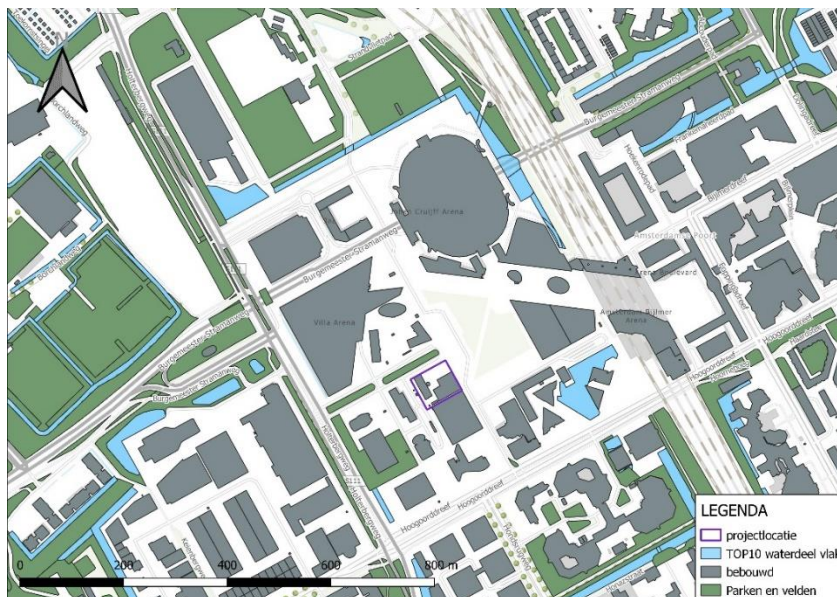
De belangrijkste geohydrologische parameters zijn hieronder samengevat voor een situatie van Gemiddeld Hoge Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Lage Grondwaterstand (GLG) en zijn bepaald middels kalibratie van het geohydrologisch model op de gemeten grondwaterstanden:

- Doorlatendheid freatisch pakket: 3 m/d (met kD waarden variërend van 0 tot 3 m²/d).
- Grondwateraanvulling door neerslag, zie ook Tabel 7:
 - Grasvelden en parken: 3 mm/d
 - Bestrating: 0,45 mm/d (15% van de neerslagwaarde van grasvelden en parken)

- Bebouwing: 0 mm/d, waarbij aangenomen dat neerslag via het HWA afgevoerd wordt naar het openwater en dus niet het grondwater aanvult.
- Verdeling van de oppervlaktetypes zoals weergegeven in Figuur 10. De verdeling is gemaakt op basis van PDOK welke waar nodig handmatig is uitgebreid.
- Klimaatscenario Wh2050, toename neerslag van 17% in natte periodes en afname neerslag van 13% in droge periodes [12]

Tabel 7 Grondwateraanvulling per oppervlakte type

Oppervlakte type	GHG [mm/dag]		GLG [mm/dag]	
	Huidig	WH2050	Huidig	WH2050
Grasvelden en parken	3,0	3,5	0	-0,6
Bestrating	0,45	0,53	0	0
Panden	0		0	

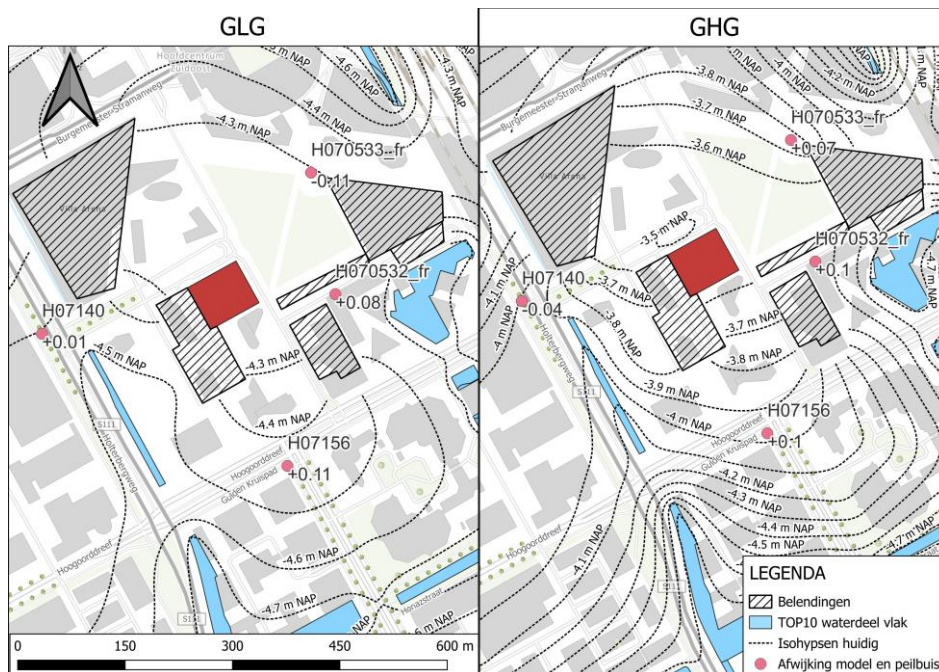


Figuur 10 Verdeling oppervlaktetypes rondom de projectlocatie

4 Resultaat geohydrologische berekening

4.1 Kalibratie resultaten

De kalibratieresultaten van het model zijn weergegeven in Figuur 11. In het figuur zijn tevens de afwijking bij de omliggende peilbuizen weergegeven.



Figuur 11 kalibratie resultaten model, links: GLG, recht: GHG

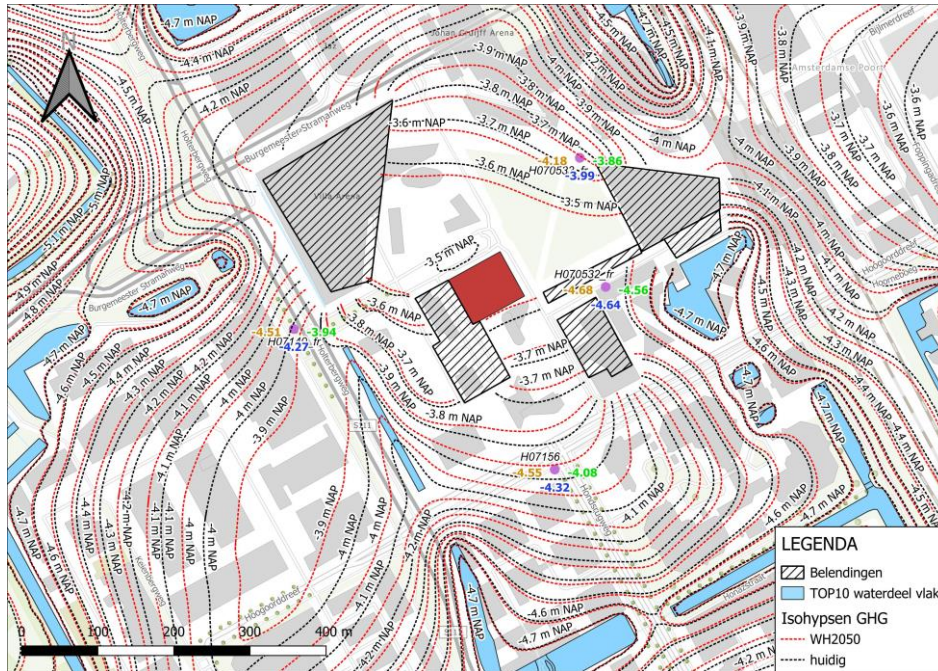
4.2 Isohypsens natuurlijk grondwaterstanden

De isohypsens kaarten van de grondwaterstanden in het freatisch pakket is gegeven voor een GHG situatie (zie Figuur 12) en een GLG situatie (Figuur 13). De grondwaterstanden zijn verkregen met behulp van het geohydrologisch model. Het model is gekalibreerd op de meetwaarden beschreven in paragraaf 2.4. De kalibratieresultaten zijn weergegeven in paragraaf 4.1.

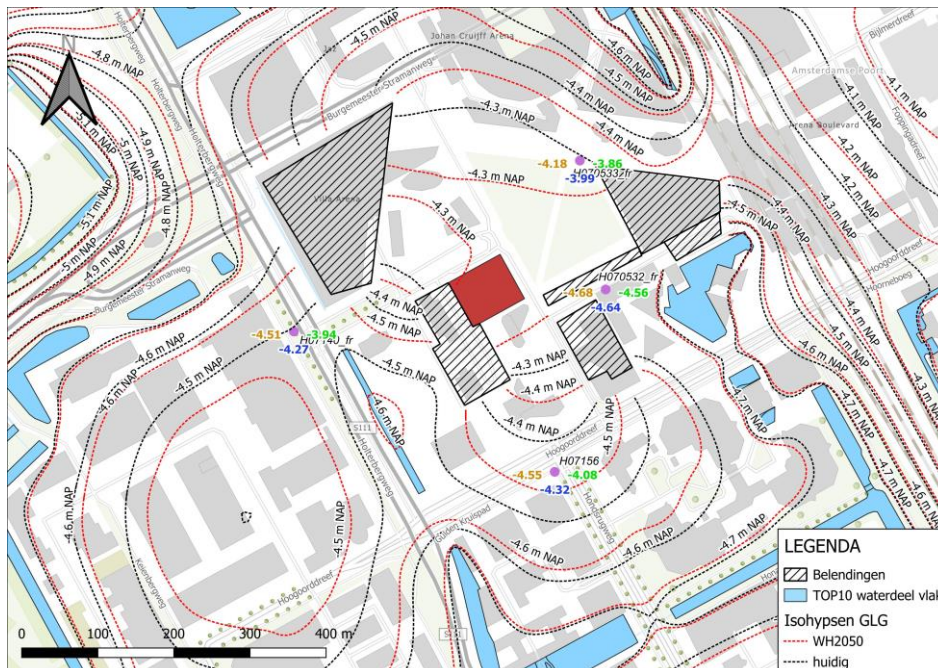
De grondwaterstroming ter plaatse van het project is van noordwest naar zuidoost gericht. Het natuurlijk verhang in de grondwaterstand is weergegeven in Tabel 8. In de GLG-situatie in het WH2050 scenario is de stroming op de projectlocatie verwaarloosbaar laag. In deze situatie bevindt de projectlocatie zich namelijk in het centrum van de opbolling, waardoor op de kavel maar een zeer beperkte stroming plaats vindt.

Tabel 8 Natuurlijk verhang van de grondwaterstand ter hoogte van de projectlocatie

Watervoerende laag	Verhang
Freatisch pakket winter	0,11 m over 100 m
Freatisch pakket zomer	0,05 m over 100 m
Freatisch pakket WH2050 winter	0,12 m over 100 m
Freatisch pakket WH2050 zomer	<0,01 m over 100 m



Figuur 12 Grondwaterstanden in het freatisch pakket ter hoogte van de projectlocatie tijdens een GHG situatie (zwarte lijn) inclusief klimaatscenario (rode lijn).



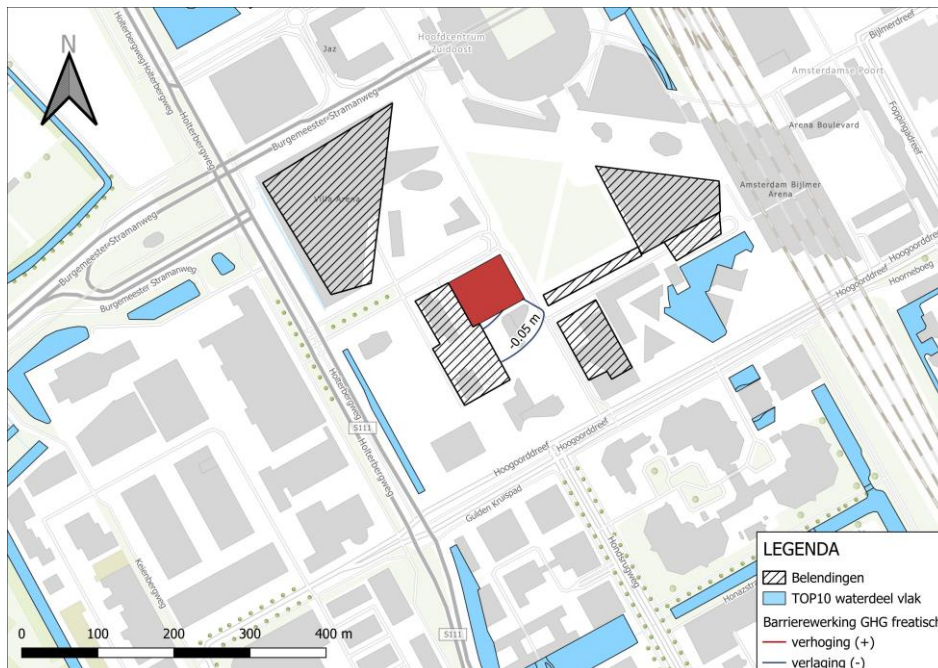
Figuur 13 Grondwaterstanden in het freatisch pakket ter hoogte van de projectlocatie tijdens een GLG situatie (zwarte lijn) inclusief klimaatscenario (rode lijn).

4.3 Freatisch pakket

De barrièrewerking in het freatisch pakket wordt weergegeven in verhogingen en verlagingen ten opzichte van de bestaande grondwaterstand. Om de barrièrewerking uit te drukken is het verschil tussen de grondwaterstanden vóór en na de werkzaamheden berekend. Hierbij wordt een verschil van maximaal ± 5 cm als relevant beschouwd.

Het verschil in grondwaterstand (barrièrewerking) in het WH2050 scenario als gevolg van de realisatie van de parkeerkelder is weergegeven in Figuur 14 voor een GHG situatie.

Een negatieve waarde betekent dat de grondwaterstand verlaagd wordt en een positieve waarde betekent dat de grondwaterstand verhoogd wordt ten opzichte van de heersende grondwaterstand. Het verschil bedraagt maximaal 10 cm verlaging direct tegen de kelder, aan de benedenstroomse zijde is de verlaging maximaal 5 cm .



Figuur 14 Verandering van de grondwaterstanden in het freatisch bij een GHG situatie

4.4 Diepe zandlagen

In de tussenzandlaag, de Eerste Zandlaag en de Tweede Zandlaag wordt geen significant effect van de mogelijk toegepaste permanente damwanden berekend. De maximale verandering ontstaat Wadzand en bestaat uit een verhoging van de stijghoogte van maximaal 2 cm .

4.5 Debietsberekening huidige situatie

Om de doorstroming van het grondwater op kavelniveau te bepalen is een debietsberekening uitgevoerd. Op het huidige kavel is plaatselijk al een kelder aanwezig is die het freatisch pakket gedeeltelijke afsluit. Om hier rekening mee te houden is de debietsberekening in de bestaande en nieuwe situatie opgesplitst in twee delen:

- Deel waar in de huidige situatie reeds een kelder aanwezig is. Op dit deel is het doorstroomoppervlakte kleinere door de aanwezigheid van de bestaande kelder waardoor het debiet is hier lager is. Deze berekening is weergegeven in Tabel 9.
- Deel waar in de huidige situatie geen kelder aanwezig is. Deze berekening is weergegeven in Tabel 10.

Het totale debiet over het kavel is de som van deze twee delen.

Bij de debietsberekeningen is rekening gehouden met het verhang van de grondwaterstand als gevolg van het Wh2050 scenario en is uitgegaan van een GHG situatie.. In de huidige situatie stroomt er 0,19 m³/d door de kavel. Bij een Wh2050 scenario stroomt er 0,21 m³/d door de kavel. Aangezien in het Wadzand, de Eerste zandlaag en de Tweede zandlaag geen significante barrièrewerking wordt berekend, worden deze lagen hier niet in detail behandeld.

Tabel 9 Debietberekening stroming ter plaatse van bestaande kelder in huidige situatie

Parameter		Eenheid		Freatisch		
			Bestaand GHG	Nieuw GHG	Bestaand Wh2050 GHG	Nieuw Wh2050 GHG
Verhang	I	m/100m	0,11		0,12	
Doorlatendheid	K	m/d	3			
Breedte (haaks op de natuurlijke stroming)	B	m	48		48	
GHG		NAP m	-4,5 *	0	-4,5 *	0
Onderkant doorstromend pakket		NAP m	-5,0	0	-5,0	0
Dikte pakket	D	m	0,5	0	0,5	0
Doorstroomoppervlak	L	m²	24	0	24	0
Horizontaal debiet	Q	m³/dag	0,08	0	0,09	0

* Waarde betreft onderkant keldervloer in de bestaande situatie

Tabel 10 Debietberekening stroming ter plaatse van het deel van de kavel zonder kelder in huidige situatie

Parameter		Eenheid		Freatisch		
			Bestaand GHG	Nieuw GHG	Bestaand Wh2050 GHG	Nieuw Wh2050 GHG
Verhang	I	m/100m	0,11		0,12	
Doorlatendheid	K	m/d	3			
Breedte (haaks op de natuurlijke stroming)	B	m	28		28	
GHG		NAP m	-3,8	0	-3,7	0
Onderkant doorstromend pakket		NAP m	-5,0		-5,0	
Dikte pakket	D	m	1,2	0	1,3	0
Doorstroomoppervlak	L	m²	33,6	0	36,4	0
Horizontaal debiet	Q	m³/dag	0,11		0,12	0

5 Maatregelen doorstroomcapaciteit

In het freatisch pakket wordt een invloed op de grondwaterstand verwacht ten gevolge van de barrièrewerking. Het verwachte effect betreft een verlaging

van 10 cm direct naast de kelder (binnen 1m afstand) en maximaal 5 cm benedenstrooms van de nieuw te realiseren kelder. Daarnaast is het doorstroomdebiet in de huidige situatie zeer beperkt met maximaal 0,21 m³/dag.

Mitigerende maatregelen om dit effect te verminderen worden als niet doelmatig beschouwd in relatie tot de kosten en maakbaarheid van het ontwerp.

Hiervoor worden de volgende argumenten aangedragen:

- Het effect is beperkt en betreft enkel een mogelijke verlaging. Een verlaging van de grondwaterstand kan nadelig zijn voor bomen en planten die in de openbare ruimte groeien. Het effect is echter geprojecteerd ter plaatse van de bebouwing van de Dreeftoren. Er is dus geen groen dat nadelige effecten ondervindt.
- Er wordt geen verhoging van de grondwaterstand berekend aan de bovenstroomse zijde. Er is zodoende geen risico op vernatting.
- De kelder wordt bij benadering tegen de kavelgrens aan gebouwd, mogelijk middels damwanden die achterblijven. Vanuit het SO ontwerp [2] is bekend dat aan de noord- en oostzijde van de geprojecteerde kelder kabels en leiding op korte afstand liggen. Aan de zuidzijde is de kelder van de Dreeftoren tevens dicht op de kavelgrens geprojecteerd. Er is zodoende weinig tot geen ruimte beschikbaar voor mitigerende maatregelen buiten de damwanden.
- Het is technisch lastig uitvoerbaar om na realisatie van de kelder damwanden te voorzien van gaten of deze af te branden. Dit moet dan immers onder ontgraving gebeuren waardoor mogelijk kabels en leidingen of de mitigerende maatregelen die zijn getroffen voor de zuidelijk gelegen parkeergarage Dreeftoren worden verstoord.

Voorgesteld wordt om de nieuwe parkeerkelder aan te leggen zonder mitigerende maatregelen.

6 Opbarstbeheersmaatregelen

Volgens NEN9997-1+C2:2017 dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving. Door het uitgraven van de grond en het verlagen van de grondwaterstand neemt de neerwaartse belasting af, wat kan leiden tot opbarsten van de ontgraving of tot welvorming. Om dit te controleren is een stabiliteitsberekening uitgevoerd, waarbij conform NEN9997-1+C2:2017 een partiële materiaalfactor van 0,9 wordt toegepast.

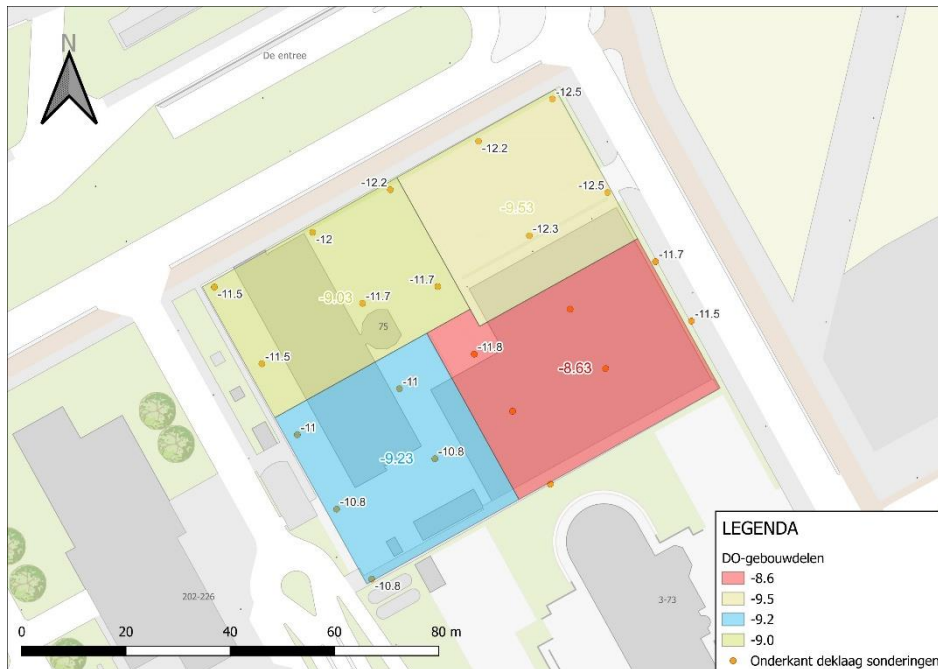
In geval van een integrale ontgraving tot NAP -10,1 m (maximale diepte poeren, kelderdeel 2-laags in geupdate SO) en een stijghoogte van NAP -3,6 m in de zandlaag met gestuwde afzettingen is op basis van sondering S06 een veiligheid berekend van 0,26, hetgeen niet voldoet aan de minimale veiligheidseis (SF) van 1,0.

Beneden NAP -24 m hoeft zodoende niet te worden bemalen. De tussenzandlaag en Eerste Zandlaag moeten worden ontlast. Voor de Tweede Zandlaag is een spanningsbemaling nodig.. In het DO zal hiervoor een bemalingsadvies worden uitgewerkt.

Aangezien de tussenzandlaag, Eerste Zandlaag en Tweede Zandlaag voor het niveau poeren, 2-laags kelderdeel reeds worden ontlast/bemalen zijn de overige niveaus niet verder getoetst. Het rekenresultaat is opgenomen in Bijlage 4.

7 Restdikte deklaag

In Figuur 15 is per sondering de onderkant van de deklaag gegeven en de onderkant van de poeren per bouwonderdeel. Zoals te zien blijft onder ieder bouwdeel minimaal 1,5 m deklaag over. Zodoende wordt voldaan aan de eis dat 1,5 m deklaag achterblijft.



Figuur 15 onderkant deklaag uit sonderingen en onderkant poeren bouwdelen DO

8 Conclusies

Voor het project [REDACTED] te Amsterdam wordt een parkeerkelder gerealiseerd. Als gevolg van de realisatie van een parkeerkelder wordt een ondergrondse barrière gecreëerd. De doorstroming van grondwater op kavelniveau wordt hierdoor beperkt.

Het bevoegd gezag (Gemeente Amsterdam) heeft het voorschrift dat grondwaterneutraal gebouwd moet worden. Dit houdt in dat de doorstroming van grondwater op kavelniveau niet verminderd mag worden. Aangezien in de nieuwe situatie de doorstroming van grondwater wordt verlaagd, worden mitigerende maatregelen als noodzakelijk gezien door het bevoegd gezag.

Doorstroomcapaciteit

Voor het project [REDACTED] zijn de kosten en de uitvoerbaarheid van mitigerende maatregelen afgewogen tegen de baten. Uit de afweging volgt dat het effect van de nieuwe te realiseren kelder op de grondwaterstand gering is. Er wordt een verlaging van maximaal 10 cm berekend direct naast de kelder en maximaal 5 cm benedenstrooms zonder negatieve gevolgen voor begroeiing (deze is afwezig). Door het feit dat de kelder nagenoeg tegen de kavelgrens wordt gebouwd en aan de zuidzijde de bestaande kelder van de Dreeftoren tevens dicht tegen de kavelgrens staat is het inpassen van mitigerende maatregelen op eigen kavel technisch lastig haalbaar. Zodoende wordt voorgesteld om geen mitigerende maatregelen voor de doorstroming toe te passen.

Het voorstel om geen mitigerende maatregelen toe te passen is, naar het oordeel van CRUX, in lijn met het afwegingskader grondwaterneutraal bouwen [5] (pagina 18, paragraaf 2.4, 7^e bullit).

Opbarstbeheersmaatregelen

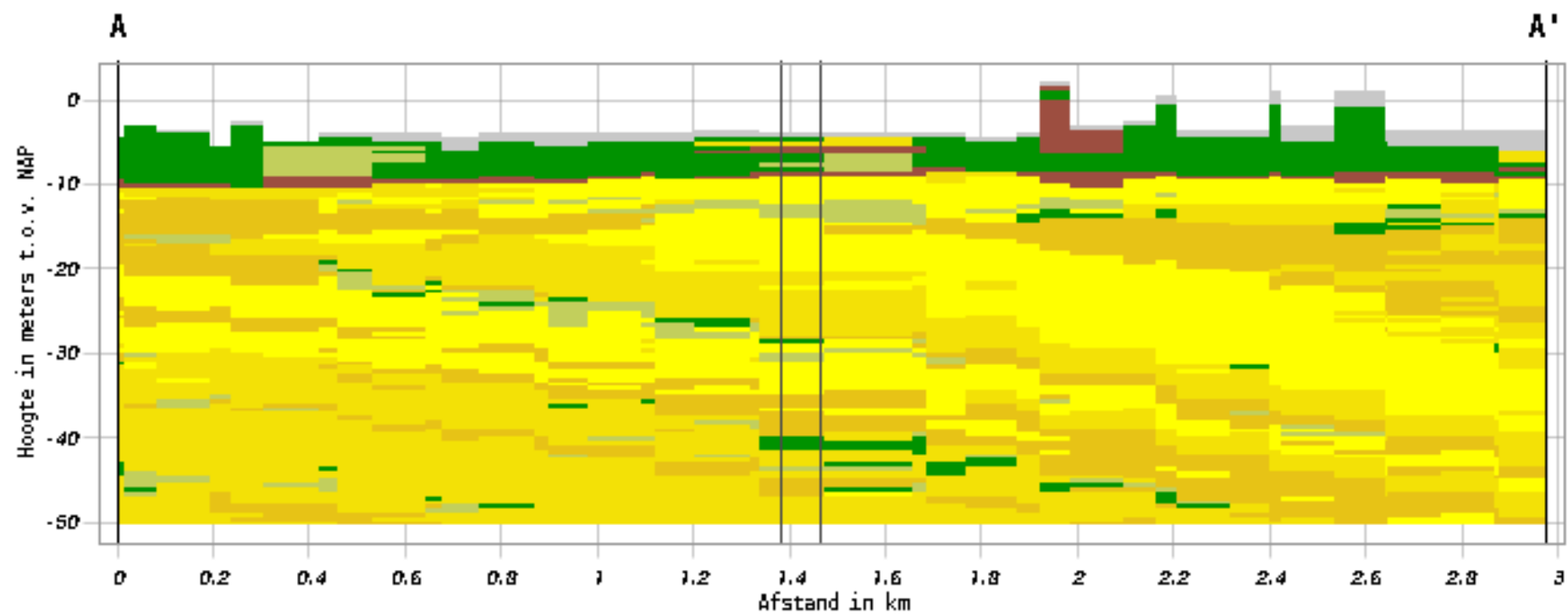
Voor het project moeten de tussenzandlaag, Eerste Zandlaag en Tweede Zandlaag worden ontlast middels een (eventueel passieve) ontlastbemaling (zonder toepassing van een pomp). De bemaling van de Tweede Zandlaag vormt een aandachtspunt voor de DO-fase (bemalingsadvies).

Deklaag

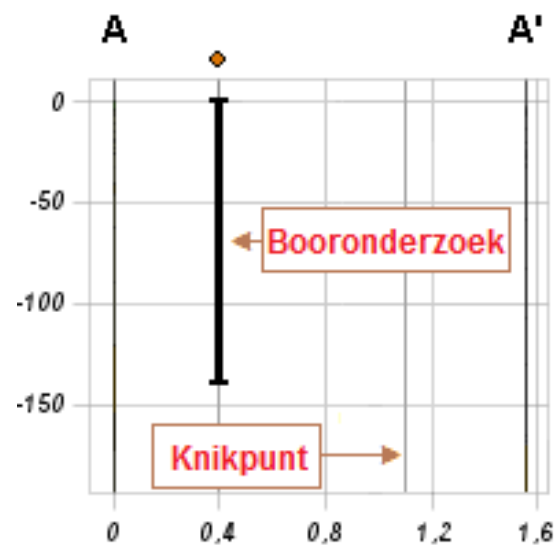
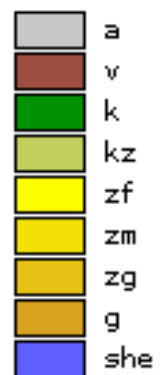
Onder de gehele kelder blijft minimaal 1,5 m deklaag achter.

Bijlage 1 Bodemgegevens

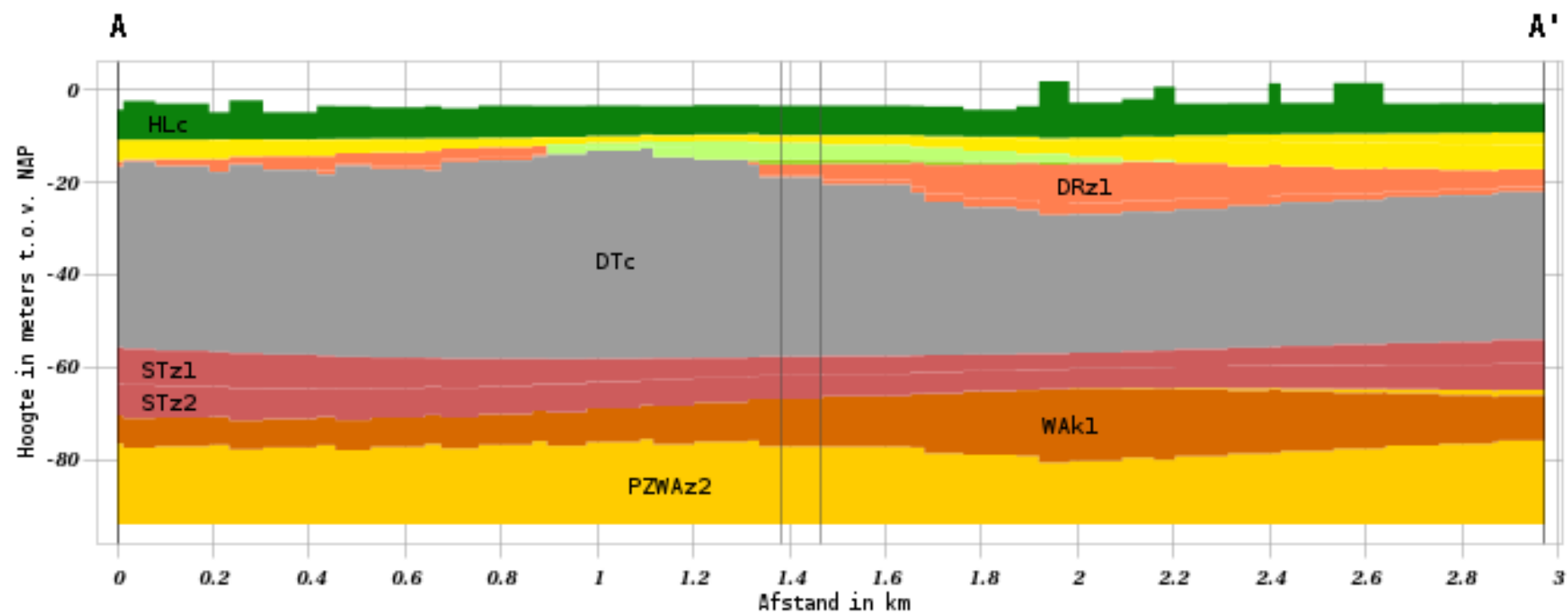
Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6



Lithoklasse

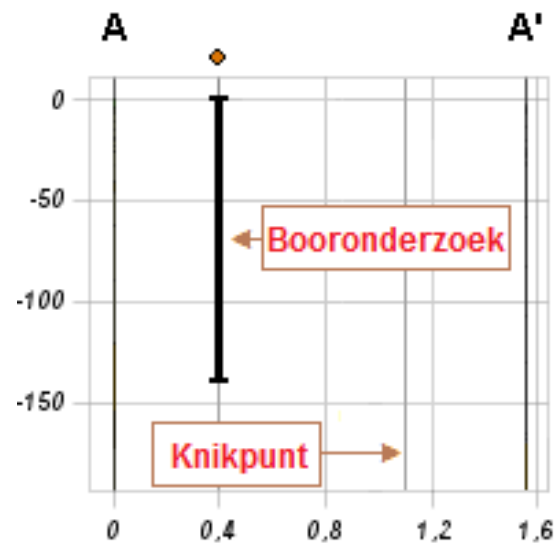


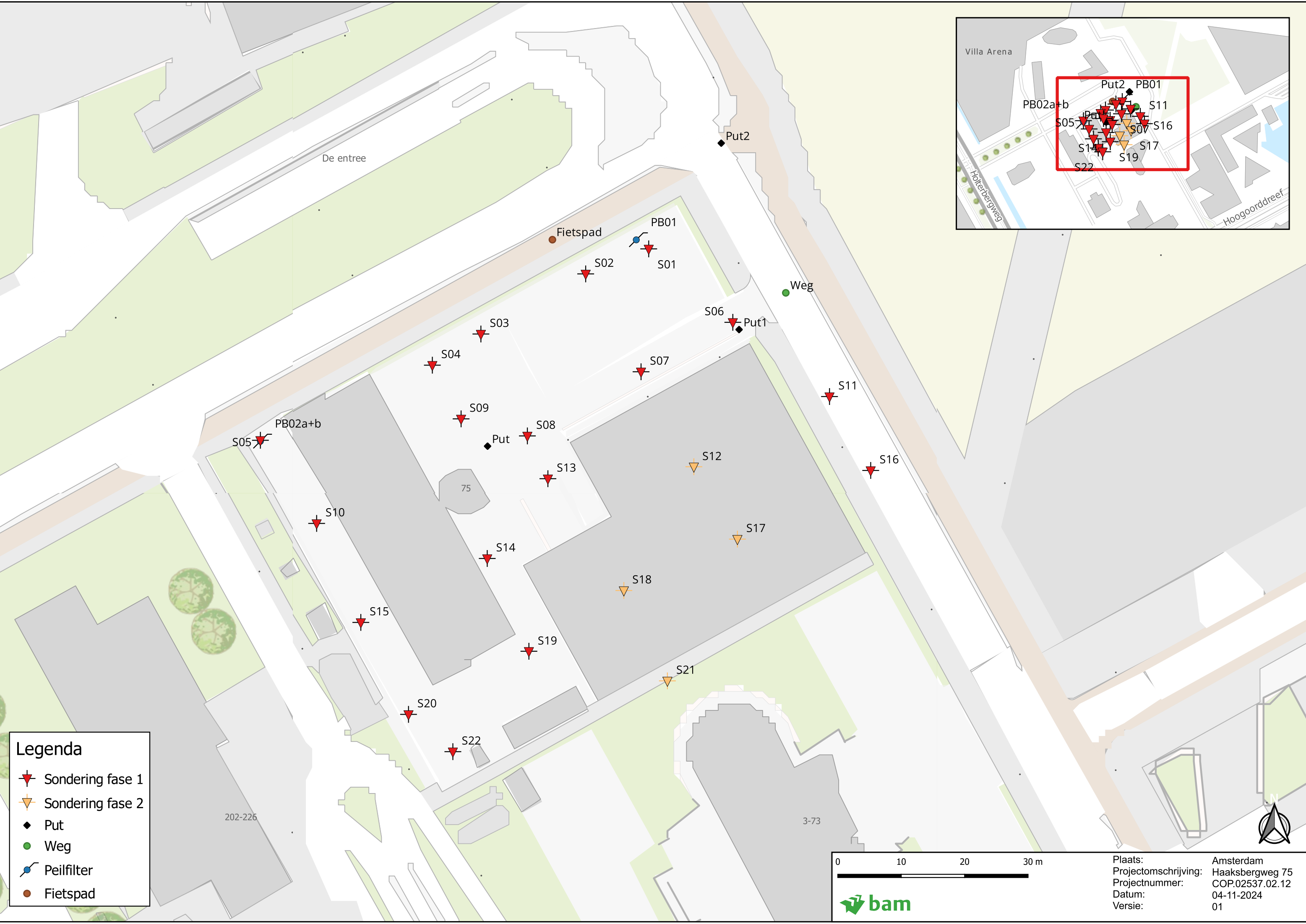
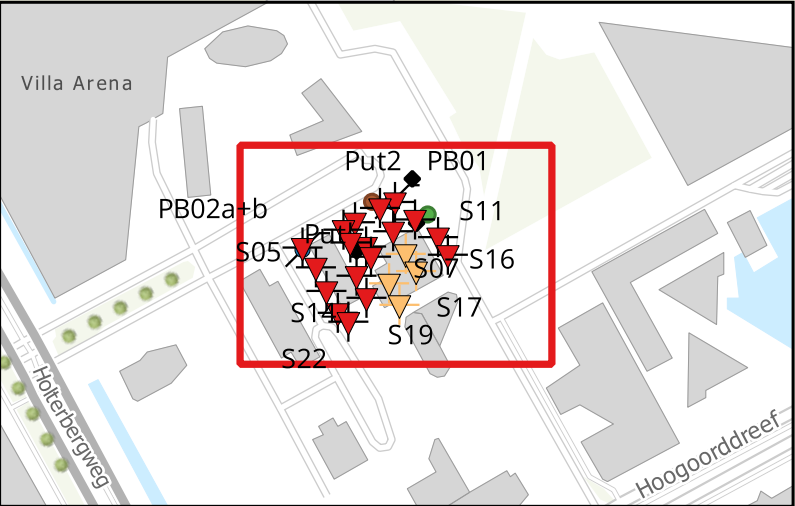
Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.2



Hydrogeologie

HLc	STz2
BXz3	PZWaz1
BXz4	Wak1
EEz1	PZWaz2
EEk1	
EEz3	
DRz1	
DRz3	
DTc	
STz1	





Legenda

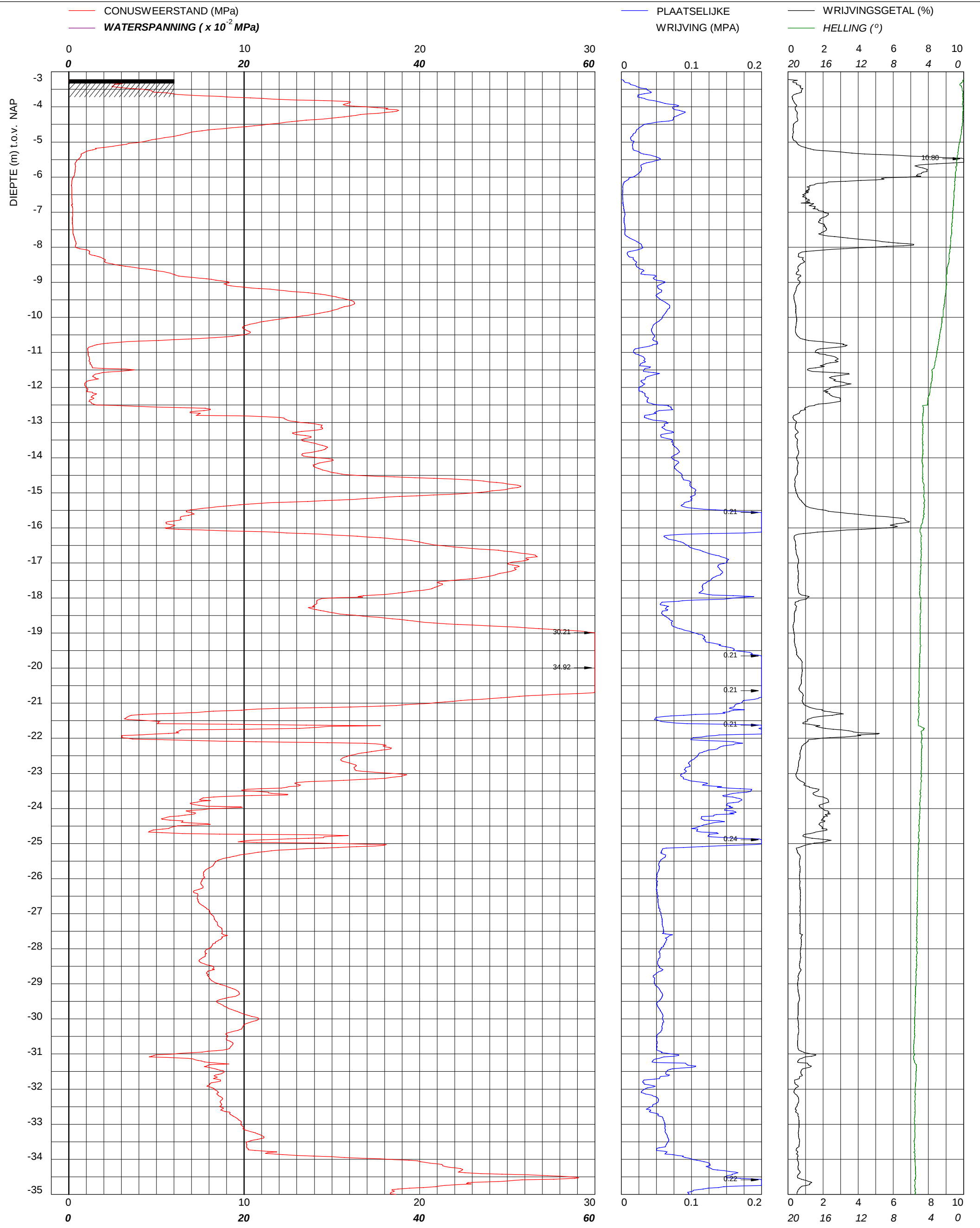
- ▼ Sondering fase 1
- ▼ Sondering fase 2
- ◆ Put
- Weg
- ⚡ Peilfilter
- Fietspad

0 10 20 30 m

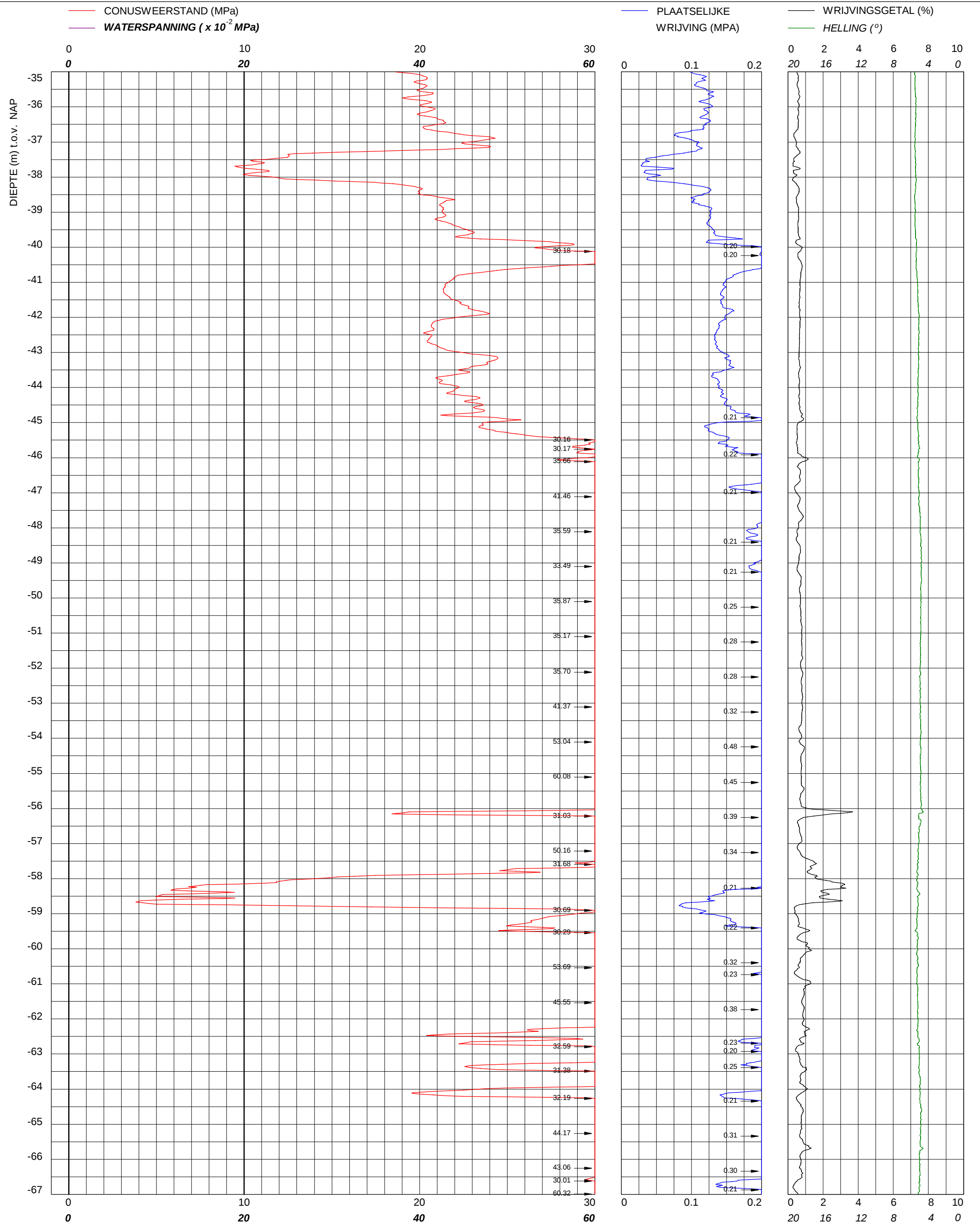
bam

Plaats: Amsterdam
Projectomschrijving: Haaksbergweg 75
Projectnummer: COP.02537.02.12
Datum: 04-11-2024
Versie: 01

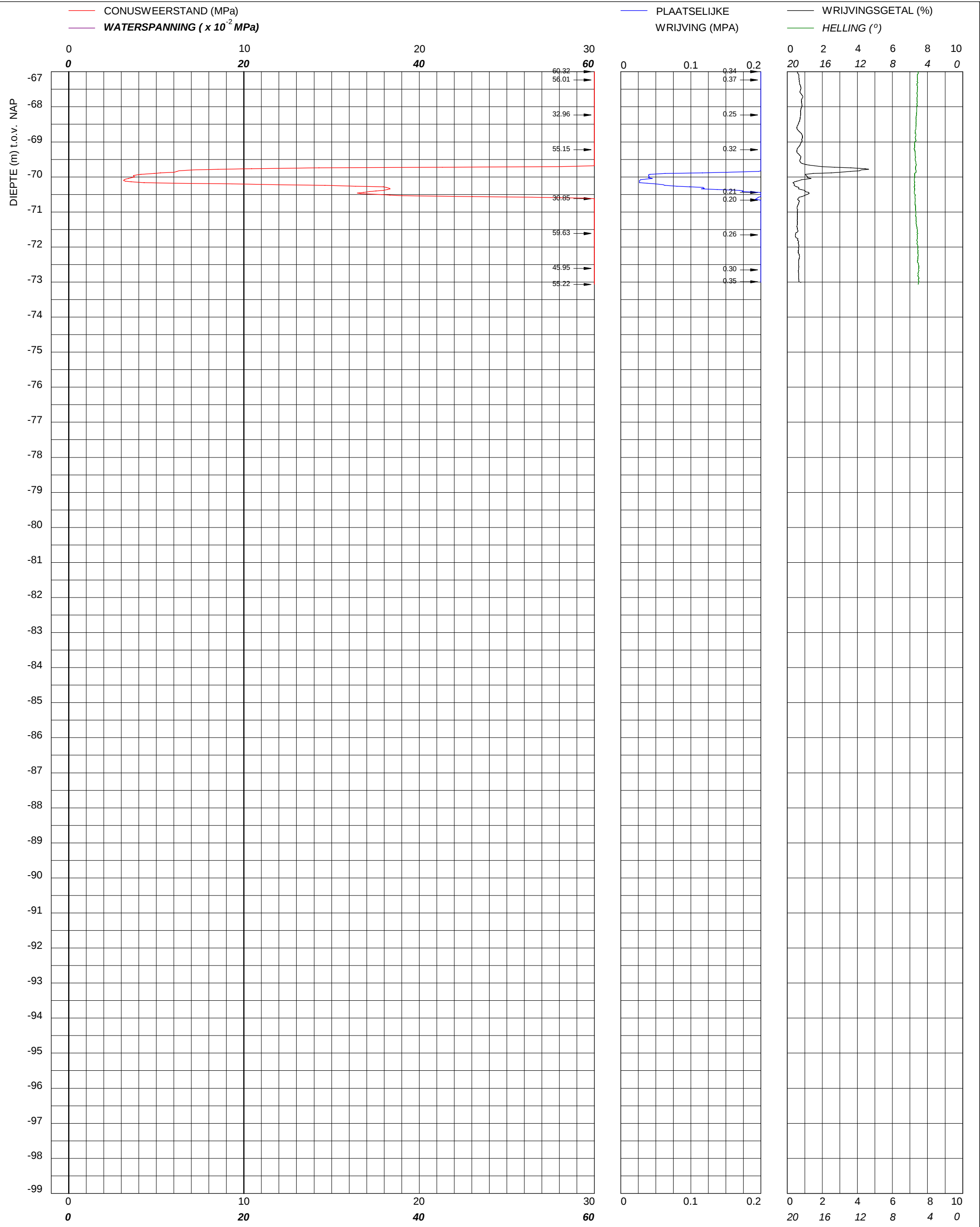




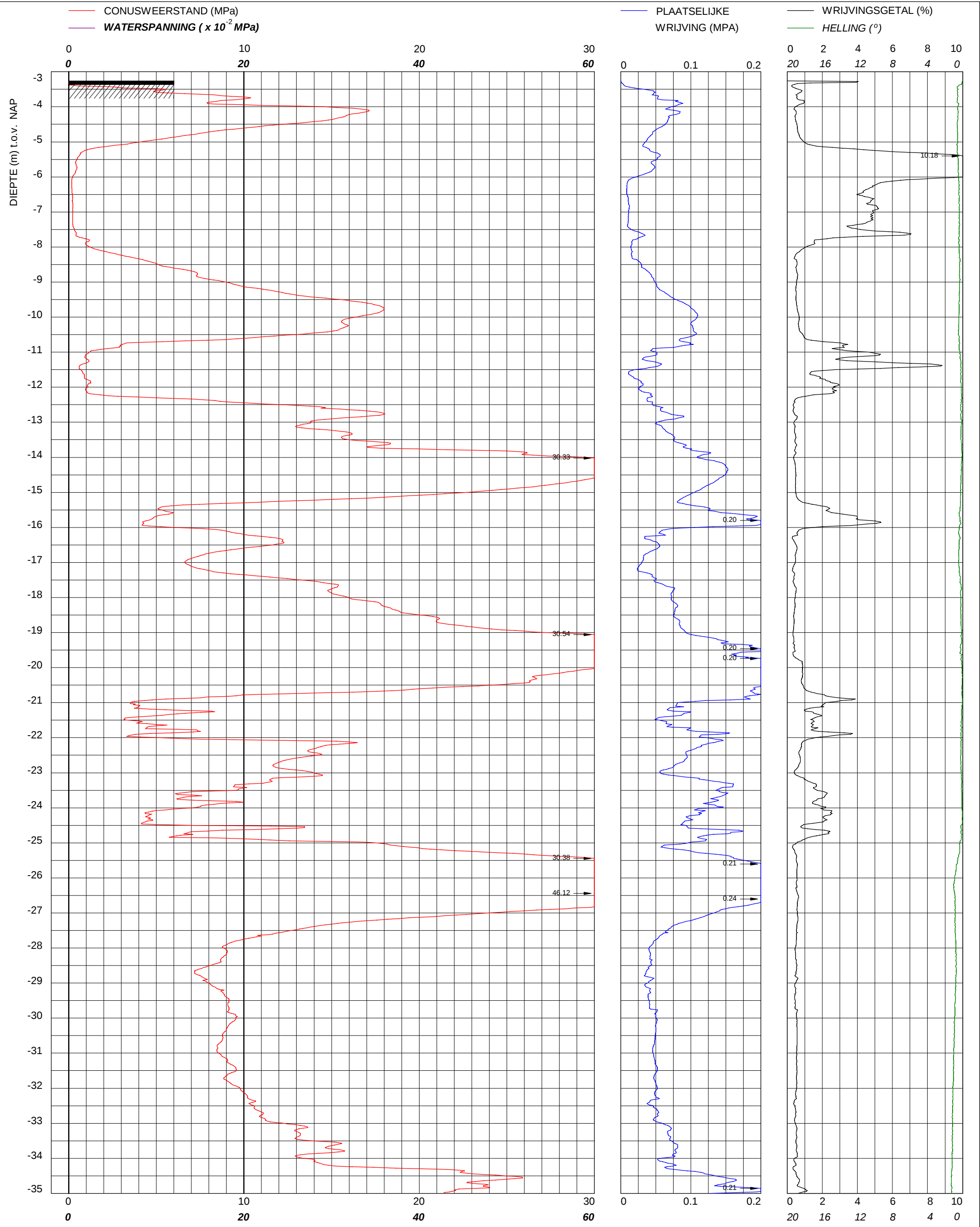
 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.22	m NAP	X	124611.04	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam	Km			Y	480478.60	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum			30-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum			31-10-2024		S01



 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.22 m NAP	X	124611.04	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam	Km		Y	480478.60	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		30-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		31-10-2024		S01

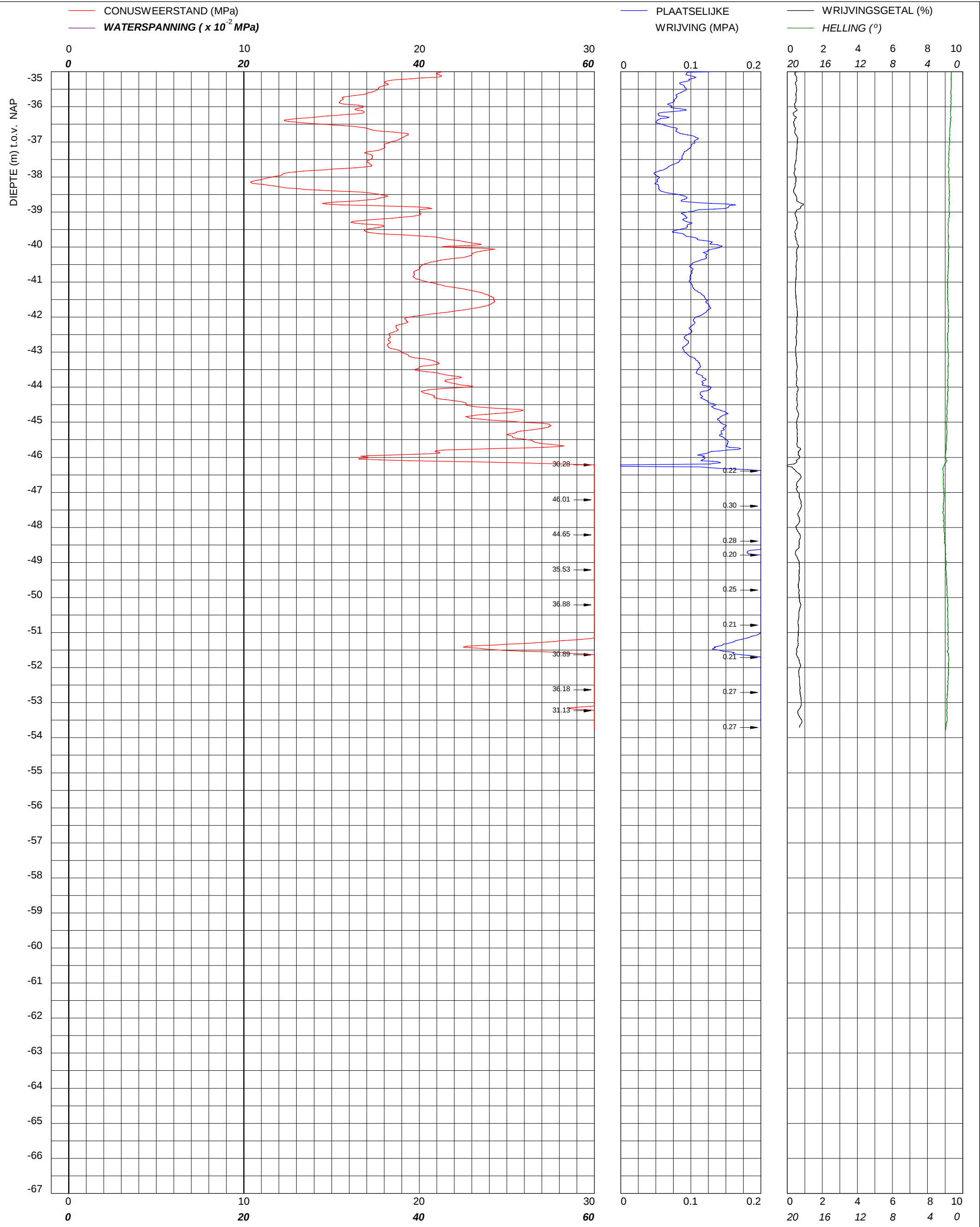


bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.22 m NAP	X	124611.04	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam		Km		Y	480478.60	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		30-10-2024		Locatiecode :
			Printdatum		31-10-2024		S01

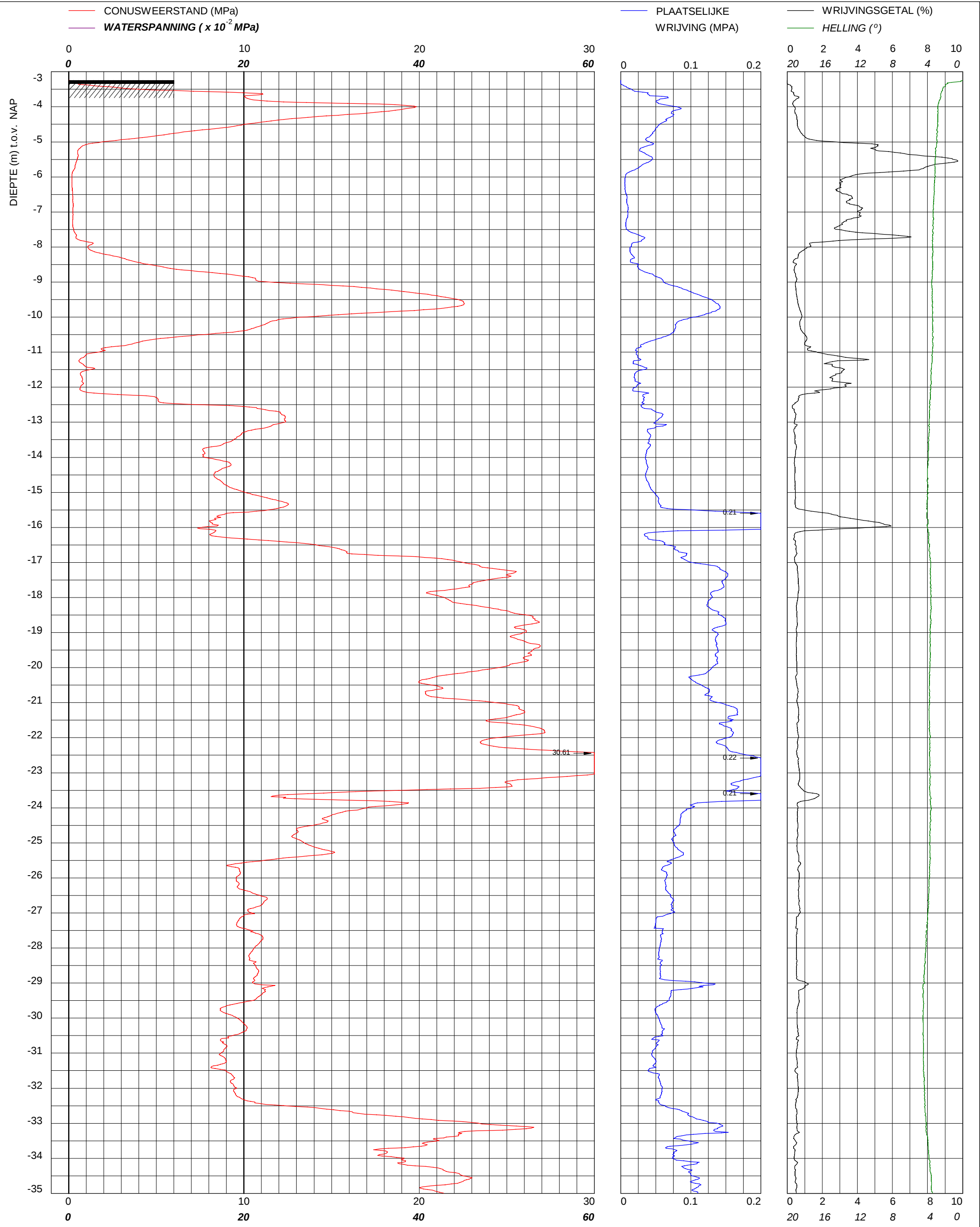


 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.26 m NAP	X	124601.10	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam	Km		Y	480474.66	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		30-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		31-10-2024		S02

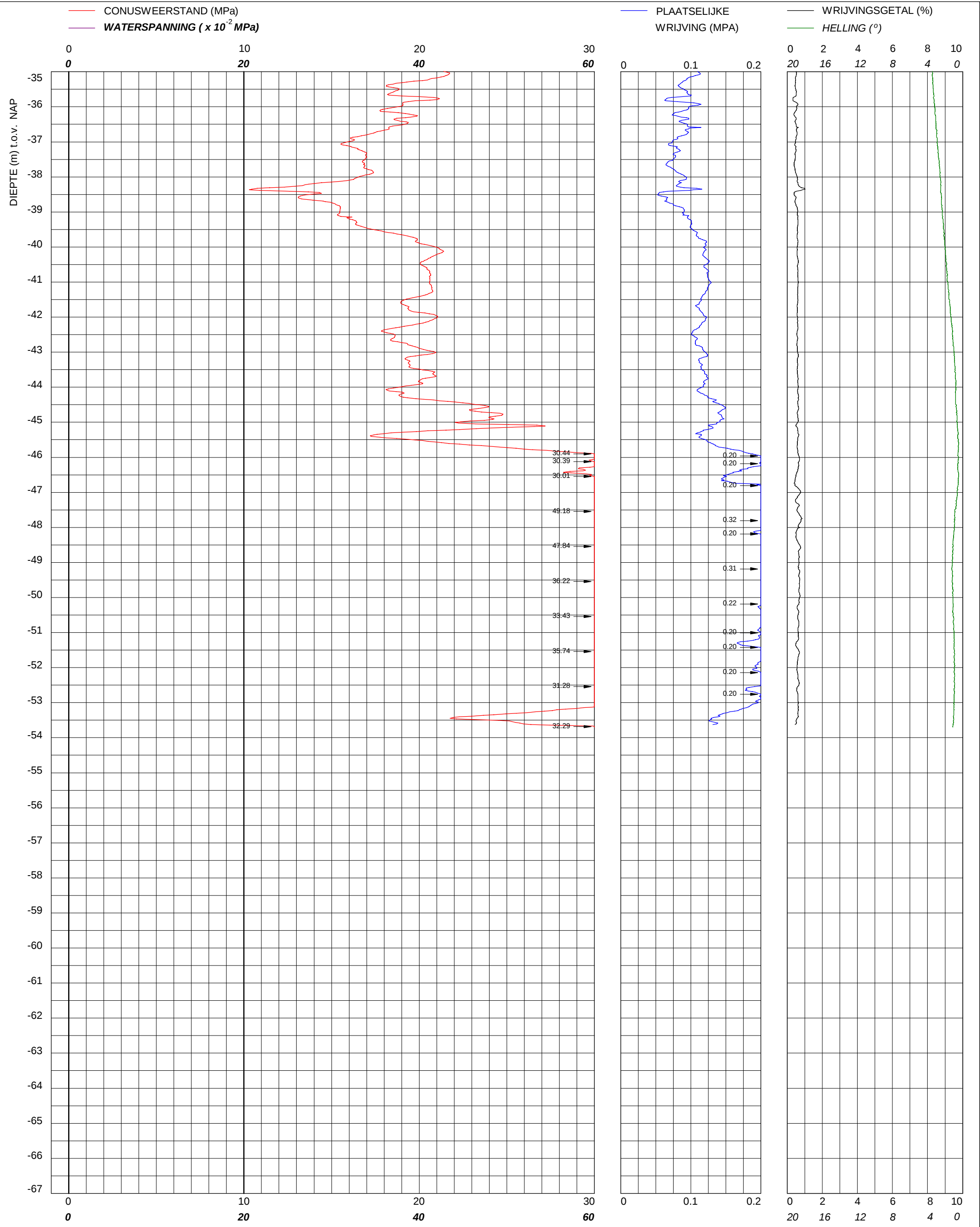
CRUX Engineering BV
te Amsterdam



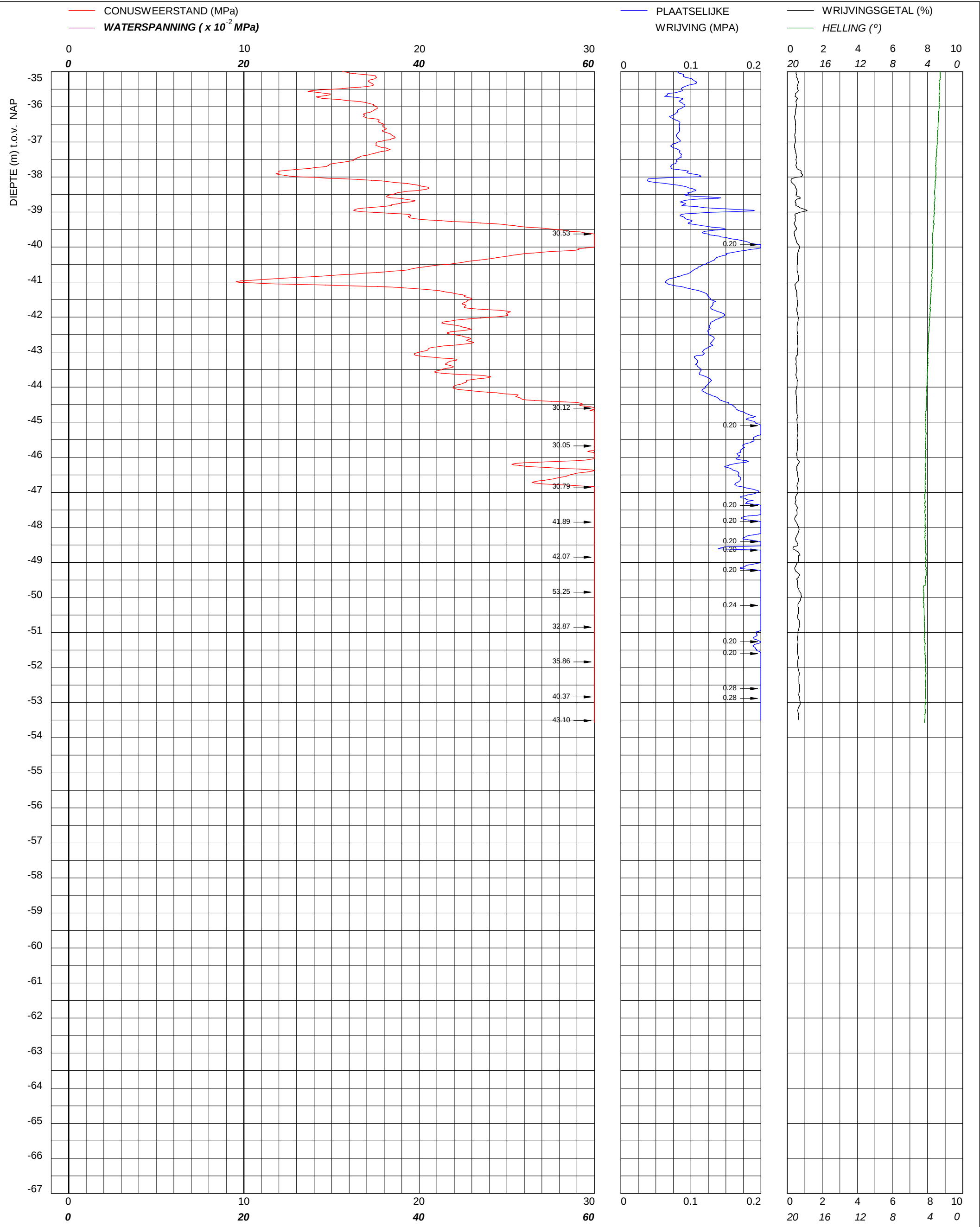
 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.26 m NAP	X	124601.10	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam	Km		Y	480474.66	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		30-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		31-10-2024		S02



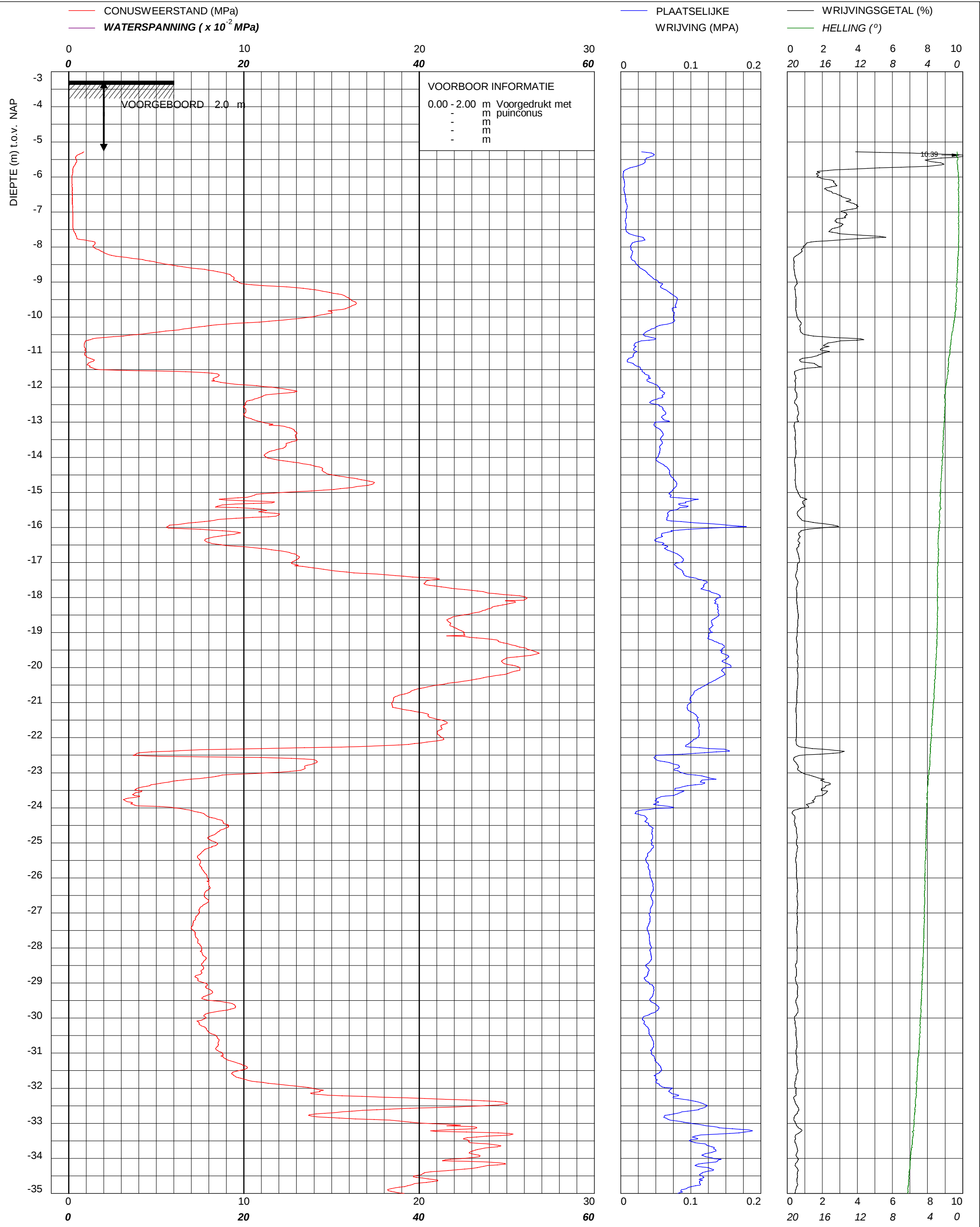
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.24 m NAP	X	124584.58	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam		Km		Y	480465.18	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		30-10-2024		Locatiecode :
			Printdatum		31-10-2024		S03



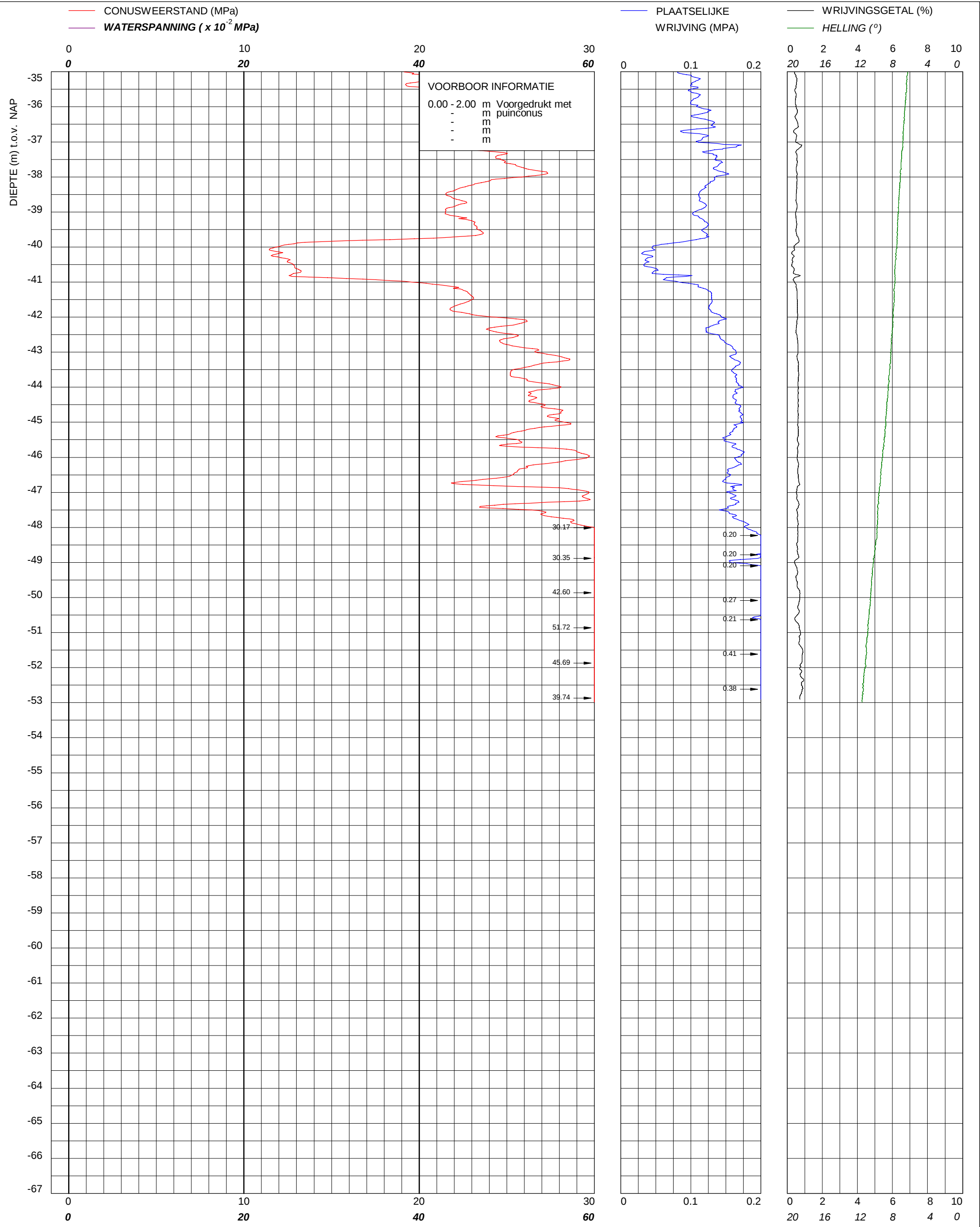
 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.24 m NAP	X	124584.58	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam	Km		Y	480465.18	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		30-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		31-10-2024		S03



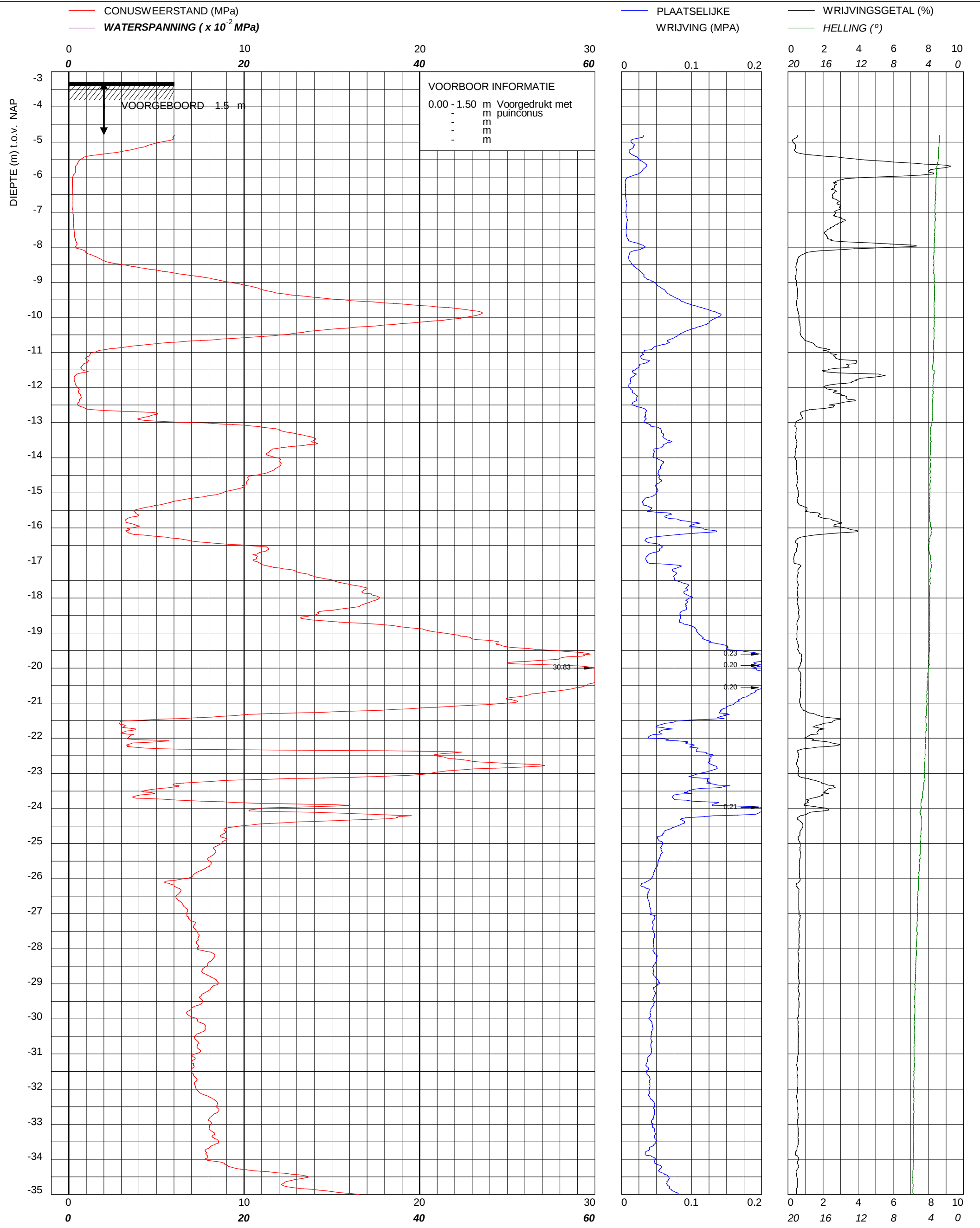
 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.18 m NAP	X	124576.92	Opdrachtnummer :
		Km		Y	480460.27	02537.02.12
	CRUX Engineering BV te Amsterdam	Uitvoeringsdatum		30-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		31-10-2024		S04



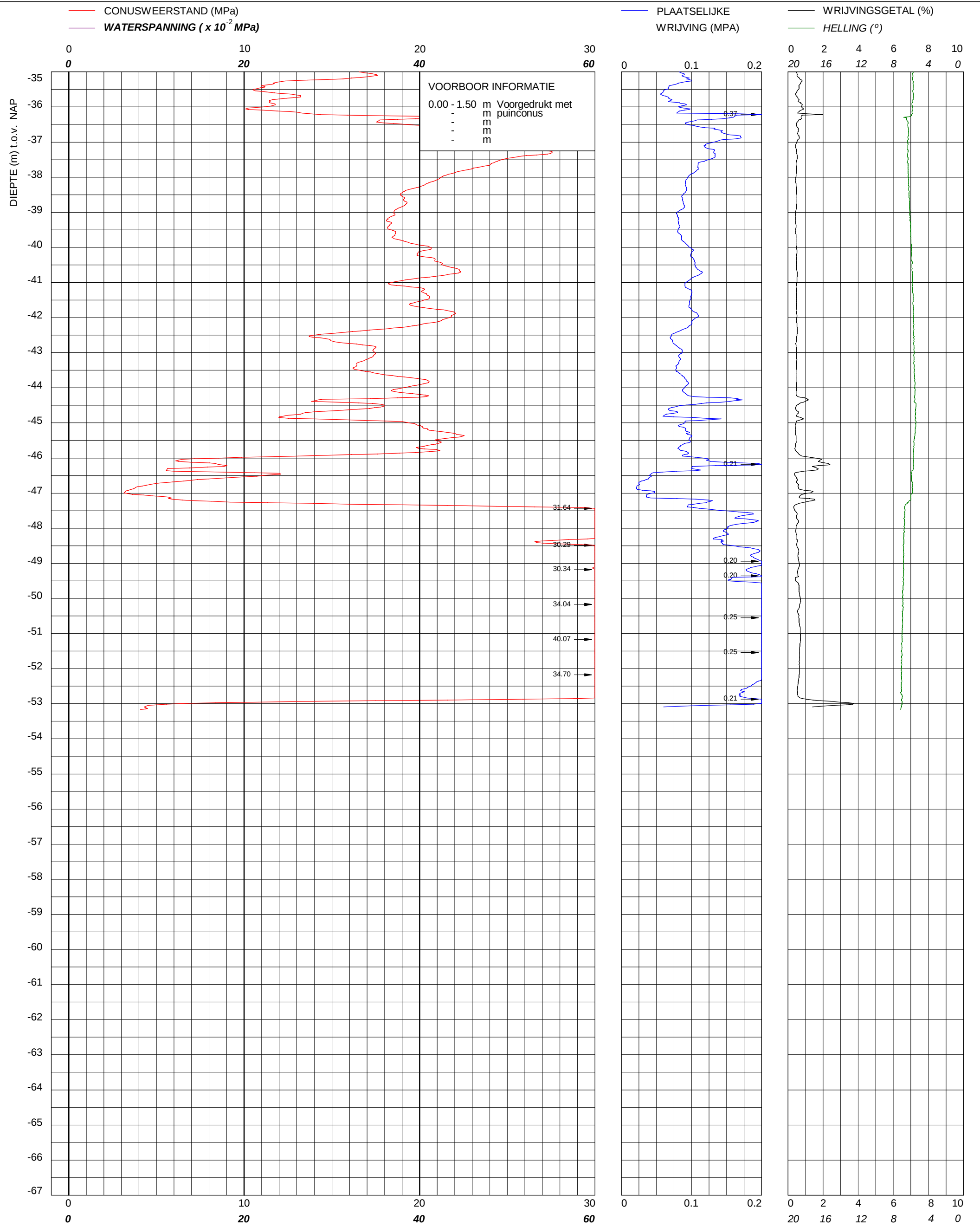
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.26 m NAP	X	124549.80	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV [redacted] te Amsterdam	Km		Y	480448.43	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		31-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		1-11-2024		

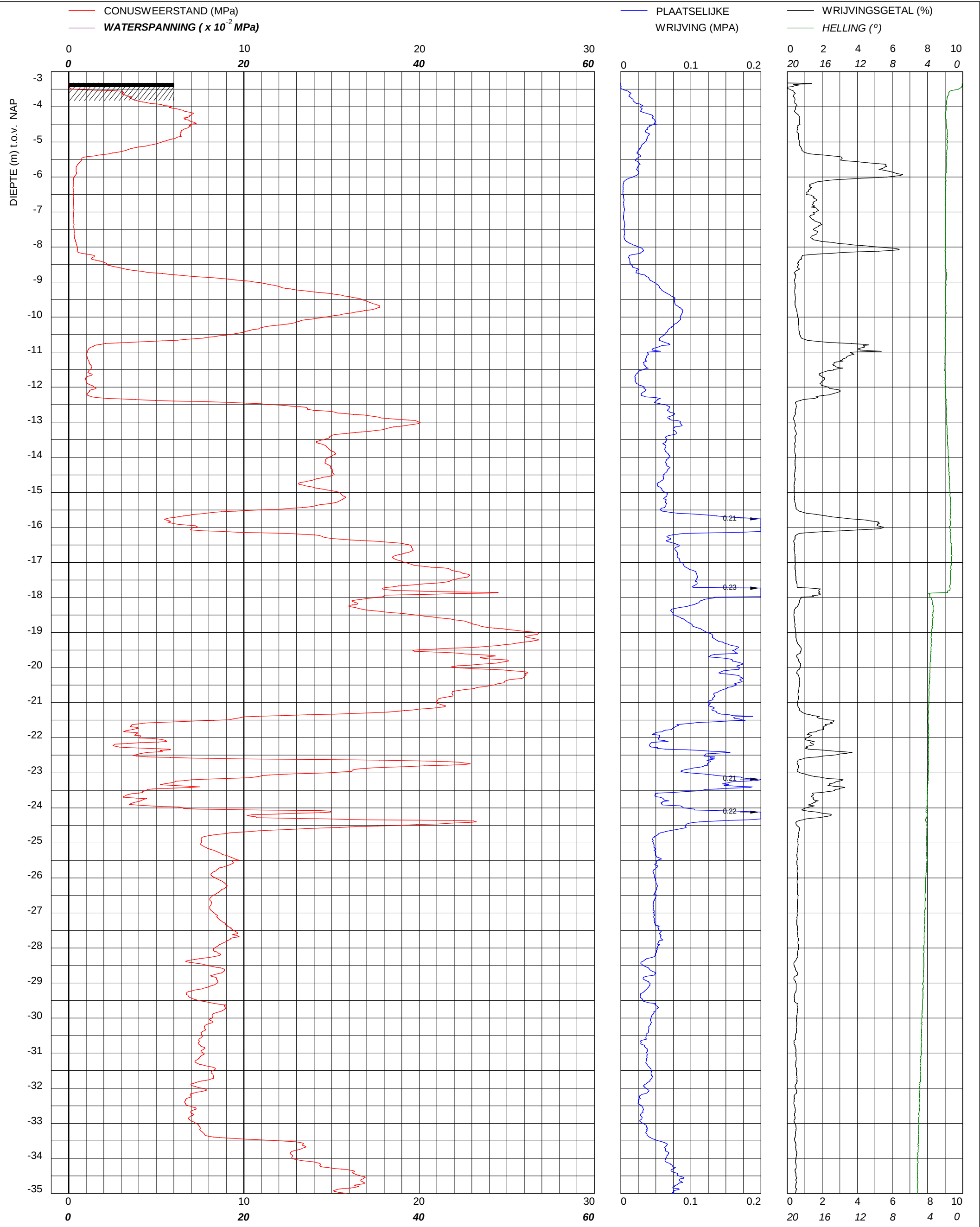


bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.26 m NAP	X	124549.80	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam		Km		Y	480448.43	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		31-10-2024		Locatiecode :
			Printdatum		1-11-2024		S05

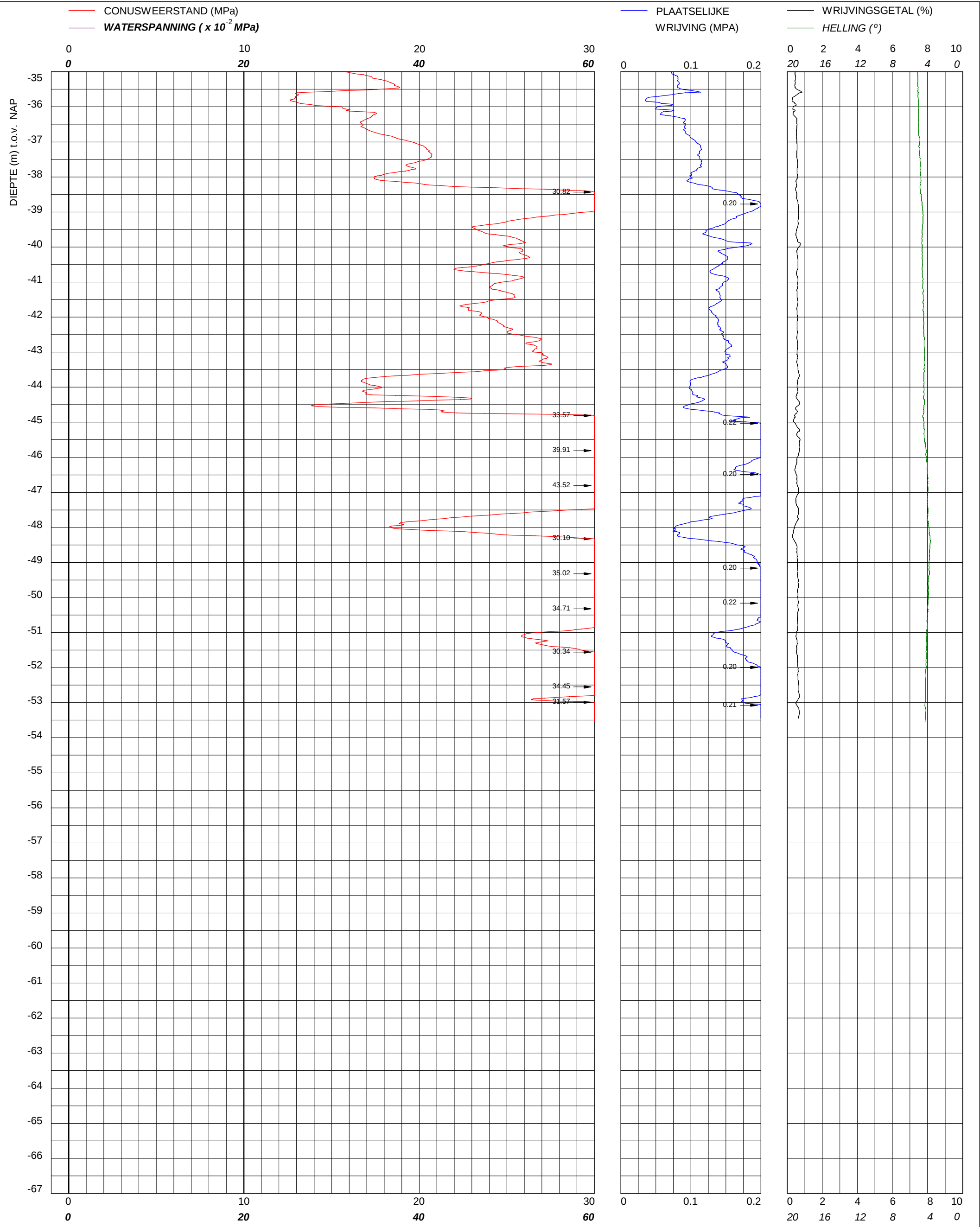


bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.29 m NAP	X	124624.31	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV [redacted] te Amsterdam		Km		Y	480467.03	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :
			Printdatum		1-11-2024		

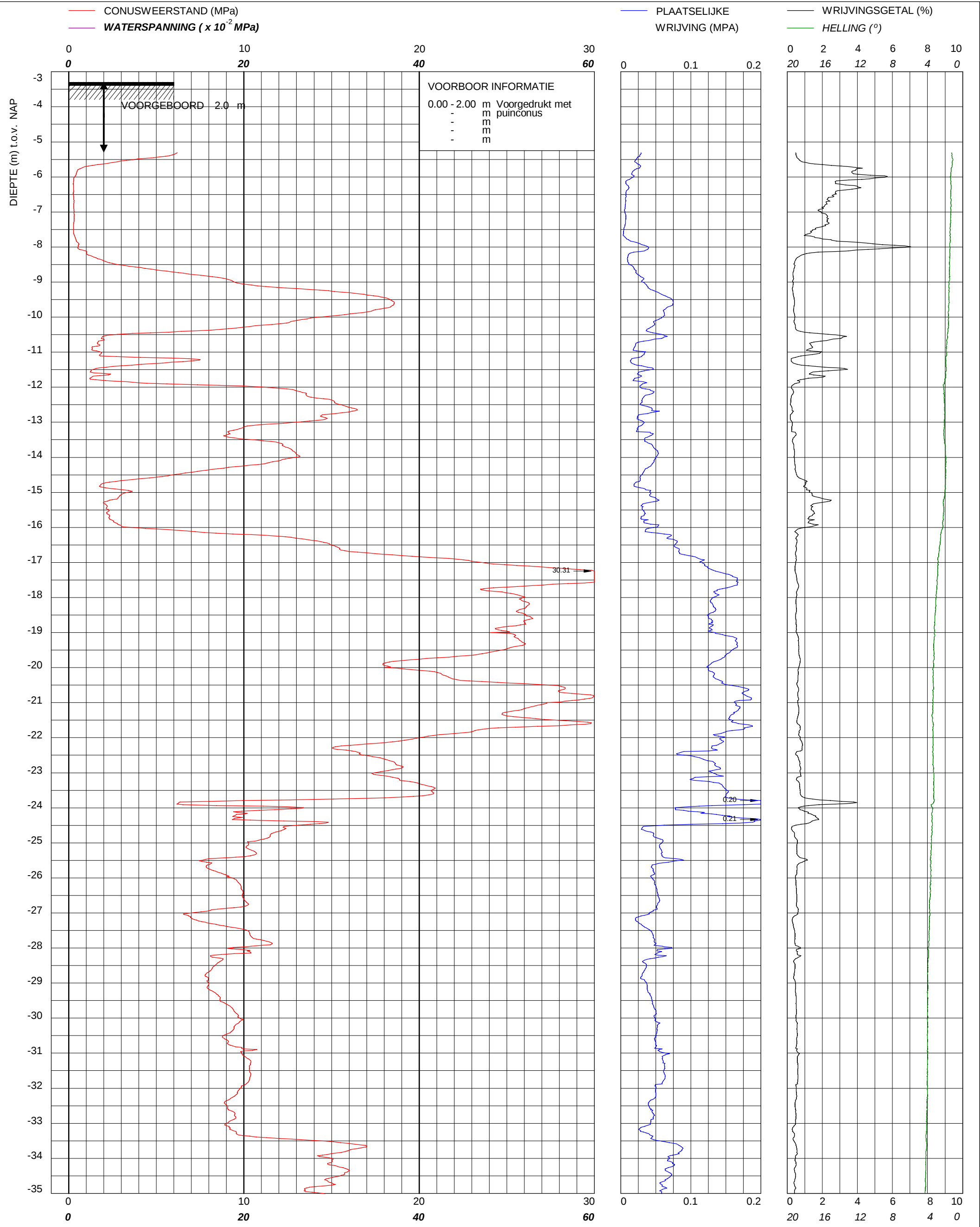




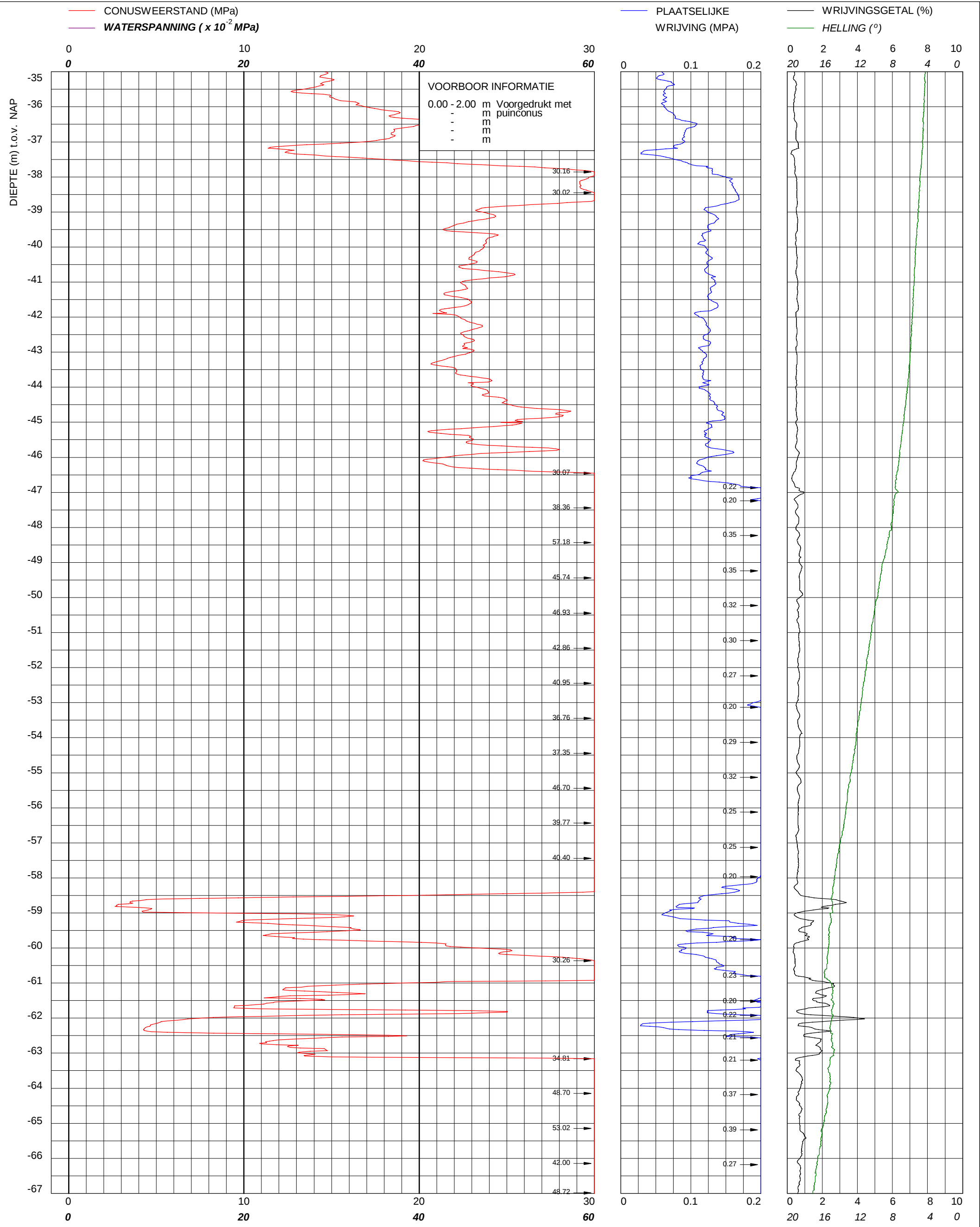
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.32 m NAP	X	124609.83	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV [redacted] te Amsterdam	Km		Y	480459.23	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :
		Printdatum		1-11-2024		S07



 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.32 m NAP	X	124609.83	Opdrachtnummer : 02537.02.12
	CRUX Engineering BV [redacted] te Amsterdam	Km		Y	480459.23	Locatiecode : S07
		Uitvoeringsdatum		1-11-2024		
		Printdatum		1-11-2024		



bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, AC: 1.500 mm2		MV	-3.29 m NAP	X	124591.90	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV [redacted] te Amsterdam		Km		Y	480449.12	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :
			Printdatum		1-11-2024		S08





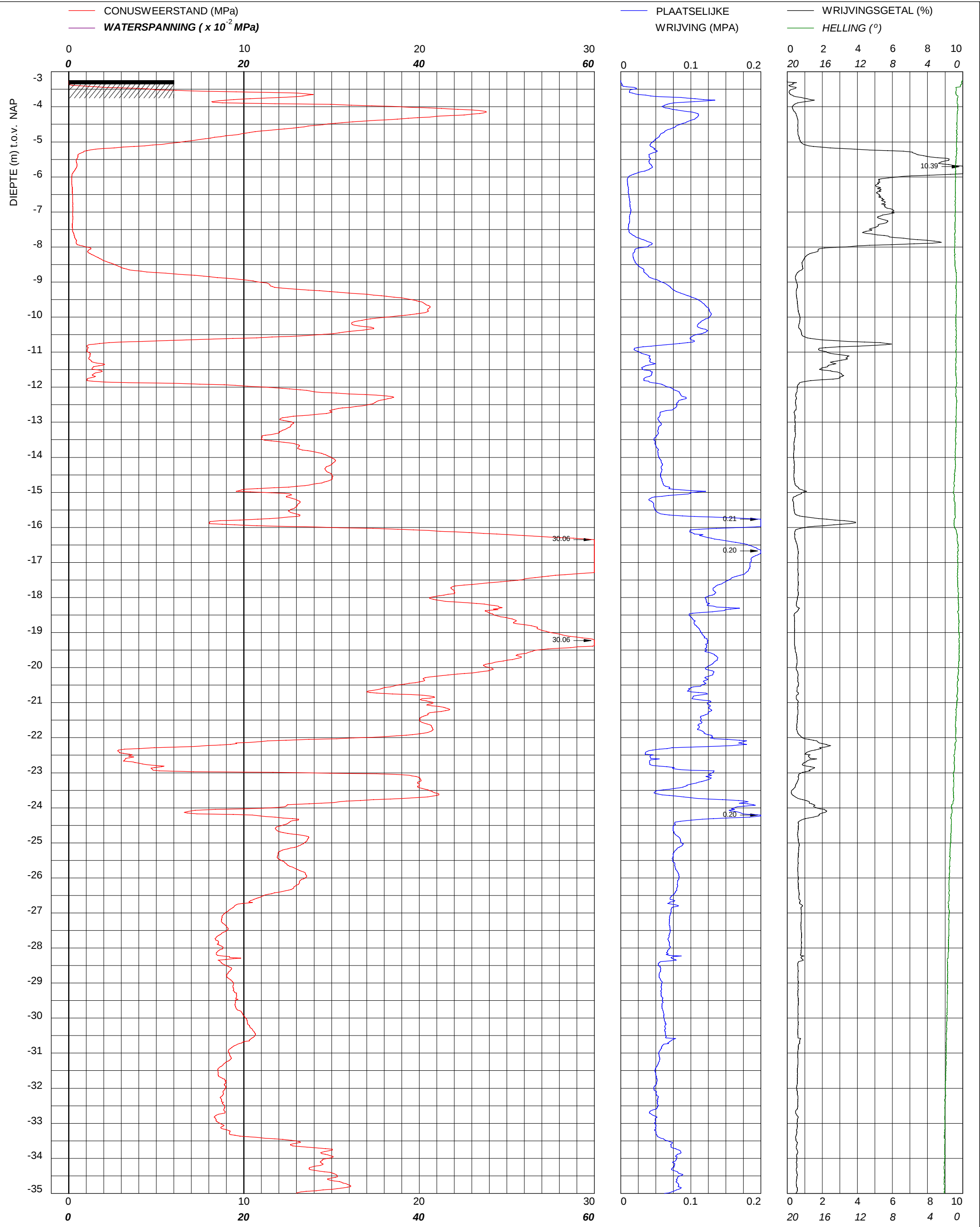
bam
infra

BAM Infraconsult bv © copyright
Toetsenbordweg 11
1033 MZ AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info.infra@bam.com

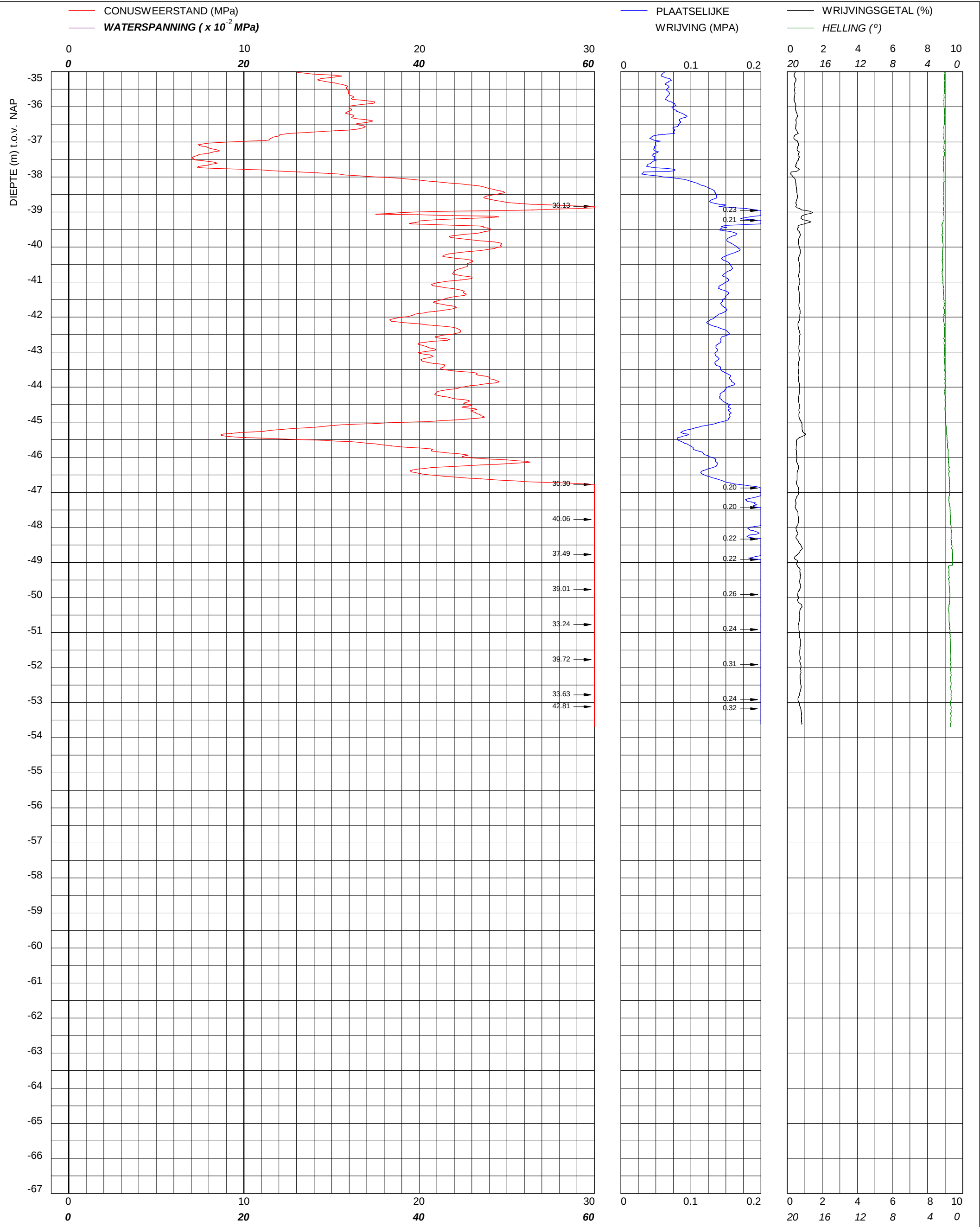
Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2
Conus: 201035, AC: 1.500 mm2

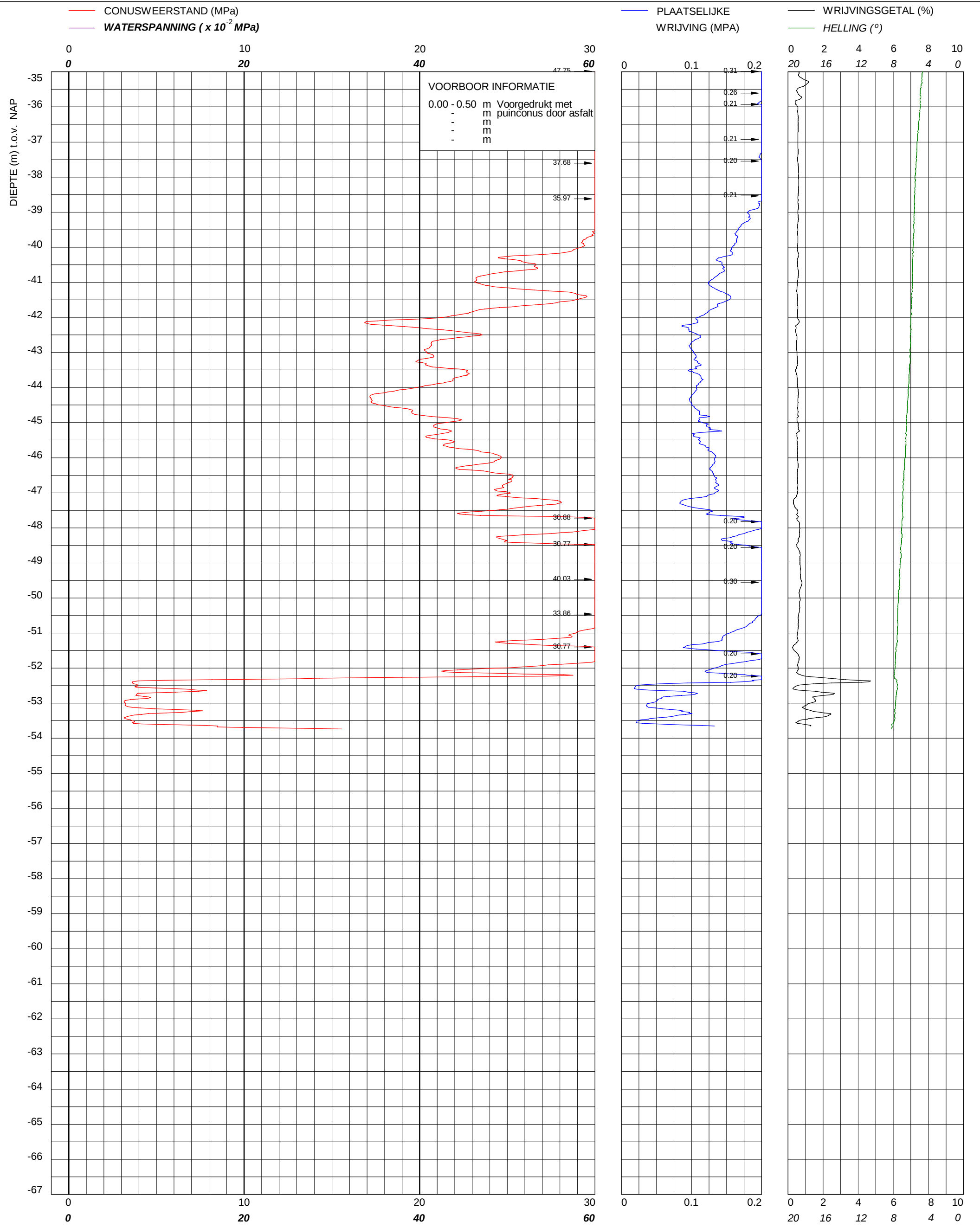
CRUX Engineering BV
[redacted] te Amsterdam

MV	-3.29 m NAP	X	124591.90	Opdrachtnummer : 02537.02.12
Km		Y	480449.12	
Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode : S08
Printdatum		1-11-2024		

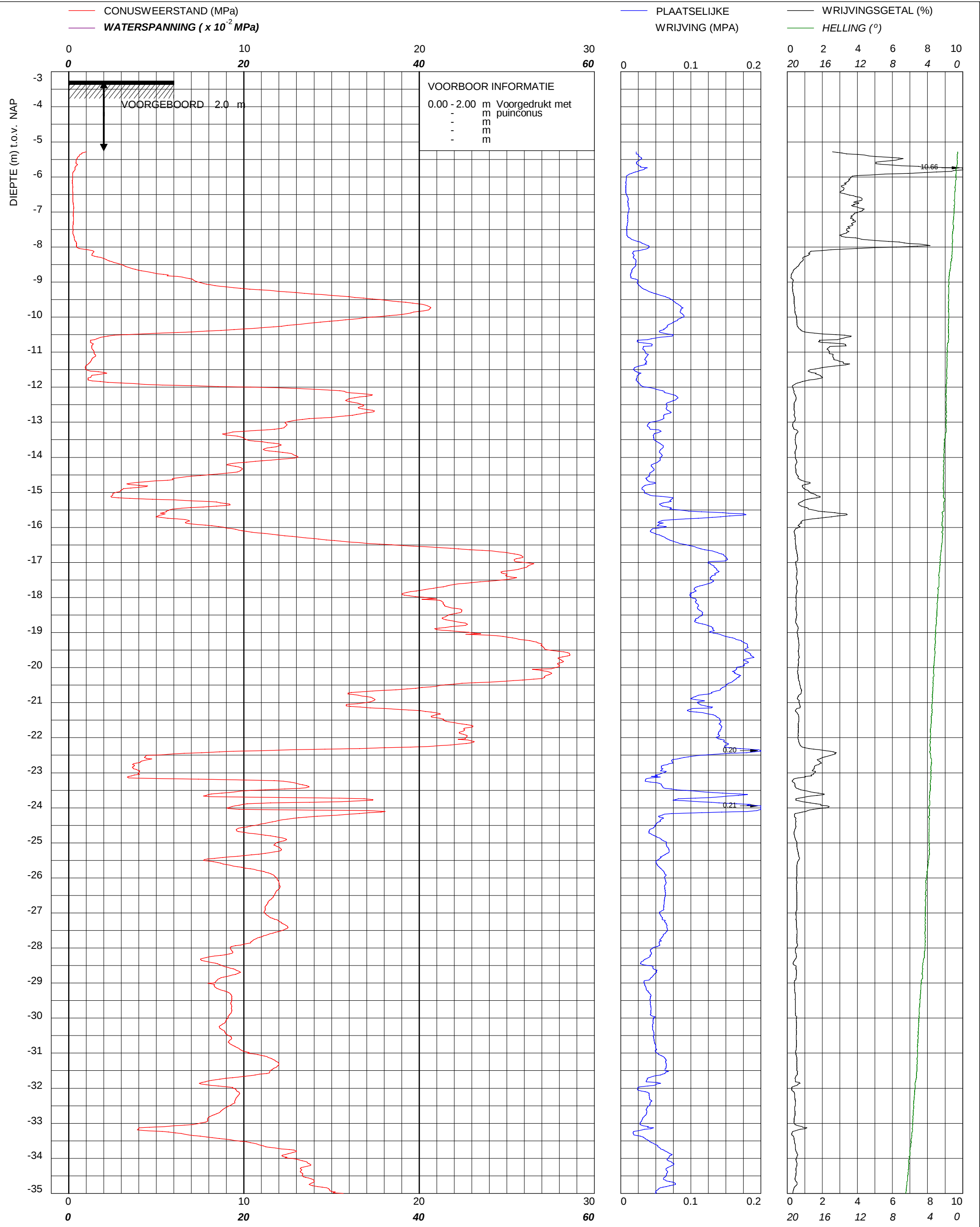


bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.25 m NAP	X	124581.45	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam		Km		Y	480451.81	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		30-10-2024		Locatiecode :
			Printdatum		31-10-2024		S09

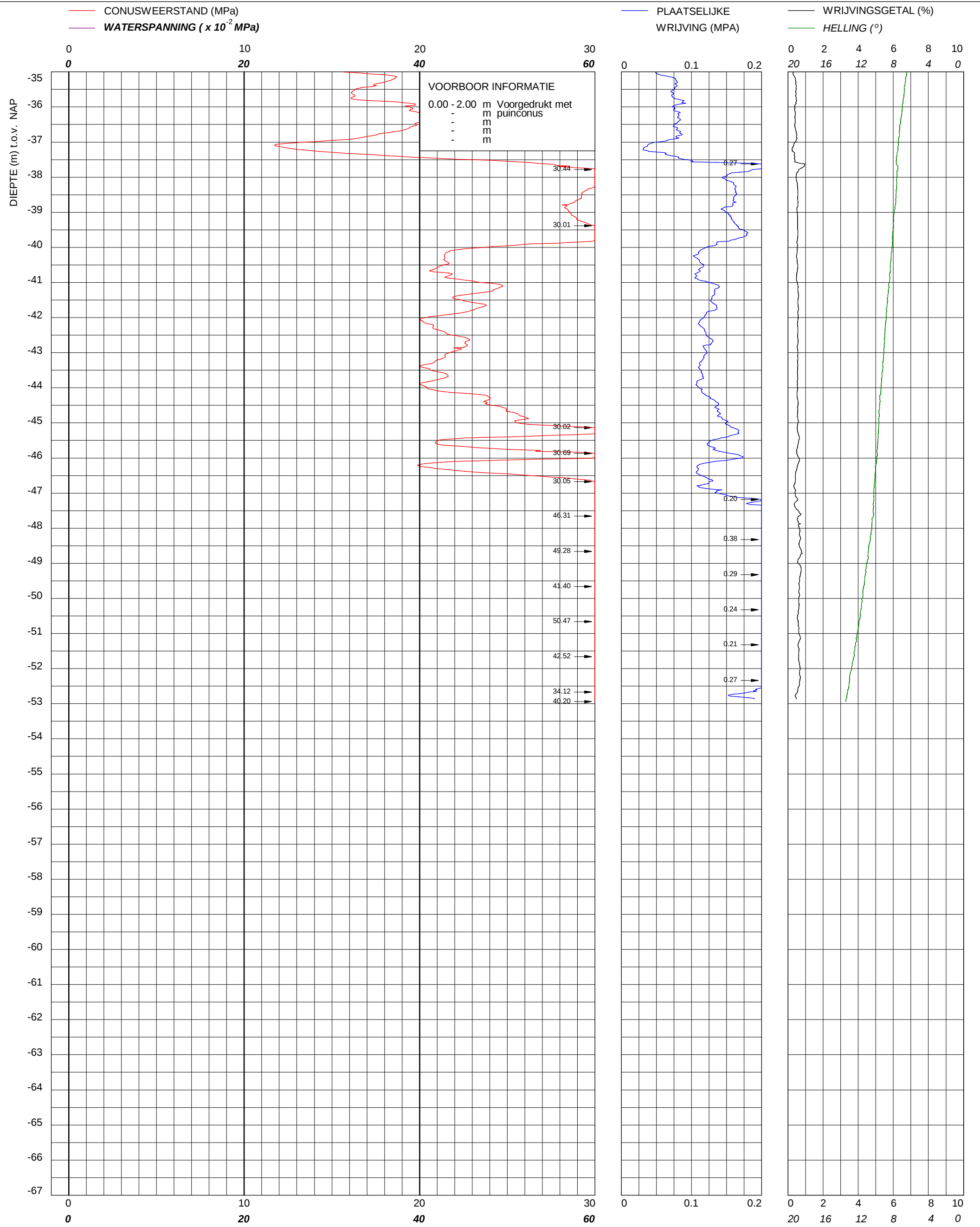




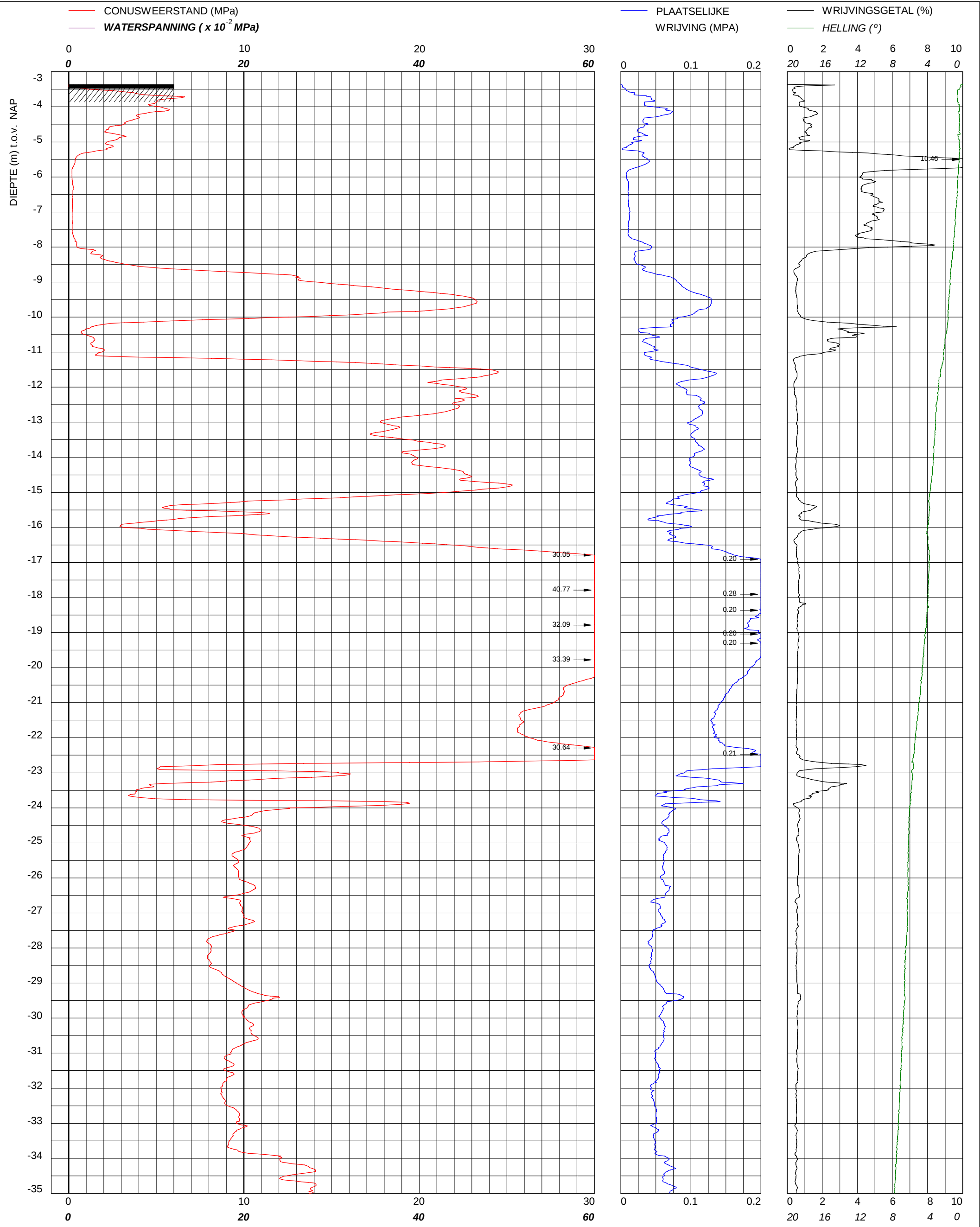
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.6	m NAP	X	124639.55	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam		Km			Y	480455.32	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :	
			Printdatum		1-11-2024		S11	



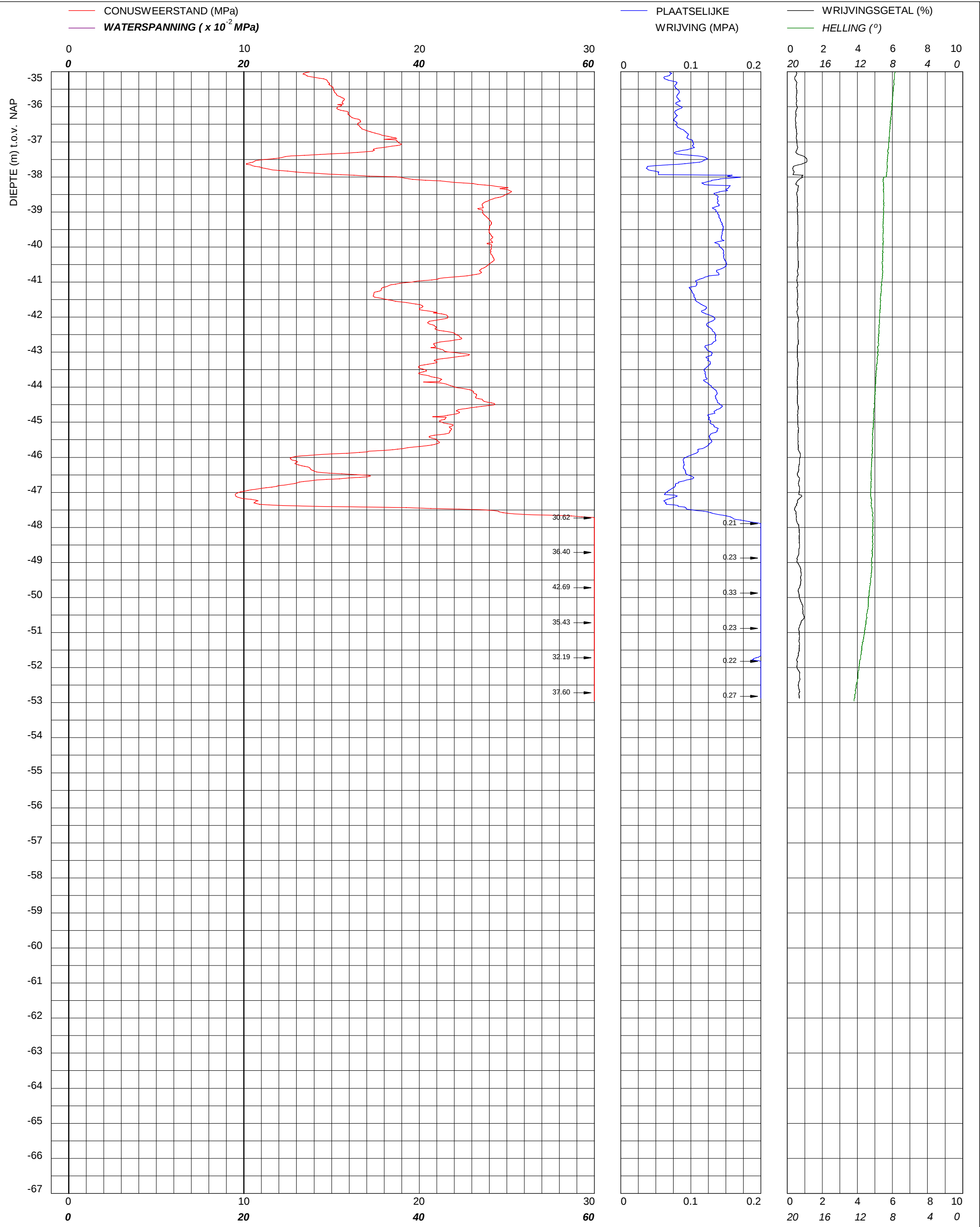
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.26 m NAP	X	124595.14	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV [redacted] te Amsterdam	Km		Y	480442.37	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :
		Printdatum		1-11-2024		S13

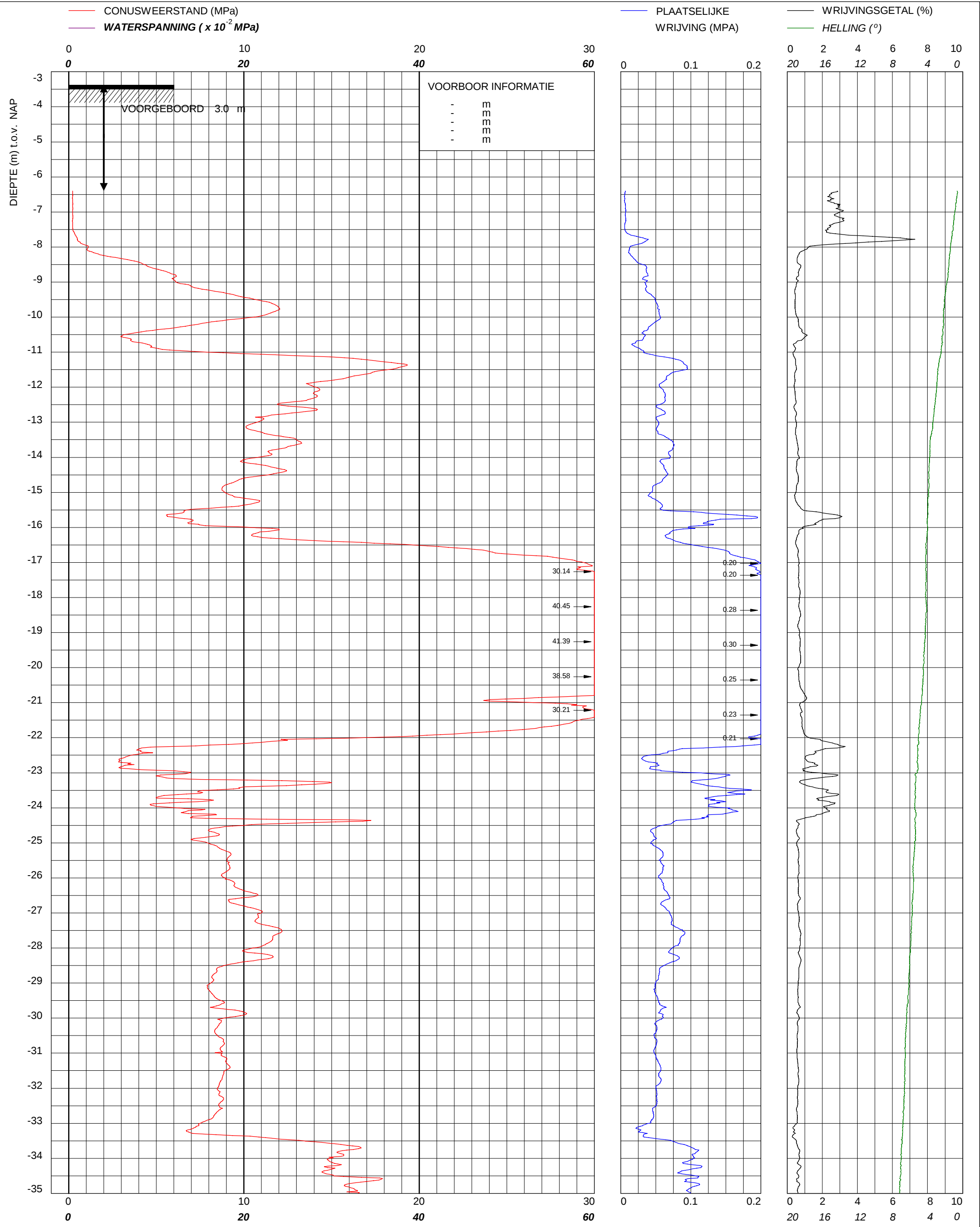


 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.26 m NAP	X	124595.14	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam		Km		Y	480442.37	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :
			Printdatum		1-11-2024		S13

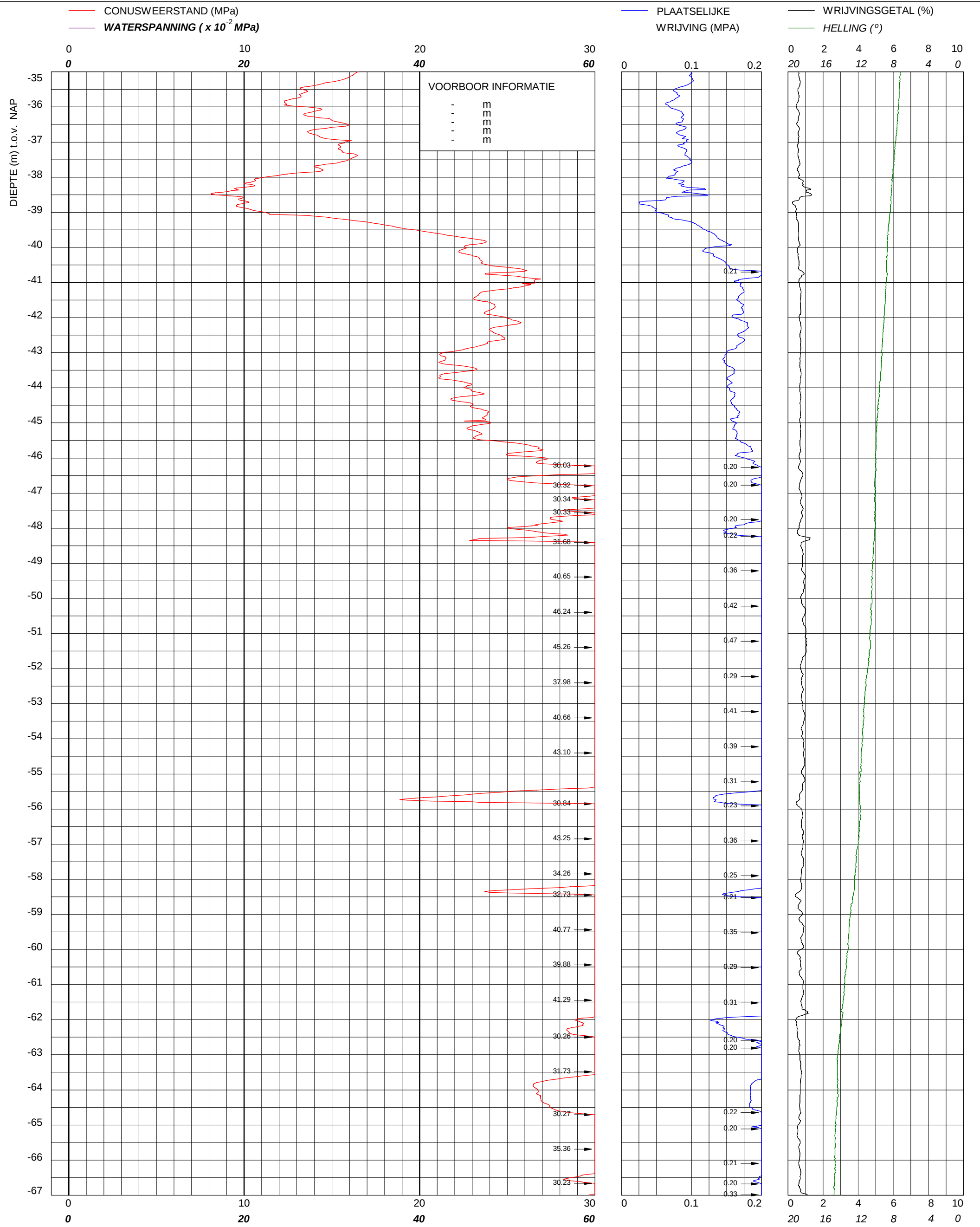


 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.36 m NAP	X	124585.58	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam	Km		Y	480429.80	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :
		Printdatum		1-11-2024		S14

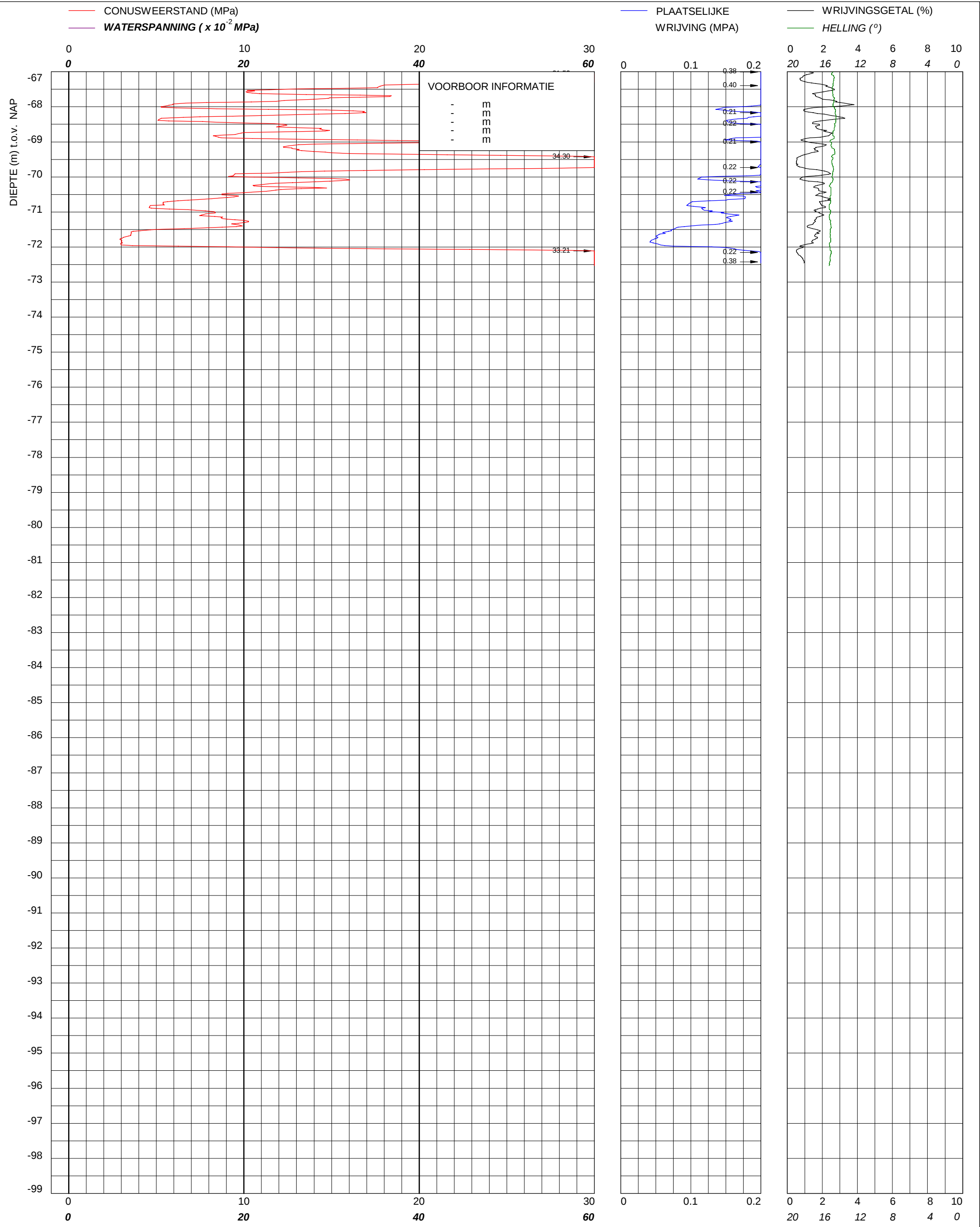




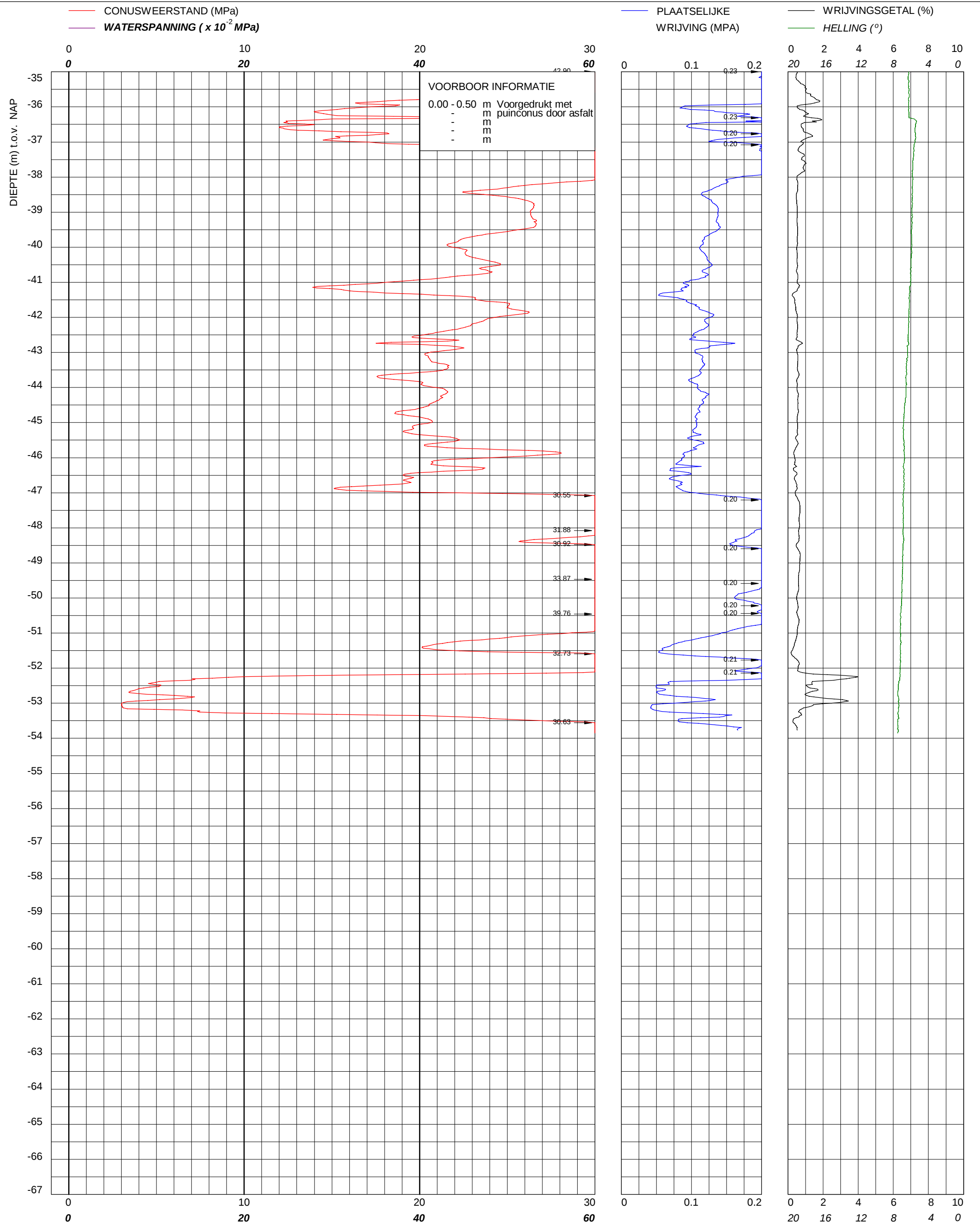
 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.38 m NAP	X	124565.640	Opdrachtnummer : 02537.02.12
	CRUX Engineering BV te Amsterdam	Km		Y	480419.720	
		Uitvoeringsdatum		31-10-2024		Locatiecode : S15
		Printdatum		1-11-2024		



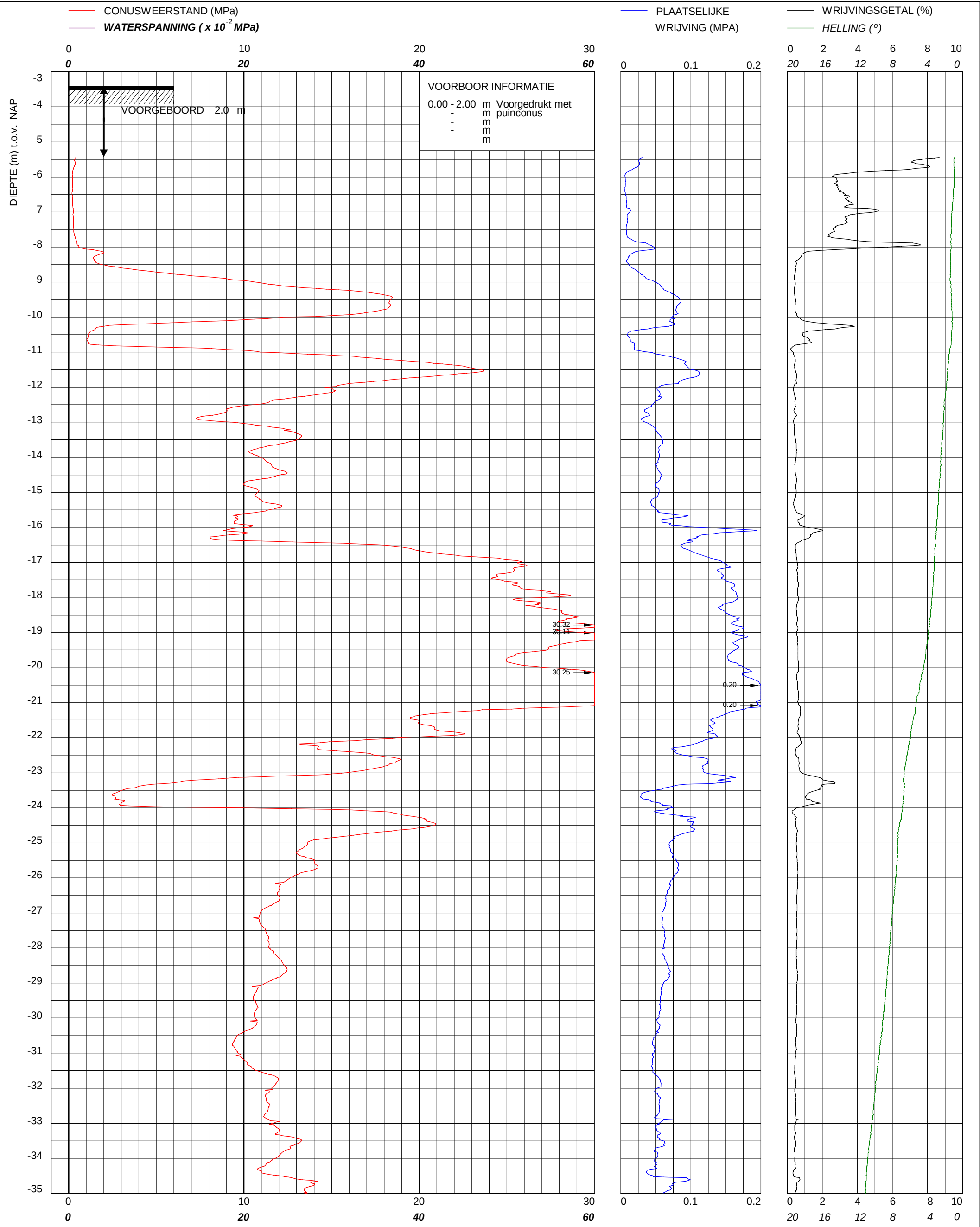
 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.38 m NAP	X	124565.640	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam	Km		Y	480419.720	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		31-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		1-11-2024		S15



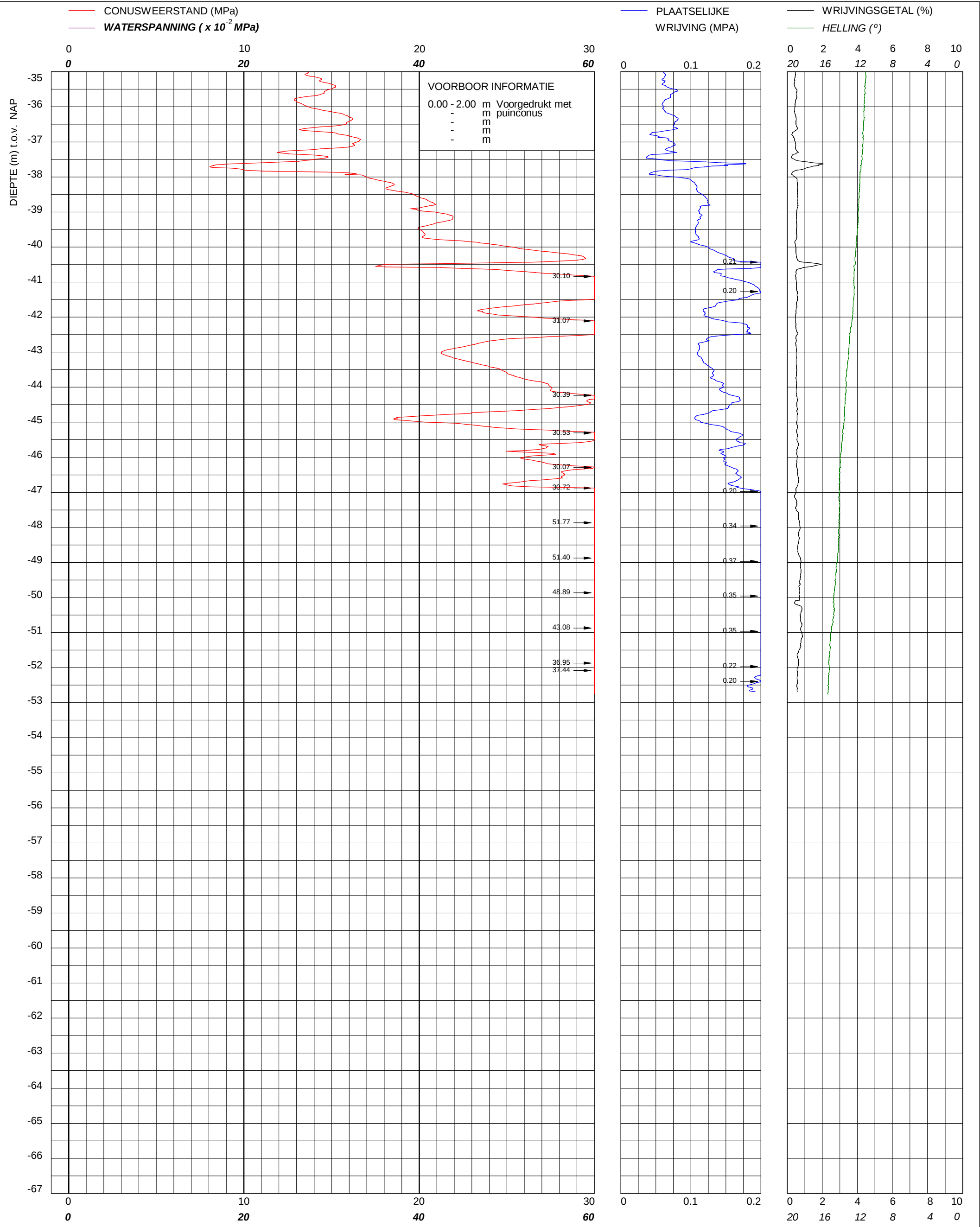
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2	MV	-3.38 m NAP	X	124565.640	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV [redacted] te Amsterdam	Km		Y	480419.720	02537.02.12
		Uitvoeringsdatum		31-10-2024		Locatiecode :
		Printdatum		1-11-2024		S15



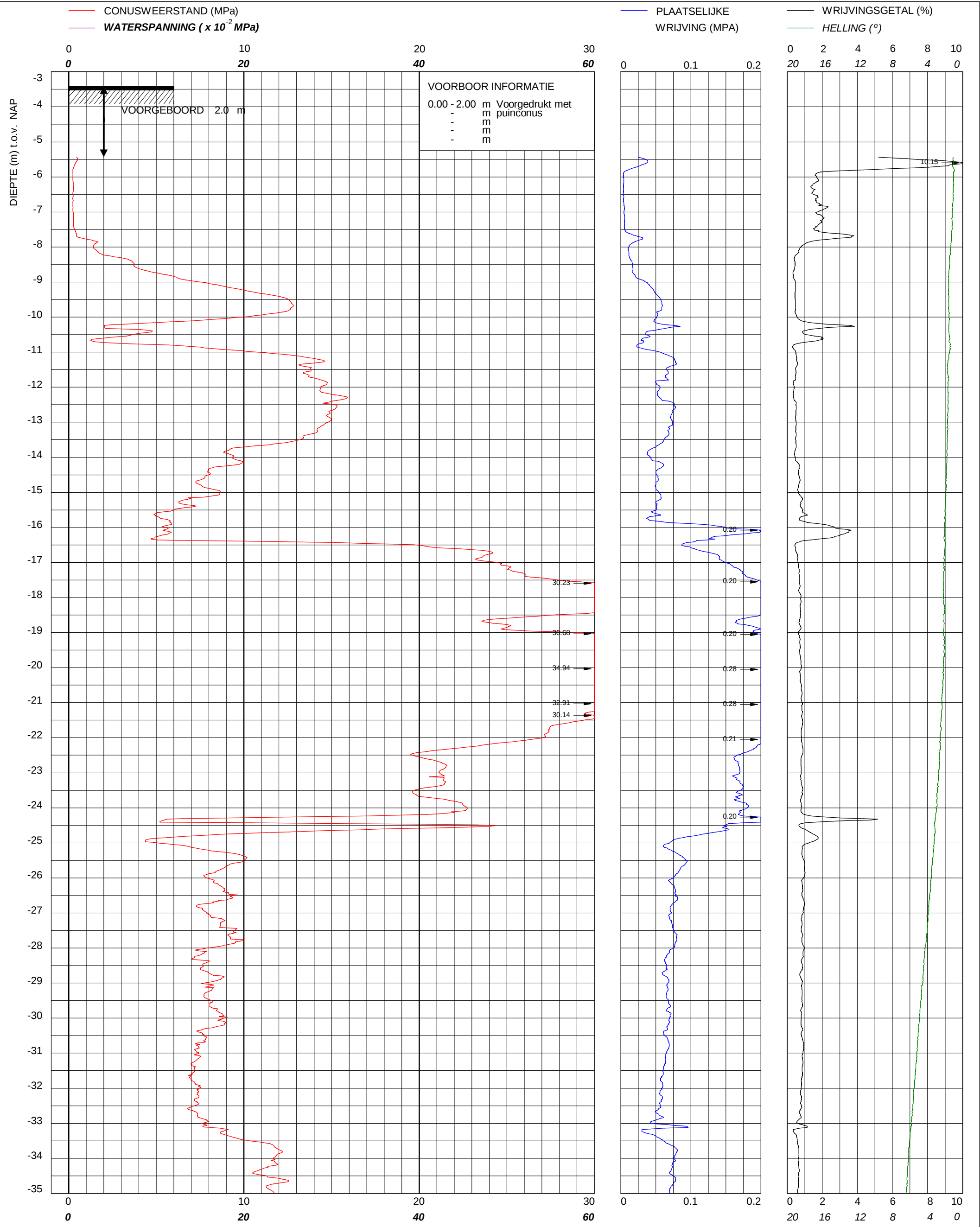
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 221202, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.59 m NAP	X	124646.05	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam		Km		Y	480443.68	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :
			Printdatum		1-11-2024		S16



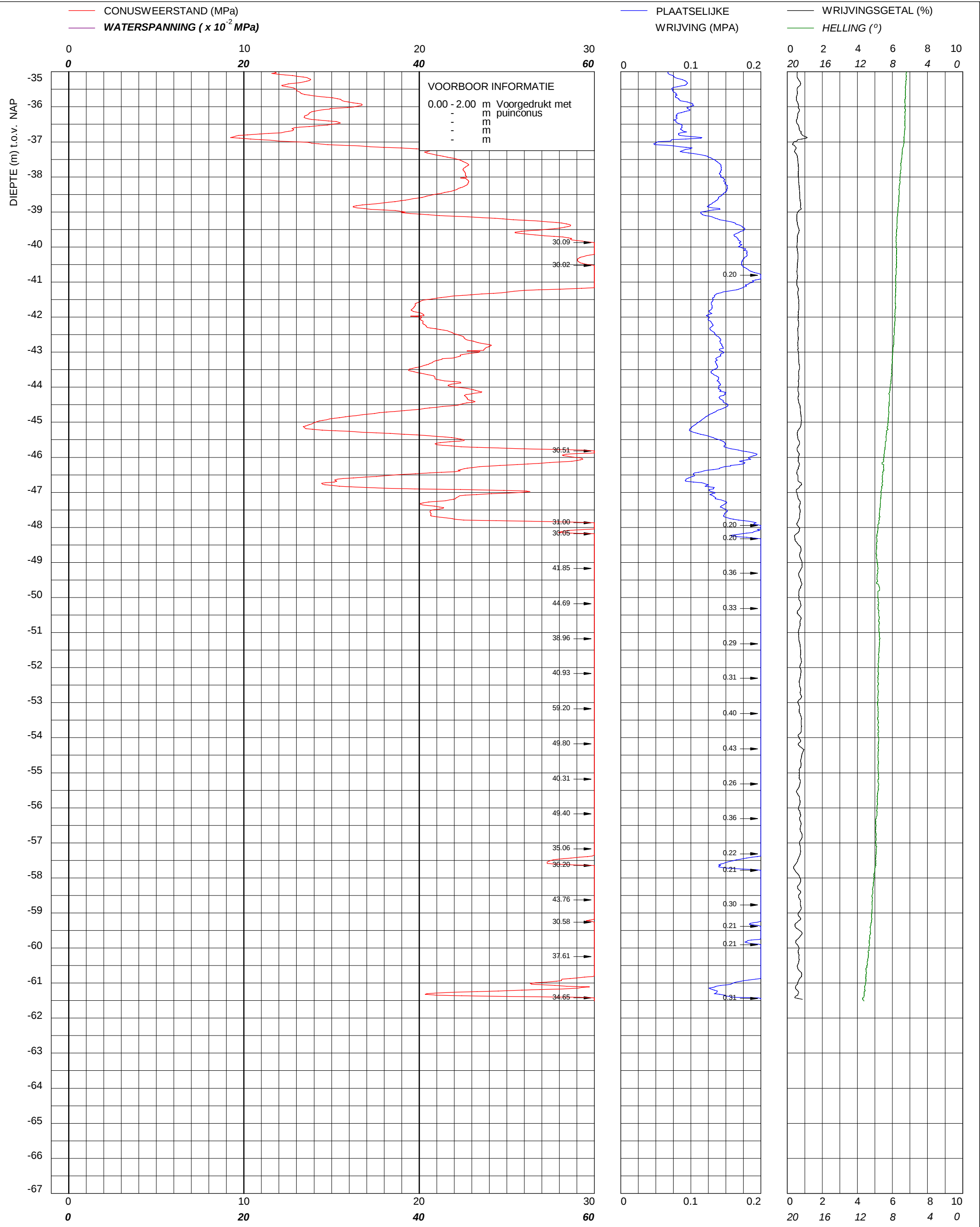
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.42 m NAP	X	124592.15	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV [redacted] te Amsterdam		Km		Y	480415.18	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :
			Printdatum		1-11-2024		S19



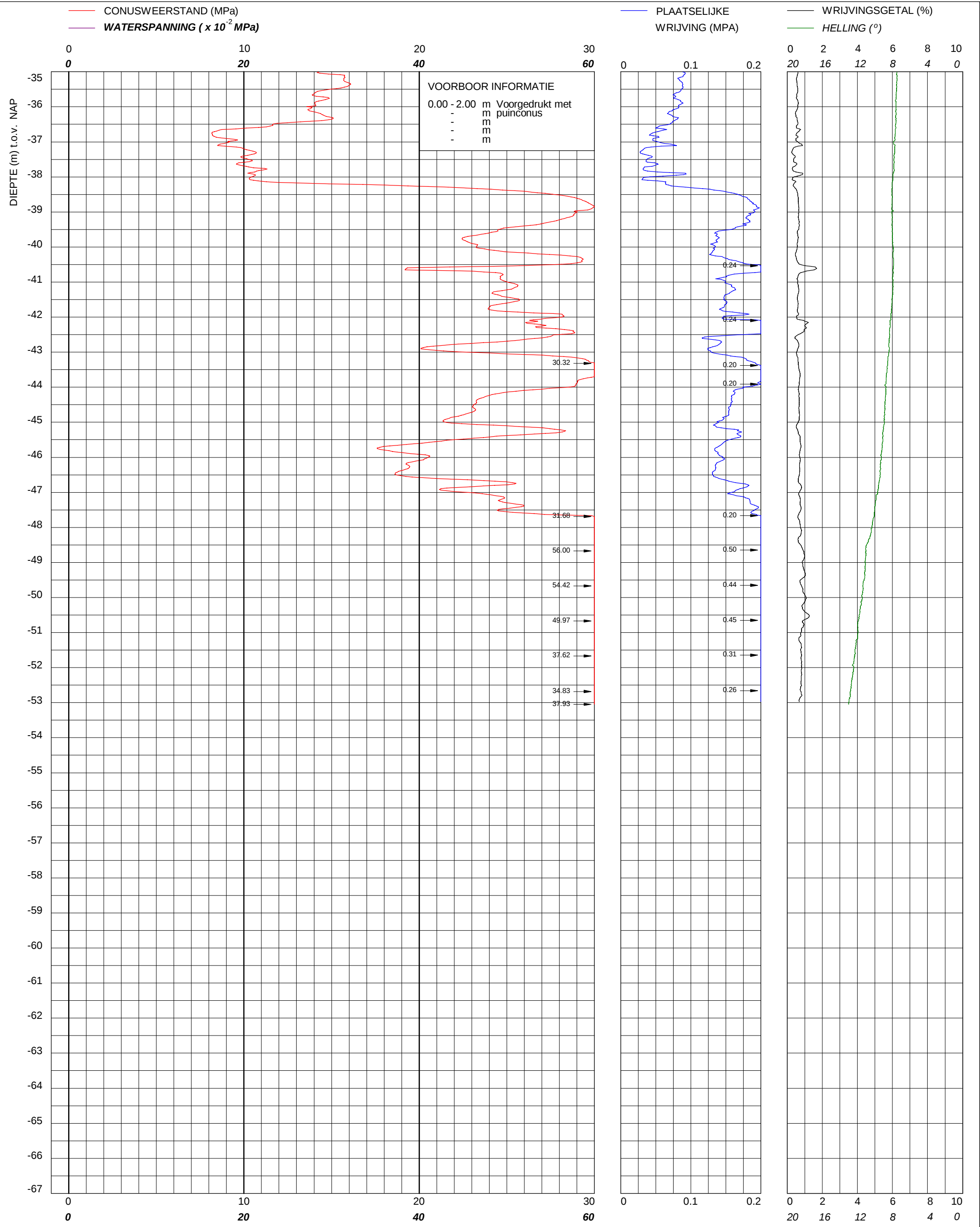
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 201035, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.42 m NAP	X	124592.15	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV [redacted] te Amsterdam		Km		Y	480415.18	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		1-11-2024		Locatiecode :
			Printdatum		1-11-2024		S19



bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 190932, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.42 m NAP	X	124573.16	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam		Km		Y	480405.23	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		31-10-2024		Locatiecode :
			Printdatum		1-11-2024		S20



bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 190932, Ac: 1.500 mm2		MV	-3.42 m NAP	X	124573.16	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV te Amsterdam		Km		Y	480405.23	02537.02.12
			Uitvoeringsdatum		31-10-2024		Locatiecode :
			Printdatum		1-11-2024		S20



Plaatsingsformulier peilfilters

Plaatsingsformulier peilfilters

Projectgegevens

Plaats	Amsterdam	Werknummer	02537.02.12
Werklocatie		Opdrachtgever	CRUX Engineering BV
Handboring/wegdrukfilter	Wegdrukfilter	Datum rapportage	1 november 2024
Voertuig	Optotruck3	Uitgevoerd door	

Filterstelling

Filternummer	Pb01		Pb02a		Pb02b	
Datum plaatsing	1 november 2024		1 november 2024		1 november 2024	
¹ Filter type	E		E		E	
Filterdiepte van ... tot ... [m – mv.]	01.00	2.00	01.00	2.00	09.00	10.00
Bovenkant stijgbuis m t.o.v. NAP	-3.33		-3.31		-3.36	
Maaiveld t.o.v. NAP	-3.28		-3.26		-3.26	
X-/Y-coördinaten	124609.08	480480.17	124549.80	480448.43	124549.80	480448.43

Afwerking

² Afdichting type	-		-		-	
Afdichting van ... tot ... [m – mv.]	-	-	-	-	-	-
Straatpot/Beschermkoker/Anders...	Straatpot		Straatpot		Straatpot	

Afpompen

³ Grondwaterstand [t.o.v.mv]	-1.66 m		-1.66 m		-2.05 m	
Datum schoonpompen	1 november 2024		1 november 2024		1 november 2024	
Opbrengst [goed/matig/slecht]	Goed		Goed		Goed	
Kleur	-		-		-	
Geur	-		-		-	
Helderheid [helder/matig troebel/troebel]	-		-		-	
Schoongepompt volume [liter]	10L		10L		15L	

Bijzonderheden

¹) Standaard (druk)filters:

minifilters

- Type A : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 6x8 mm tot mv.
Type B : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 10x12 mm tot mv.

1" (casing) filters:

- Type C : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
Type D : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
Type E : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
Type F : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
Type G : 1" filter staal type gasbuis met een lengte van 1.00 m.

²) Afdichting:

- Type 1 : Afdichting met een opstijvend mengsel van bentoniet met Dämmer-cement.
Type 2 : Afdichting met verzwaarde zwelkorrels.

³) Grondwaterstand: Grondwaterstand kan afwijken. Deze is opgenomen na het schoonpompen en dient zich nog te stabiliseren.

Bijlage 1 Bodemgegevens

Bijlage 2 Statistische grondwaterstanden

In (geo)hydrologische rapportages wordt vaak gebruik gemaakt van de statistische waarden gemiddeld hoogste grondwaterstand / stijghoogte (GHG / GHS), gemiddelde grondwaterstand / stijghoogte (GG / GS), gemiddeld laagste grondwaterstand / stijghoogte (GLG / GLS). Dit zijn statistische termen die een specifieke definitie hebben volgens het cultuurtechnisch vademecum. Zo wordt bijvoorbeeld de GHG door het cultuurtechnisch vademecum als volgt gedefinieerd:

“Gemiddelde van de HG3 over een periode van 8 jaar. De HG3 is het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) bij een meetfrequentie van tweemaal per maand (rond de 14e en 28e).”

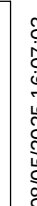
Er zijn zeer weinig peilbuizen op specifieke locaties in Nederland beschikbaar met een meetreeks van 8 jaar en de juiste meetfrequentie. Voor bouwprojecten op specifieke locaties is het dus vrijwel onmogelijk om de definitie uit het cultuurtechnisch vademecum aan te houden. Zodoende wordt in dit advies gebruik gemaakt van de 95% / 50% / 5% percentielwaarden als synoniem voor de GHG/GHS, GG/GS en GLG/GLS indien gebruik wordt gemaakt van peilbuizen om de grondwaterstand te bepalen. De meetreeks heeft bij voorkeur een minimale lengte van 1 jaar (om alle seizoenen minimaal één keer mee te nemen in de metingen) en er wordt bij voorkeur hoogfrequent gemeten.

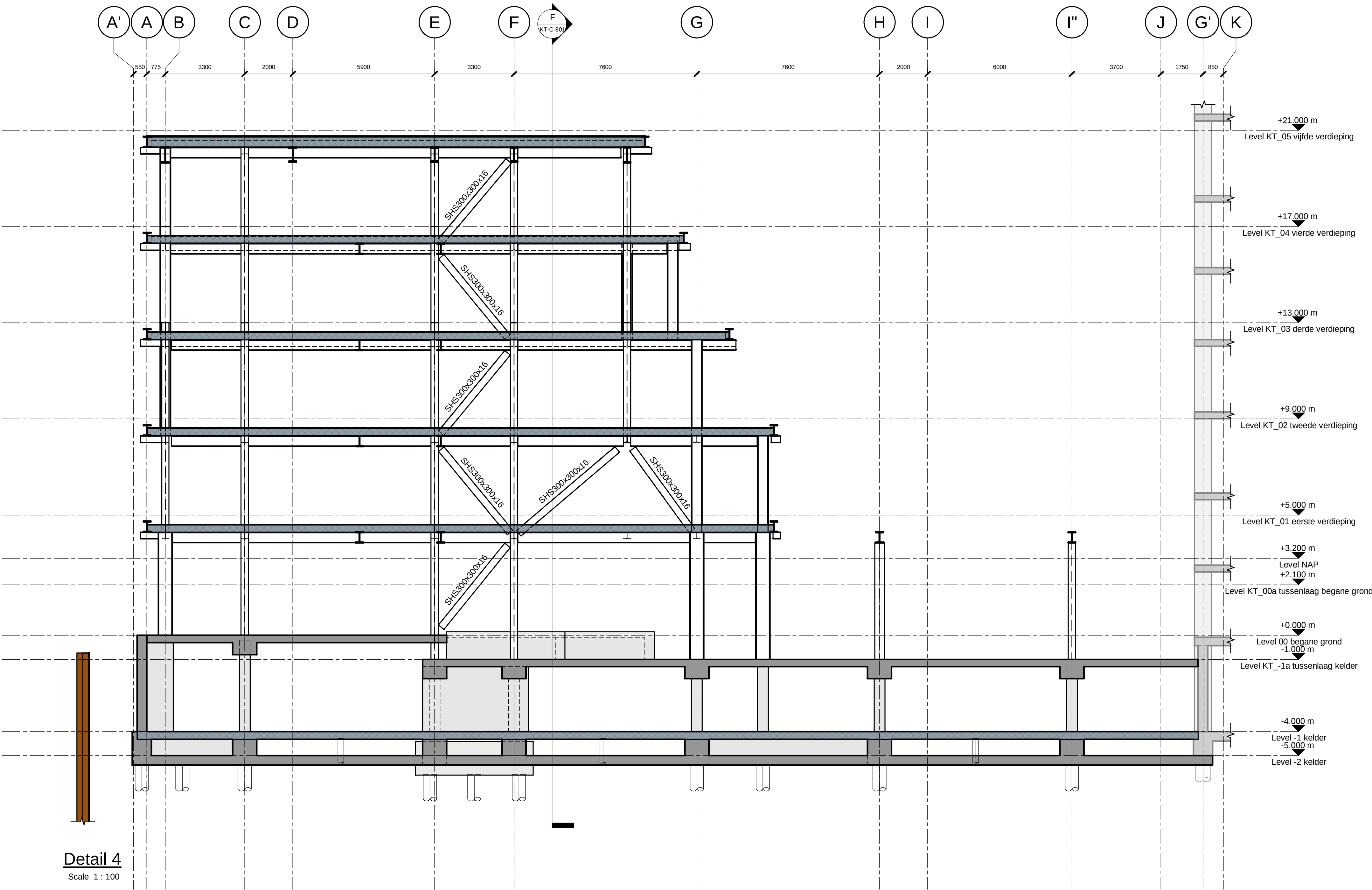
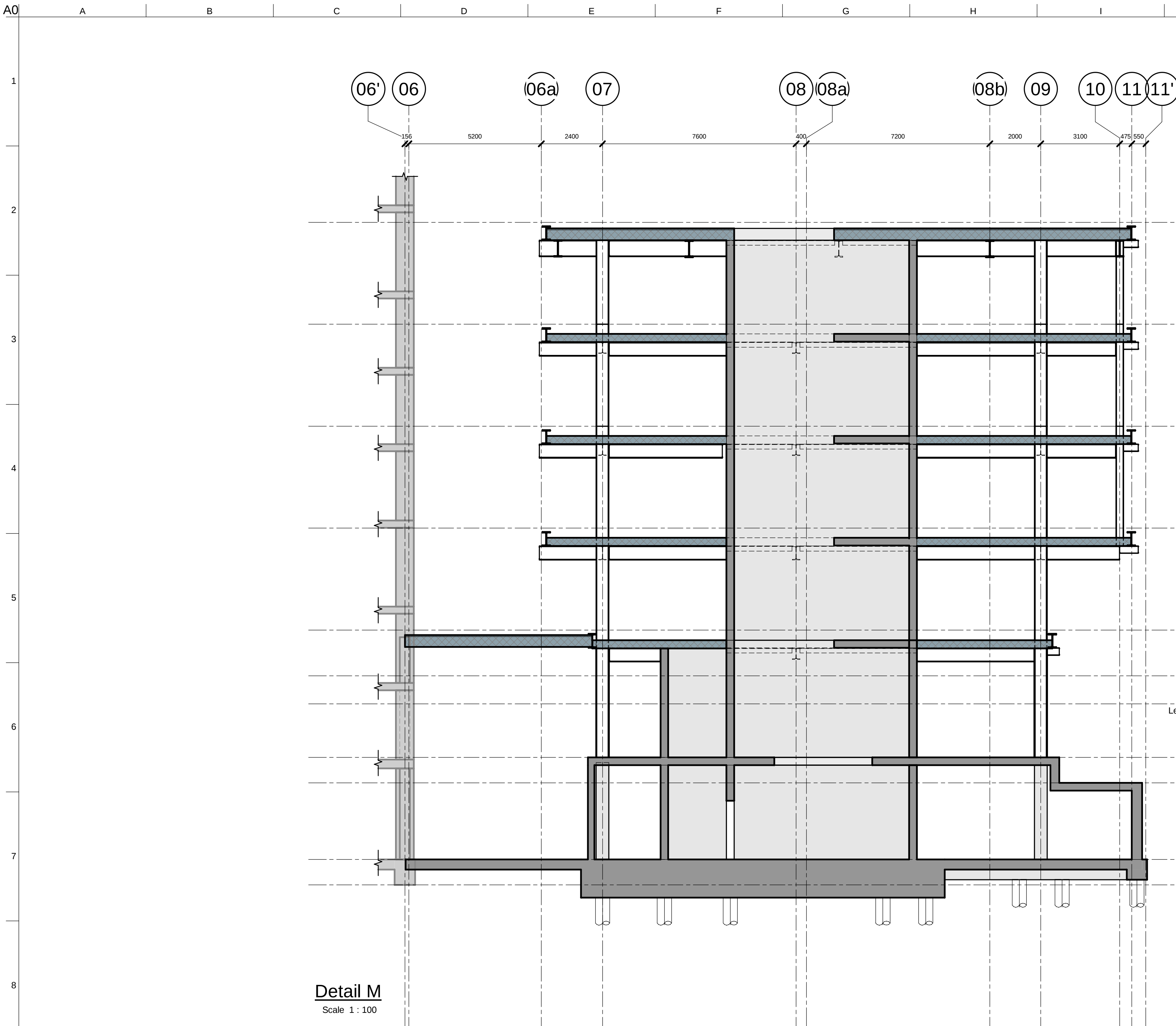
Berekende percentielwaarden grondwaterstand per peilbuis

Peilbuis nr.	Formatie	Laagst gemeten	GLG / GLS (5%-waarde)	GG / GS (50%-waarde)	GHG / GHS (95%-waarde)	Hoogst gemeten
[m t.o.v. NAP]						
G06035_fr	freatisch	-2,83	-1,73	-1,41	-1,28	-1,2
G070854_fr	freatisch	-2,54	-2,47	-2,32	-2,13	-2,04
H070532_fr	freatisch	-4,75	-4,68	-4,64	-4,56	-4,2
J06006_fr	freatisch	-4,03	-2,68	-2,55	-2,4	-2,27
H070533_fr	freatisch	-4,22	-4,18	-3,99	-3,86	-3,75
G070836_fr	freatisch	-4,52	-4,44	-4,02	-3,61	-3,33
H07140_fr	freatisch	-4,64	-4,51	-4,27	-3,94	-3,76
H07166_fr	freatisch	-4,26	-4,13	-3,85	-3,6	-3,55
H070536_fr	freatisch	-4,6	-4,54	-4,25	-4,03	-3,93
H08087_fr	freatisch	-4,02	-3,83	-3,58	-3,43	-3,27
H07085_fr	freatisch	-4,82	-4,68	-4,4	-4,19	-3,95
H07117_fr	freatisch	-4,13	-3,98	-3,72	-3,47	-3,22
H07086_fr	freatisch	-4,77	-4,69	-4,59	-4,51	-4,27
H07089_fr	freatisch	-5,55	-4,4	-4,12	-4,00	-3,87
F07136	overig	-4,91	-4,71	-4,58	-4,38	-4,29
H07156	overig	-4,69	-4,55	-4,32	-4,08	-3,9
J08047	overig	-3,51	-3,43	-3,34	-3,23	-3,19
H08213	WVP	-3,52	-3,5	-3,43	-3,28	-2
H07140	WVP	-4,87	-4,46	-3,7	-3,59	-3,52
H07150	WVP	-5,06	-5,02	-4,81	-4,59	-4,49
G08075	WVP	-3,78	-3,63	-3,53	-3,45	-3,36
G070837	WVP	-3,49	-3,38	-3,28	-3,2	-2,42
G07036	WVP	-3,93	-3,74	-3,48	-3,3	-3,19

Peilbuis nr.	Formatie	Laagst gemeten	GLG / GLS (5%-waarde)	GG / GS (50%-waarde)	GHG / GHS (95%-waarde)	Hoogst gemeten
		<i>[m t.o.v. NAP]</i>				
G07084	WVP	-3,34	-3,24	-3,14	-3,01	-2,98
H07151	WVP	-4,02	-4,01	-3,88	-3,73	-3,73
G07129	WVP	-3,5	-3,39	-3,21	-2,92	-2,8
G07077	WVP	-3,74	-3,7	-3,62	-3,31	-3,17

Bijlage 3 Ontwerptekeningen





Legenda

- Peil = -3,2m N.A.P.
- Maatvoering in mm.
- Hoogtematen ruwe vloer in mm t.o.v. N.A.P.
- Betonkwaliteit HMG beton: C30/37, tenzij anders aangegeven
- Betonkwaliteit HMG funderingselementen beton: C30/37, tenzij anders aangegeven
- Betonkwaliteit HMG beton kolommen: C30/37, tenzij anders aangegeven
- Kolommen op de verdiepingvloeren zijn voorzien van ponswapening in de vloer
- Betonkwaliteit Prefab C45/55 tenzij anders aangegeven
- Bestaande constructies indicatief aangegeven. Positie in te meten en bevestigen voor aanvang constructie.
- Staalwalen: S355, tenzij anders vermeld. Staalconstructies brandwerend coating of bekleden.
- Wapeningstaal kwaliteit: B500B
- Vloer brandwerendheid zie brandrapportage.
- Alleen sparringen > 250mm of indien van invloed op de constructie aangegeven.
- Prefab trappen en bordessen volgens opgave architect.

0

0

+

Peilmaat ruwe constructievloer in mm t.o.v. N.A.P.

0

0

+

Vloerdikte constructievloer exclusief afwerklaag in mm

= Doorsnede in het werkgestort beton

= Aanzicht in het werkgestort beton

kolom boven de vloer

kolom onder de vloer

kolom doorlopend

Maatvoering in het werk te controleren door de aannemer

Overzicht

1

09-05-2025

Voorlopig Ontwerp

0

17-04-2025

Voorlopig Ontwerp

Rev.

Datum

Omschrijving

Arup Project Team

Haaksbergweg

Ontwikkelaar

IntReal International Real Estate Kapitalverwaltungsgesellschaft

Orderwerp

Doorsnede 4-4 en M-M

Formaat

A0

Schaal

1 : 100

Ontv. Acc. Acc.

KV / RS / MV

Notaris

Notaris 115, 1042 CA Amsterdam Postbus 57145, 1040 BA Amsterdam Tel +31 (0)20 303 8900 www.arup.com

Arup Projectnummer

303597-00

Fase

VO

Status

Definitief

Tekeningnummer

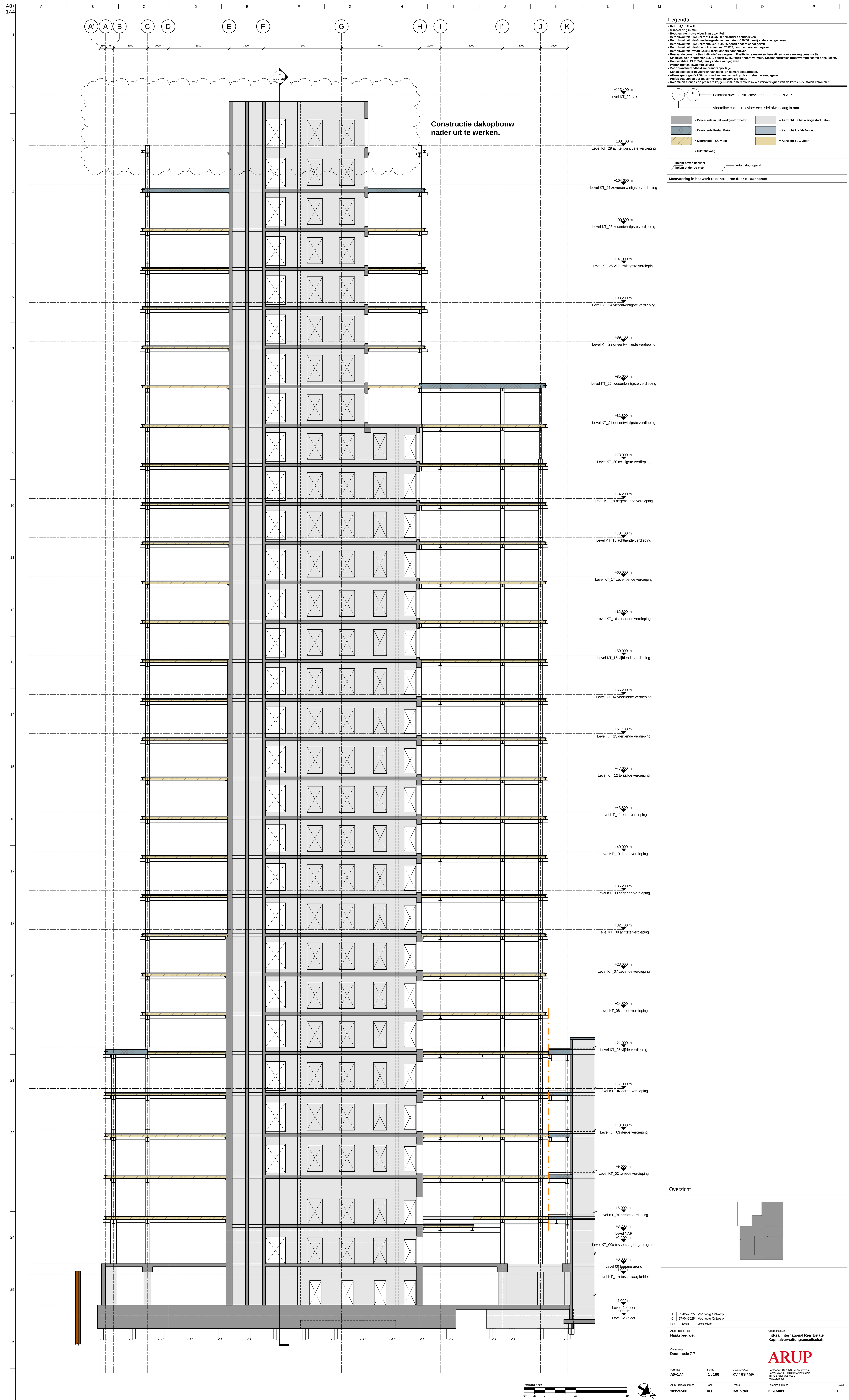
KT-C-802

Revisie

1

ARUP

© Arup bv



Bijlage 4 Resultaat verticaal evenwicht

Sheet	Toets opdrijven		
Project			
Projectnummer	24228	Opmerking: onderdeel 2-laags	
Fase / onderdeel	DO - poeren		
Datum	7-11-2025		
Opsteller	ven		
		versie v031	versiedatum 5-11-2021

P:\241xx\24228 Arup \dam\04 REK\Excel\RA24228a1 gw-neutraal bouwen\QSH24228 Opdrijven v031_JH.xlsb)Ontgraven -10,1

Invoergegevens

Ontgravingsniveau	-9.83	m tov NAP	Zandlaagje op bodem		m
Waterpeil in ontgraving (lage waarde)	-10.1	m tov NAP			
Stijghoogte in w.v.p.	-3.6	m tov NAP			
Waterspanning tegen onderkant laag	10. 6. Klei siltig		☐ Taludinvloed in rekening brengen		
Evenwichtsniveau	-24.0	m tov NAP	☐ Wrijving in rekening brengen		
Belastingfactor $\gamma_{G;stb}$	0.9	-			

Berekende veiligheid: gewicht d_2

d_1 (afstand maaiveld - ontgravingsniveau)	-	m	n.v.t., geen talud invloed
d_2 (afstand ontgraving - evenwichtsniveau)	14.17	m	

Druk omlaag	239.7	kN/m ²
Druk omhoog	200.1	kN/m ²

Veiligheidsfactor	SF	1.2	-/-
Unity check	u.c.	0.84	-/-
Veiligheid tegen opdrijven:		Voldoet	

Berekening gewicht grond onder ontgraving (in d_2)

laag	b.k.laag m tov NAP	o.k.laag m tov NAP	γ_k kN/m ³	dikte m	G_k kN/m ²	neerwaarts	opwaarts
						$G_{d,i}$ kN/m ²	waterdruk kN/m ²
5 5. Zand, matig	-9.83	-10.1	18.0	0.27	4.86	4.37	
5 5. Zand, matig	-10.1	-10.5	20.0	0.4	8.0	7.2	
6 6. Klei siltig	-10.5	-11.0	16.5	0.5	8.25	7.43	
7 7. Zand matig	-11.0	-15.5	20.0	4.5	90.0	81.0	
8 4. Basisveen	-15.5	-16.0	11.5	0.5	5.75	5.18	
9 9. Zand matig	-16.0	-21.0	20.0	5.0	100.0	90.0	
10 6. Klei siltig	-21.0	-24.0	16.5	3.0	49.5	44.55	
14.17						266.4	
						totaal: 239.7	200.1

Sheet	Toets opdrijven		
Project			
Projectnummer	24228	Opmerking:	
Fase / onderdeel	DO-poeren	onderdeel 2-laags	
Datum	7-11-2025		
Opsteller	ven		
			versie v031 versiedatum 5-11-2021

P:\241xx\24228 Arup \A'dam\04 REK\Excel\RA24228a1 gw-neutraal bouwen\QSH24228 Opdrijven v031 JH.xlsb\Ontgraven -10,1 (2)

Invoergegevens

Ontgravingsniveau	-9.83	m tov NAP
Waterpeil in ontgraving (lage waarde)	-10.1	m tov NAP
Stijghoogte in w.v.p.	-3.6	m tov NAP
Waterspanning tegen onderkant laag	6. 6. Klei siltig	
Evenwichtsniveau	-11.0	m tov NAP
Belastingfactor γ_{Gstb}	0.9	-

Zandlaagje op bodem		m
---------------------	--	---

- ☐ Taludinvloed in rekening brengen
- ☐ Wrijving in rekening brengen

Berekende veiligheid: gewicht d_2

d ₁ (afstand maaiveld - ontgravingsniveau)	-	m	n.v.t., geen talud invloed
d ₂ (afstand ontgraving - evenwichtsniveau)	1.17	m	

Druk omlaag	19.0	kN/m ²
Druk omhoog	72.6	kN/m ²

Veiligheidsfactor	SF	0.26	-/-
Unity check	u.c.	3.82	-/-

Veiligheid tegen opdrijven: Voldoet niet

Berekening gewicht grond onder ontgraving (in d₂)

Berekening gewicht grond onder ontgraving (in d ₂)							neerwaarts	opwaarts	
laag		b.k.laag m tov NAP	o.k.laag m tov NAP	γ _k kN/m ³	dikte m	G _k kN/m ²	G _{dji} kN/m ²	waterdruk kN/m ²	
5	5. Zand, matig	-9.83	-10.1	18.0	0.27	4.86	4.37		
5	5. Zand, matig	-10.1	-10.5	20.0	0.4	8.0	7.2		
6	6. Klei siltig	-10.5	-11.0	16.5	0.5	8.25	7.43		
					1.17	21.1	totaal:	19.0	72.6

Bijlage 5 Toetsopmerkingen Waternet

Reactie waternet in **blauw**, reactie CRUX in **rood**

Beoordeeld rapport

CRUX. Advies grondwaterneutraal bouwen [REDACTED] Amsterdam. Kenmerk: RA24228a2 versie 2.

Datum: 27-03-25

Het gaat hierbij om een herziene versie van het kelderadvies. In **blauw** is de herbeoordeling gegeven op de revisiepunten uit de eerste beoordeling.

Beschouwing barrièrewerking – rekenwijze en mitigatie

- Par 2.4.5 blz 8: Het moet tot NAP -4,0 zijn en niet NAP +4,0 m
Aangepast en akkoord.
- Par 3.2 blz 14: Er wordt hier een kD waarde tussen 0 en 3 m²/dag. Volgens mij moet hier k-waarde staan i.p.v. kD waarde. Als ik de kD terugreken op basis van tabel 2 kom ik op hogere kD waarden. Ik snap de waarde 0-3 m²/d ook niet.
Niet aangepast. Op basis van GHG en GLG en de diepte van het Hollandveen op NAP -5 m, kom je op een dikte tussen 0 (bij GLG; pakket valt droog) en 1 m (bij een GHG) uit. Daarmee is de (verzadigde) kD van 0 tot 3 m²/d plausibel. Dit behoeft dus geen aanpassing en is akkoord.
- Par 3.2, tabel 7 blz 14: Er staat [mm] grondwateraanvulling. Ik neem aan dat hier mm/dag bedoeld wordt?
Aangepast en akkoord.
- Par 4.1 blz 15. Er staat dat het model gekalibreerd is. Maar hoe goed doet het model het? Wat zijn de verschillen van het model tov van de metingen. Graag een tabel of figuur wordt toegevoegd. Rekent het model iets te nat of te droog? Dat er verschillen zijn ver buiten het gebied maakt voor deze vraag niet veel uit, maar het is belangrijk om te zien of het verhang ter plaatse van de projectlocatie een overschatting of onderschatting is.
Een kalibratieresultaat ('bollenkaart') is toegevoegd. Hieruit blijkt dat het model de grondwaterstanden (GHG en GLG) maximaal 11 cm afwijkt, het model presteert dus goed. Een zin wat het kaartje zegt over de modelprestatie had toegevoegd mogen worden, maar belangrijkste is dat het kaartje nu is toegevoegd. Daarmee is dit punt verwerkt en akkoord.
- Par 4.4 tabel 9: Er is een fout in de berekening. Verhang moet dimensieloos zijn. Nu wordt er nog een factor 100 nog in het verhang meegenomen. Het debiet is momenteel zwaar overschat. Graag aanpassen.
Aangepast en kloppend, wat wel opvalt is dat het verhang wel is veranderd ten opzichte van de eerste versie van het rapport. De reden is me niet helemaal duidelijk, maar op basis van de kalibratiekaart is het verhang wel plausibel. De uiteindelijk berekende debieten zijn nu wel kloppend.
- Par 4.4 tabel 9: Debietsverschil voor en na kelder is groter dan 10% dus niet grondwaterneutraal. De 5cm effectsgrens overschrijdt ook het nabijgelegen perceelsgrens,
 - Omdat de debieten 100x kleiner moeten zijn dan gepresenteerd zal er weinig stroming zijn, ben ik het daarom eens dat een mitigerende maatregeloverbodig is. Daarbij zal 5cm bij de toren inderdaad niet tot negatieve effecten leiden.

De herberekende debieten kloppen nu wel en zijn inderdaad een factor 100 kleiner. Wat betreft het niet toepassen van mitigatie is het denk ik gegrond om op basis van de kleine doorstroomdebieten (0,1 m³/d) en geringe grondwatereffecten (< 5 cm) te zeggen dat geen mitigatie nodig is.

Hierbij wel de kanttekening dat de praktische bezwaren als ruimtegebrek en de technische lastige uitvoerbaarheid, niet direct een reden zijn om geen mitigatie toe te passen. In dit specifieke geval is het gegrond om geen mitigatie toe te passen, vanwege de beperkte debieten en grondwatereffecten. Het is echter belangrijk om te benadrukken dat deze afweging contextafhankelijk is. Bij toekomstige projecten waarin de grondwatereffecten en/of debieten significant groter zijn, kan mitigatie noodzakelijk zijn. In dergelijke gevallen worden de praktische bezwaren als ruimtegebrek en de lastige

technische uitvoerbaarheid, niet zonder meer als doorslaggevend beschouwd om mitigatie achterwege te laten.

- Tabel 9 en tabel 10: Er staat een ** bij horizontaal debiet, maar die verwijst nergens naar. Is verwijderd en akkoord

Algemeen punt m.b.t. resterende deklaagdikte

De deklaagdikte wordt bijna volledig afgegraven, zodat minder dan 1,5 m deklaagdikte overblijft. Volgens het afwegingskader dient een minimale deklaagdikte van 1,5 m te resteren om permanente welvorming te voorkomen (of dat een verontreiniging zich verplaatst naar het eerste watervoerende pakket in wegzijgingsgebieden). In de verdere uitvoering dient daarom nadrukkelijk te worden aangetoond hoe wordt voorkomen dat geen permanente welvorming optreedt. Bijvoorbeeld door het aanbrengen van bentoniet langs de kelderwanden/damwanden, zodat het freatisch pakket niet in een (vrijwel) directe open verbinding komt te staan met het eerste watervoerende pakket.

Advies

Alle opmerkingen zijn naar alle tevredenheid verbeterd en onderbouwd. Echter, blijft op basis van het ontwerp minder dan 1,5 m aan de deklaag over, waardoor een risico bestaat op permanente welvorming. Dit is onwenselijk en is daarom als richtlijn opgenomen in het Afwegingskader Grondwaterneutrale Kelders Amsterdam. In het voorliggende advies ontbreekt een duidelijke onderbouwing waarin wordt aangetoond hoe permanente welvorming bij de verdere uitvoering wordt voorkomen. Aangezien deze onderbouwing essentieel is voor een positief oordeel, wordt op basis van de huidige informatie een **negatief** advies afgegeven

Daarnaast wijzen wij op het volgende aandachtspunt:

- Praktische bezwaren als ruimtegebrek en de technische lastige uitvoerbaarheid, zijn op zichzelf geen doorslaggevende reden om geen mitigatie toe te passen. In dit specifieke geval is het gegrond om geen mitigatie toe te passen, vanwege de beperkte debieten en de geringe grondwatereffecten. Het is echter belangrijk om te benadrukken dat deze afweging contextafhankelijk is.

Advies is bijgewerkt op basis van DO, hierdoor blijft overal minimaal 1,5 m deklaag beschikbaar. Dit is toegelicht in hoofdstuk 7.