

Raamplein 1 B.V.

p/a Raphaelplein 27B
1077 PX Amsterdam

Rapport

Onderwerp

update gw-neutraal bouwen Raamplein 1 te Amsterdam

Projectnummer

26123

Ons kenmerk

RA26123a1

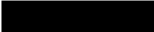
Versie

1

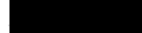
Datum

13 maart 2026

Opgesteld



Gecontroleerd

 Ven Msc

Vrijgave

ing. 



Pagina's

21

Formulier

RA-002

© 2026 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:\261xx\26123 FRED aanvullend onderzoek Raamplein 1 AMS\01 RAP\RA26123a1 Update gw-
Raamplein 1 Amsterdam.docx

Inhoudsopgave

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Inhoud

1 Inleiding	4
1.1 Algemeen	4
1.2 Projectlocatie	4
2 Uitgangspunten	5
2.1 Documenten	5
2.2 Toetsingskader	5
2.2.1 Achtergrond	5
2.2.2 Geohydrologisch onderzoek	6
2.3 Bodemopbouw	6
2.4 (Grond)waterstanden	7
2.4.1 Algemeen	7
2.4.2 Grondwaterstand	8
2.4.3 Stijghoogte diepere zandlagen	8
2.4.4 Samenvatting	9
2.5 Realisatieplan situering kelder	10
2.5.1 Ontwerp	10
2.5.2 Verandering in situering	11
2.5.3 Beschikbare ruimte	12
2.6 Belendingen	12
2.7 Verticaal evenwicht	13
3 Rekenmethodiek	13
3.1 Grondwatermodel	13
3.2 Geohydrologische parameters freatisch pakket	13
4 Resultaat geohydrologische berekening	14
4.1 Isohypsen natuurlijk grondwaterstanden	14
4.2 Freatisch pakket	16
4.3 Wadzandlaag / Eerste Zandlaag	17
4.4 Debietberekening	17
5 Mitigerende maatregelen	17
5.1 Aanleiding	17
5.2 Maatregelen doorstroomvermogen freatisch pakket	18
5.4 Wadzandlaag	19
5.5 Afdichting deklaag	19
5.6 Aanleg grindkoffer	19
5.7 Monitoring	20
6 Conclusies	21
Bijlage 1 Bodemgegevens	22
Bijlage 2 Statistische grondwaterstanden	23

Ons kenmerk

RA26123a1

Pagina

2/21

Bijlage 3	Ontwerptekeningen	24
Bijlage 4	Resultaat verticaal evenwicht	25
Bijlage 5	Aanvullende vragen gemeente Amsterdam	26

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
RA26123a1

Lijst van Figuren

–

Figuur 1 Projectlocatie	4
Figuur 2 Maatgevende boring B25G0266 [5]	7
Figuur 3 Peilbuislocaties met meetreeksen grondwater met in geel : 5%- waarde, blauw : 50%-waarde en groen : 95%-waarde.....	8
Figuur 4 Gemeten grondwaterstand in peilbuis E05258	8
Figuur 5 Peilbuislocaties met meetreeksen stijghoogte met in geel : 5%- waarde, blauw : 50%-waarde en groen : 95%-waarde.....	9
Figuur 6 Gemeten stijghoogte in peilbuizen E051290 (Wadzand) en D05624 (1 ^e Zandlaag)	9
Figuur 7 Statistische waarden op de meetreeksen van de grondwaterstand	9
Figuur 8 Ontgravingsniveau t.b.v. keldervloer [6]	11
Figuur 9 Doorsnede A-A [7]	11
Figuur 10 Contour kelder (paars vlak) in relatie tot de kavelgrens (zwarte lijnen)	12
Figuur 11 verdeling oppervlaktentypes rondom de projectlocatie.....	14
Figuur 12 Grondwaterstanden in het freatisch pakket ter hoogte van de projectlocatie tijdens een GHG-situatie inclusief klimaatscenario WH2050.....	15
Figuur 13 Grondwaterstanden in het freatisch pakket ter hoogte van de projectlocatie tijdens een GLG-situatie.....	16
Figuur 14 Afwijking berekende grondwaterstand GHG-situatie.....	16
Figuur 15 Voorstel locatie projectpeilbuizen	20

Lijst van Tabellen

–

Tabel 2 Grondopbouw en bijbehorende doorlatendheden.....	7
Tabel 3 Samenvatting diepte keldervloer.....	10
Tabel 4 Samenvatting wijzigingen in het grondwatersysteem	11
Tabel 5 Grondwateraanvulling per oppervlakte type	14
Tabel 6 Natuurlijk verhang van de grondwaterstand ter hoogte van de projectlocatie	15
Tabel 7 Debietberekening verandering in de toekomstige situatie	17
Tabel 8 Debietsberekening grondwaterpassage	19

Pagina
3/21

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Raamplein 1 B.V. heeft CRUX Engineering B.V. een geohydrologische analyse opgesteld voor het project Raamplein 1 te Amsterdam. In deze analyse worden de gevolgen van de realisatie van een kelder op de grondwaterstand en de grondwaterstroming in de permanente situatie geïnventariseerd. Met dit doel is eerder het rapport NT22188a2 opgesteld waar een toetsing van Waternet op heeft plaatsgevonden met kenmerk 22.007803 als onderdeel van de aanvraag omgevingsvergunning. Het commentaar vanuit de toetsing is verwerkt in versies NT22188a3 en NT22188a4.

Het rapport is geactualiseerd omdat:

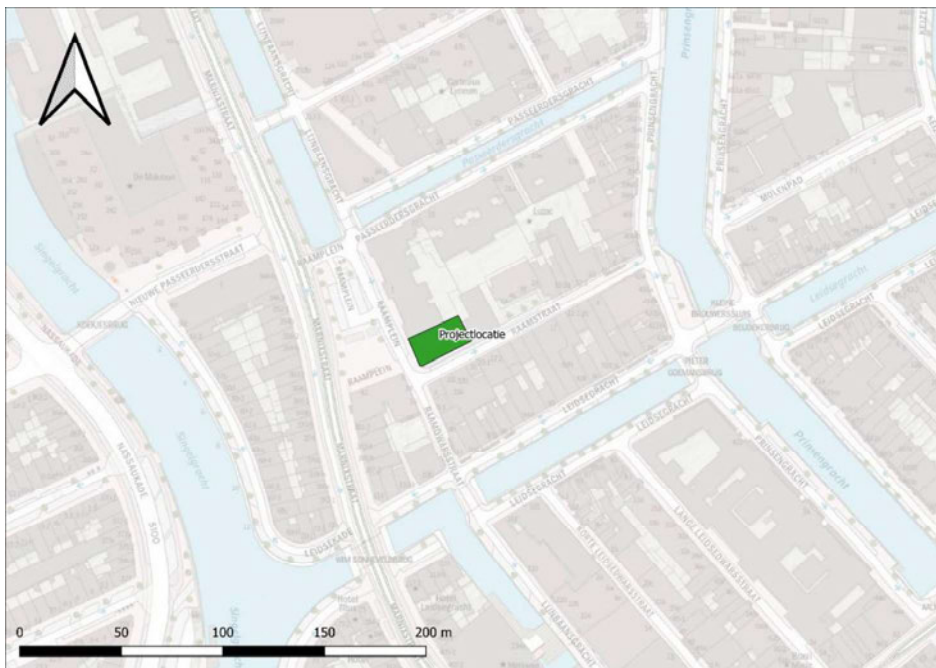
1. Het kelderoppervlak ten opzichte van het eerdere ontwerp is gewijzigd van 290 m² naar 307 m² en
2. Enkele zienswijzen aanleiding gaven om het rapport aan te vullen. Gestelde vragen en antwoorden zijn opgenomen in Bijlage 5.

De doelstelling van dit rapport is om eventuele effecten die ontstaan door 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 Projectlocatie

De projectlocatie ligt aan het Raamplein 1 in Amsterdam. De projectlocatie is gelegen in het centrum van Amsterdam, nabij de Passeerdersgracht en op een afstand van circa 100 meter van de Singelgracht (zie Figuur 1).

Door de realisatie van de kelder tot NAP -6,0 m wordt het freatisch pakket afgesloten.



Figuur 1 Projectlocatie

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

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

- [1] Gemeente Amsterdam; Bestemmingsplan grondwaterneutrale kelders; kenmerk: NL.IMRO.0363.GA2102PBPST-VG01;
<https://planviewer.nl/>
- [2] Gemeente Amsterdam; *Afwegingskader grondwaterneutrale kelders Amsterdam*; d.d. 20-01-2021
- [3] Gemeente Amsterdam; *Gebiedsspoor – maatregelen per buurt*; kaart nr 2020-10000034; d.d. 28-04-2020
- [4] Gemeente Amsterdam; *Indieningsvereisten paraplubestemmingsplan Grondwaterneutrale kelders*; 2022-1000290; d.d. 27-07-2022
- [5] Fugro; *Geotechnisch onderzoek Nieuwbouw Raamplein 1 Amsterdam*; 1018-0327-000; 19-11-2018.
- [6] MVSA Architects; *tekening kelder*; 15303-BN001_1; d.d. 18-04-2023.
- [7] MVSA Architects; *tekening doorsnede A-A*; 15303-03-doorsnede A-A; d.d. 10-07-2023.

Ons kenmerk
RA26123a1

Pagina
5/21

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

- [8] Gemeente Amsterdam; *Rioleringsplan Amsterdam 2022-2027*.
- [9] Dinoloket; Ondergrondgegevens;
www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens;
- [10] Gemeente Amsterdam; 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, met name bij cumulatieve kelderbouw. Dit leidt mogelijk tot onder- en overlast van het grondwater. Om negatieve effecten te voorkomen moeten kelders binnen gemeente Amsterdam worden getoetst aan het bestemmingsplan 'grondwaterneutrale kelders' [1]. In het bestemmingsplan [1] wordt in artikel 5.3 sub a onderscheid gemaakt tussen enerzijds het bouwen van kelders kleiner dan 300 m² en/of minder dan 4 meter beneden maaiveld en anderzijds het bouwen van kelders groter dan 300 m² of met een bouwdiepte van meer dan 4 meter.

Voor kelders met een totale brutovloeroppervlakte van meer dan 300 m² of een bouwdiepte van meer dan 4 meter moet worden aangetoond op basis van een geohydrologisch onderzoek dat het bouwplan grondwaterneutraal kan worden uitgevoerd. Hierbij gelden de volgende definities:

- Grondwaterneutraal bouwen (artikel 1.13 in [1]): het bouwen van een kelder waarbij de stand en stroming van het grondwater buiten het perceel waarop de kelder is geprojecteerd niet of nauwelijks veranderen, waar mogelijk zal verbeteren, en geen negatieve

grondwatereffecten optreden. Tot negatieve effecten worden in ieder geval gerekend risico's op opbarsten van de deklaag, welvorming, grondwateroverlast en grondwateronderlast.

- Kelder (artikel 1.14 in [1]): ondergronds (deel van een) gebouw, ongeacht de benaming hiervoor in het moederplan, zoals bijv. bijzondere bouwlaag, souterrain, parkeerkelder, e.d., uitgezonderd funderingsconstructies, voor zover de onderkant van de vloer van de betreffende bouwlaag dieper is gelegen dan 0,5 meter onder het peil.
- Peil (artikel 1.17 in [1]):
 - voor gebouwen direct grenzend aan de weg: de hoogte van de kruin van de weg ter plaatse van de hoofdtoegang;
 - voor gebouwen waarvan de hoofdtoegang niet direct aan de weg grenst: de hoogte van de kruin van de weg ter plaatse van de hoofdtoegang tot het perceel waar het gebouw zich op bevindt.

2.2.2 Geohydrologisch onderzoek

De kelder van Raamplein 1 heeft een oppervlakte van 307 m² en een diepte meer dan MV -4m waardoor een maatwerk advies (geohydrologisch onderzoek) noodzakelijk is. Het maatwerk advies gaat gepaard met een projectspecifieke toetsing als onderdeel van de omgevingsvergunning. Op voorhand is bekend dat in elk geval wordt gevraagd aan onderstaande punten aandacht te besteden:

- Eventuele mitigerende maatregelen mogen niet meer dan 10% worden over- of ondergedimensioneerd.
- 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 aanvragen van de omgevingsvergunning dient verder te worden voldaan aan de indieningsvereisten van Gemeente Amsterdam zoals beschreven in referentie [4]. Aanbevolen wordt om kennis te nemen van tabel 2 uit het document indieningsvereisten van gemeente Amsterdam.

2.3 Bodemopbouw

De bodemopbouw op de locatie is samengevat in Tabel 1. Voor de geohydrologische beschouwing is tevens de doorlatendheid weergegeven in de tabel. De doorlatendheid is gebaseerd op REGIS II, bodembeschrijving uit boring B25G0266 zoals gerapporteerd in het Dinoloket [9], project specifieke sonderingen [5] en ervaring van CRUX in nabijgelegen projecten.

De overgang tussen topzandlaag en onderliggende kleilaag is bepaald aan de hand van voorboringen van project specifieke sonderingen.

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

Tabel 1 Grondopbouw en bijbehorende doorlatendheden.

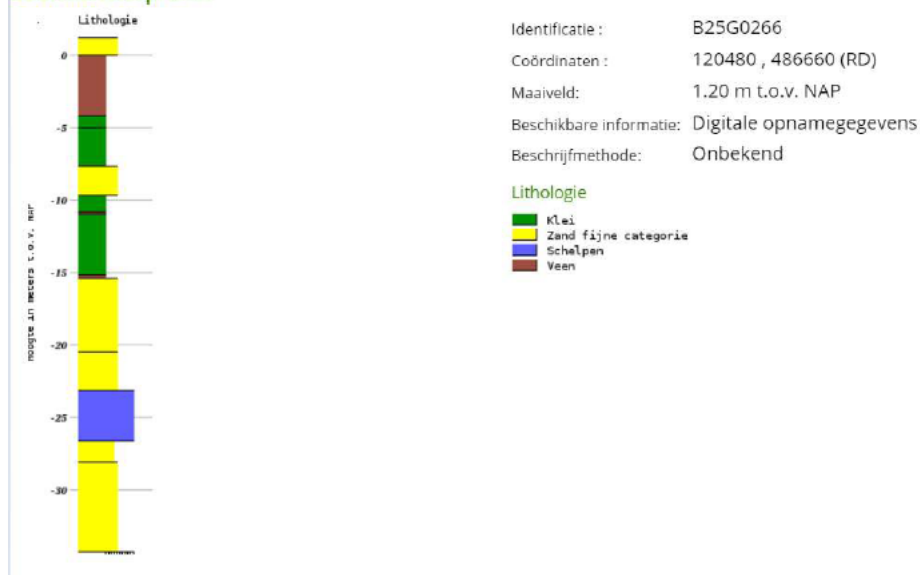
Formatie	Grondlaag	Bovenkant grondlaag [m NAP]	Doorlatendheid [m/d]	
			Horizontaal	Verticaal
Ophoog laag (freatisch pakket)	Zand	+0,8 à +1,2	5	1
Holoceen Deklaag*	Klei	-0,1 à -1,0	1	1
	Veen	-1,0 à -3,0	0,01	0,005
	Wadzand	-6,0	5	1
	Klei	-9,7	0,01	0,001
	Basisveen	-11,5	0,001	0,0005
Pleistoceen	Formatie van Boxtel Eerste zandlaag (fijn tot matig grof zand)	-12,5	5	1
	Eem Formatie (middelgrof zand)	-25,0	25	5
	Eemklei	-45,0	Geohydrologische basis	

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
RA26123a1

Pagina
7/21

Boormonsterprofiel



Figuur 2 Maatgevende boring B25G0266 [5]

2.4 (Grond)waterstanden

2.4.1 Algemeen

De projectlocatie ligt in het beheersgebied van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (met Waternet als uitvoerende partij). Het waterpeil in de omliggende watergangen bedraagt een vast waterpeil op een niveau van NAP -0,40m.

In de directe omgeving van de projectlocatie zijn peilbuizen van gemeente Amsterdam aanwezig [10]. De meetreeksen van deze peilbuizen worden openbaar gesteld via de website van Waternet.

Voor de statistische grondwaterstanden zijn de 95%-waarde (GHG), Mediaan (GG) en 5%-waarde (GLG) aangehouden. Bij het voorliggende rapport zijn de meetreeksen geüpdatet ten opzichte van voorgaande versies zodat recente metingen worden meegenomen in het bepalen van de maatgevende waarden.

Een nadere toelichting op de berekening van de maatgevende waarden is beschreven in Bijlage 2.

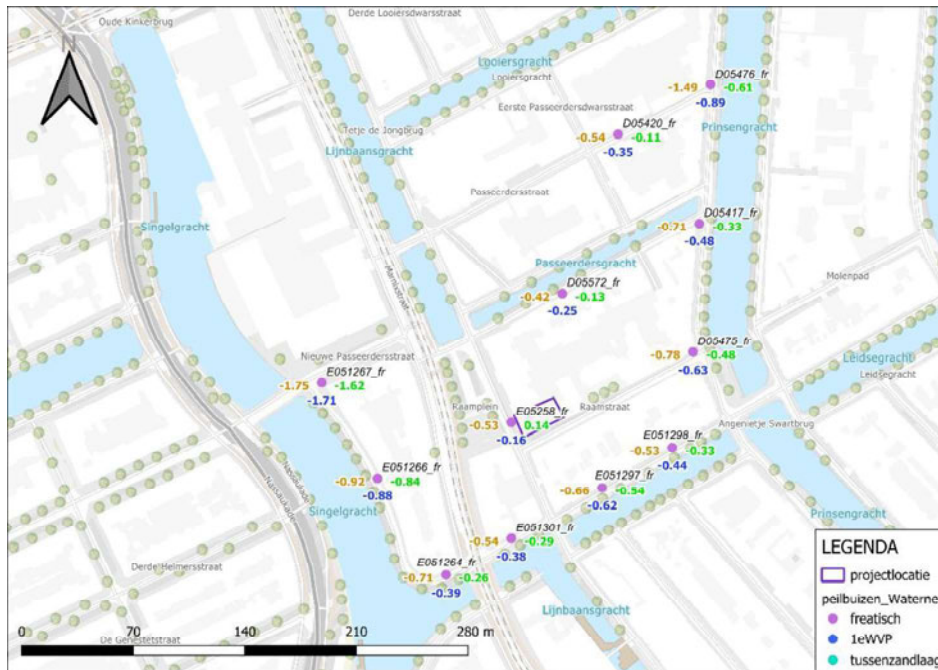
CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

2.4.2 Grondwaterstand

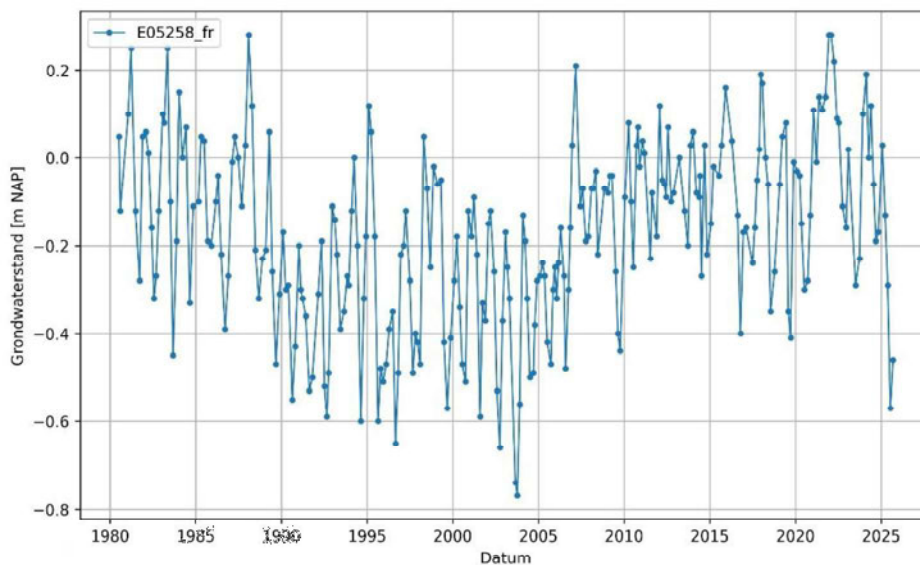
De meest relevante freatische peilbuis (E05258 Freatisch) is weergegeven in Figuur 3. De peilbuis ligt op een afstand van slechts 3,5 m van het project en bevat een langjarige meetreeks lopend van circa 1980 tot heden. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP -0,77 m (laagst) tot NAP +0,28 m (hoogst).

Ons kenmerk
RA26123a1

Pagina
8/21



Figuur 3 Peilbuislocaties met meetreeksen grondwater met in geel: 5%-waarde, blauw: 50%-waarde en groen: 95%-waarde

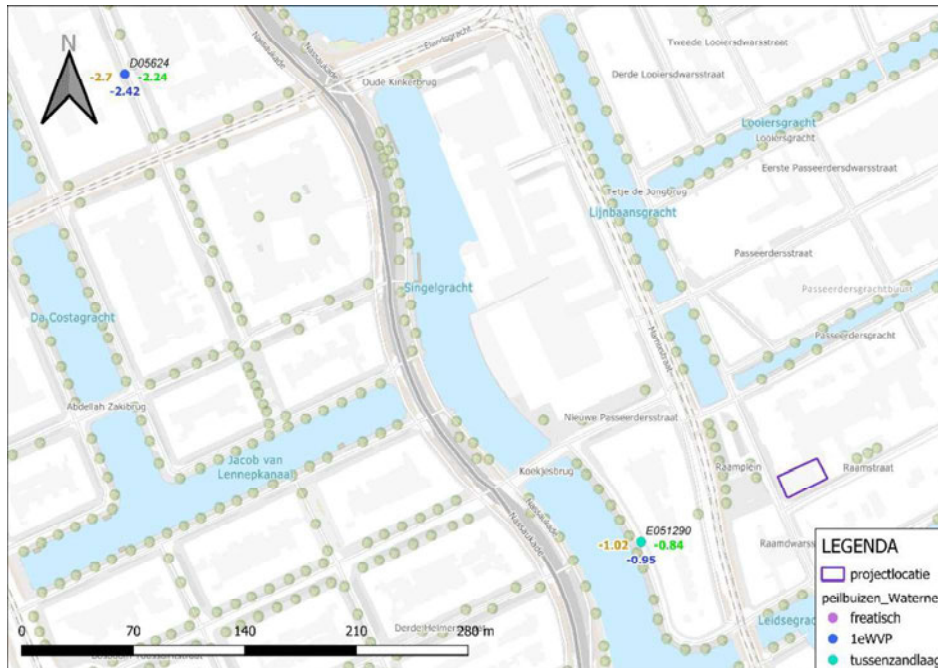


Figuur 4 Gemeten grondwaterstand in peilbuis E05258

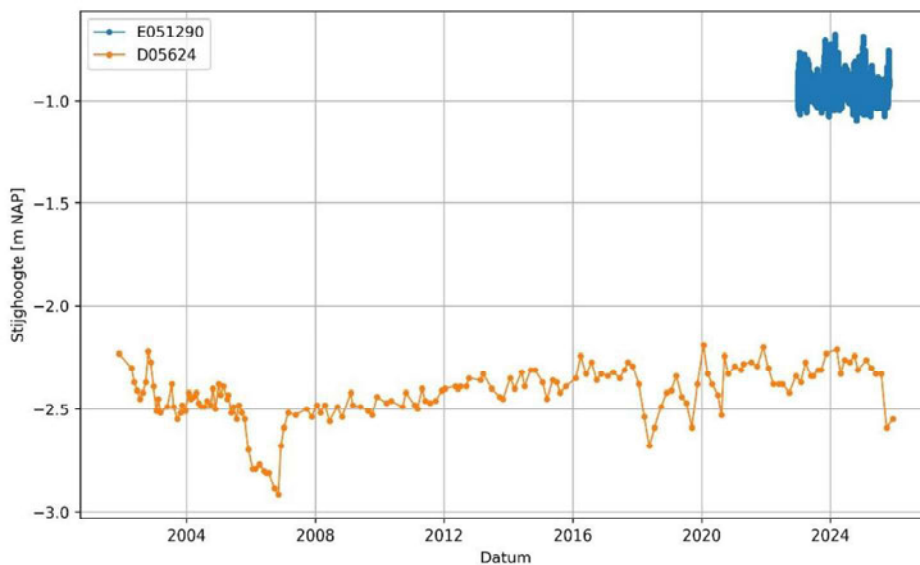
2.4.3 Stijghoogte diepere zandlagen

De stijghoogte in diepere zandlagen (Wadzand + 1^e Zandlaag) is gemeten in de omgeving van het project in peilbuizen E051290 (Wadzand) en D05624 (1^e

Zandlaag). De locatie van de peilbuizen is weergegeven in Figuur 5, de meetreeksen zijn weergegeven in Figuur 6.



Figuur 5 Peilbuislocaties met meetreeksen stijghoogte met in geel: 5%-waarde, blauw: 50%-waarde en groen: 95%-waarde



Figuur 6 Gemeten stijghoogte in peilbuizen E051290 (Wadzand) en D05624 (1^e Zandlaag)

2.4.4 Samenvatting

Op basis van het bovenstaande zijn de statistische grondwaterstanden en stijghoogtes bepaald ter plaatse van het project. De waardes zijn samengevat in Tabel 1. Aangezien peilbuis E05258 op een afstand van slechts 3,5 m van het project ligt is het niet noodzakelijk om de grondwaterstand opnieuw te meten middels projectpeilbuizen. De langjarige meetreeks E05258 geeft al het meest representatieve beeld.

Figuur 7 Statistische waarden op de meetreeksen van de grondwaterstand

	E05258 Freatisch	E051290 Wadzand	D05624 1 ^e zandlaag
Laagst (absoluut)	-0,77	-1,1	-2,92
Lage grondwaterstand (5%-waarde)	-0,53	-1,02	-2,70
Mediaan (50%-waarde)	-0,16	-0,95	-2,42
Hoge grondwaterstand (95%-waarde)	0,14	-0,84	-2,24
Hoogst (absoluut)	0,28	-0,68	-2,19

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
RA26123a1

Pagina
10/21

2.5 Realisatieplan situering kelder

2.5.1 Ontwerp

De werkzaamheden bestaan uit de realisatie van een nieuwbouwproject. In verband hiermee wordt een kelder gerealiseerd met drie verschillende aanlegniveaus (onderkant vloer, zie Figuur 8):

- A. Diepe kelder NAP -6,0m
- B. Algemeen ontgravingsniveau NAP -4,0m
- C. Lokale verdieping tot NAP -4,87m.

Onder de onderkant vloer wordt een grondverbetering van 50 cm toegepast. Op basis van de beschikbare informatie wordt de kelder aangebracht middels een damwandkuip met damwanden tot minimaal NAP -12 m. De exacte diepte van de damwanden wordt in een TO-fase van het project vastgesteld in een nog op te stellen bouwkuipadvies. Het is zeer waarschijnlijk dat damwanden aan de oost- noordzijde achterblijven in de bodem omdat het trekken van damwanden aan deze zijden een te groot effect heeft op belendingen. In dit advies wordt uit conservatief oogpunt aangehouden dat deze damwanden niet getrokken kunnen worden, en dus achter blijven in de bodem.

Tabel 2 Samenvatting diepte keldervloer

Object	Deel A	Deel B	Deel C
Peil*	NAP + 0,80 m		
Bovenkant vloer t.o.v. peil	-6,35	-4,35	-5,22
Bovenkant vloer	NAP -5,55 m	NAP -3,55 m	NAP -4,42 m
Onderkant vloer	NAP -6,00 m	NAP -4,00 m	NAP -4,87 m
Onderkant grondverbetering	NAP -6,50 m	NAP -4,50 m	NAP -5,37m



De onderkant van de kelder wordt, afhankelijk van welk deel het betreft, aangelegd tussen een niveau van circa NAP -4,00m tot NAP -6,00m. De kelder sluit daarmee het freatisch pakket af. De wijzigingen in de permanente situatie zijn samengevat in Tabel 3.

Aanpassing		Eigenschap
	Vóór realisatie	Nee

Kelder aanwezig, die het freatisch pakket volledig doorsnijdt?	Na realisatie	Ja
Afsluiten van de Wadzandlaag (permanente damwand)	Vóór realisatie	Nee
	Na realisatie	Ja, aan de noord- en oostzijde
	Na realisatie	Nee

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
RA26123a1

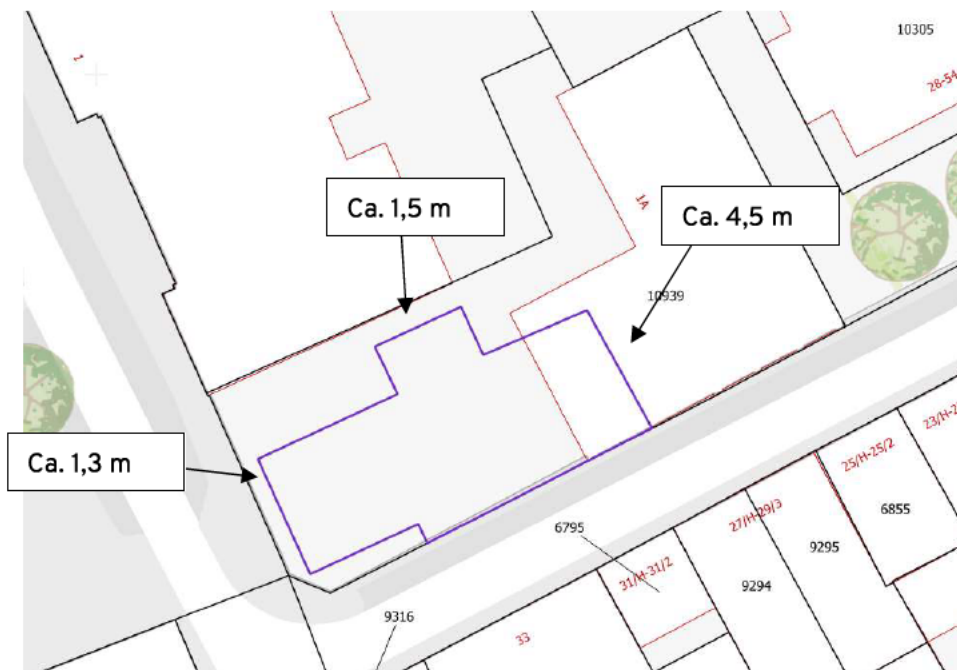
Pagina
12/21

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 [6]/[7].

In de ontwerptekeningen is de afstand tot de kavelgrens 1,3 m aan de westzijde en maximaal 4,5 m aan de oostzijde. De beschikbare ruimte is indicatief aangegeven in Figuur 10, hierbij wordt opgemerkt dat de aanbouw van gebouw 1A wordt gesloopt.

Aan de zijde van de Raamstraat is, op basis van de kavelgrenzen, geen ruimte voor mitigerende maatregelen. In overleg met gemeente Amsterdam is vastgesteld dat mitigerende maatregelen in de openbare ruimte op deze locatie zijn toegestaan, mits deze dieper komen te liggen dan MV -1,0 m. In de bovenste meter van de bodem moeten werkzaamheden kunnen worden verricht aan leidingwerk zonder eventueel aanwezige mitigerende maatregelen te doorgraven.



Figuur 10 Contour kelder (paars vlak) in relatie tot de kavelgrens (zwarte lijnen)

2.6 Belendingen

In de omgeving zijn op het moment van schrijven geen belendingen zoals kelders bekend op korte afstand van de projectlocatie. Om geen gecombineerd effect van de kelders op de grondwaterstand te creëren worden

eventuele mitigerende maatregelen berekend om het gehele effect van de kelder te mitigeren. Dit houdt in dat de heersende grondwaterstroming en grondwaterstand niet wordt beïnvloed ongeacht bestaande of toekomstige kelders in de omgeving.

2.7 Verticaal evenwicht

Volgens NEN9997 dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving tijdens de realisatie van de kelder. Door het uitgraven van de grond en het verlagen van de grondwaterstand neemt de neerwaartse belasting af, wat kan leiden tot opbarsten van de bouwputbodem of tot welvorming.

Om dit te controleren is een oriënterende berekening van het verticaal evenwicht uitgevoerd, waarbij conform NEN9997 een partiële materiaalfactor van 0,9 wordt toegepast. In geval van een ontgraving tot NAP -6,50m (Deel A) en een stijghoogte van NAP -2,27m in het watervoerend pakket is een veiligheid berekend van 0,89, hetgeen niet voldoet aan de minimale veiligheidseis (SF) van 1,0. Dit houdt in dat tijdens ontgraven van de bouwkuip de stijghoogte in het watervoerend pakket tijdelijk bemalen dient te worden middels een spanningsbemaling tot een niveau van NAP -3,4m.

Tevens dient de Wadafzetting ontlast te worden tot het ontgravingsniveau voor het diepe kerldeerdeel NAP -6,5 m. De resultaten zijn in Bijlage 4 toegevoegd. Na de realisatie van de kelder en het aanvullen van de ruimte tussen kelder en damwand (zie ook hoofdstuk 5.5) voldoet het verticaal evenwicht van het watervoerend pakket weer.

In het bemalingsadvies en bouwkuipadvies wordt, in een later stadium, een gedetailleerd bouwkuipontwerp uitgewerkt waar de definitieve berekening van de verticale stabiliteit van de bouwkuipbodem onderdeel van is.

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.

3.2 Geohydrologische parameters freatisch pakket

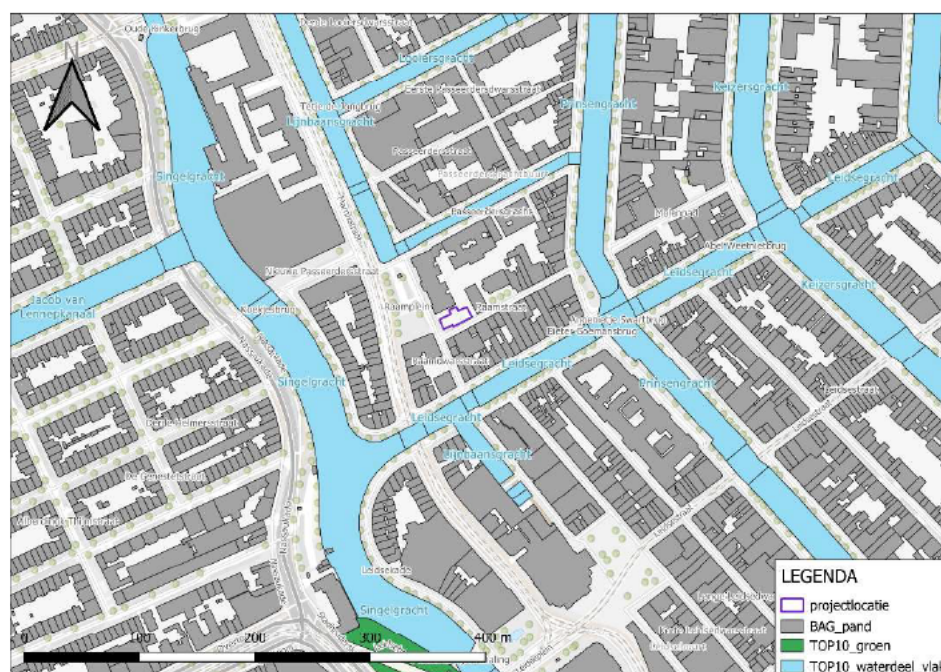
De belangrijkste geohydrologische parameters zijn hieronder samengevat voor een situatie van Gemiddeld Hoge Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Lage Grondwaterstand (GLG) en zijn bepaald middels kalibratie van het geohydrologisch model op de gemeten grondwaterstanden:

- Doorlatendheid freatisch pakket: 5 m/d (met kD-waarden variërend van 0,75 tot 5,75 m²/d).
- Grondwateraanvulling door neerslag, zie ook Tabel 4:
 - Grasvelden en parken: 3 mm/d
 - Bestrating: 0,6 mm/d (20% 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 11. 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]
- In de permanente situatie is de damwand gemodelleerd middels een horizontal flowbarrier met een weerstand van 100 dagen

Tabel 4 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	0,6	0,7	0	0
Panden	0		0	



Figuur 11 verdeling oppervlaktetypes rondom de projectlocatie.

4 Resultaat geohydrologische berekening

4.1 Isohypsen natuurlijk grondwaterstanden

De isohypsen 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.

In Figuur 14 zijn tevens de afwijkingen per peilbuis weergegeven tussen de statistische grondwaterstanden en de modelresultaten. Een negatieve waarde geeft aan dat de berekende grondwaterstand hoger is dan gemeten, een positieve waarde betekent dat de berekende grondwaterstand lager is dan

gemeten. Over het algemeen wordt een goed kalibratieresultaat verkregen, uitzondering hierop zijn peilbuizen E051267_fr en E051266_fr, hier is de gemeten grondwaterstand veel lager dan berekend en tevens dan gemeten in de overige peilbuizen. De gemeten waarden in deze peilbuizen kunnen mogelijk verklaard worden doordat:

- Het filter van E051266_fr in de klei is geplaatst;
- Peilbuis E051267_fr is geplaatst bij een gedempte sloot waardoor kortsluiting is ontstaan tussen Wadzand en freatisch.

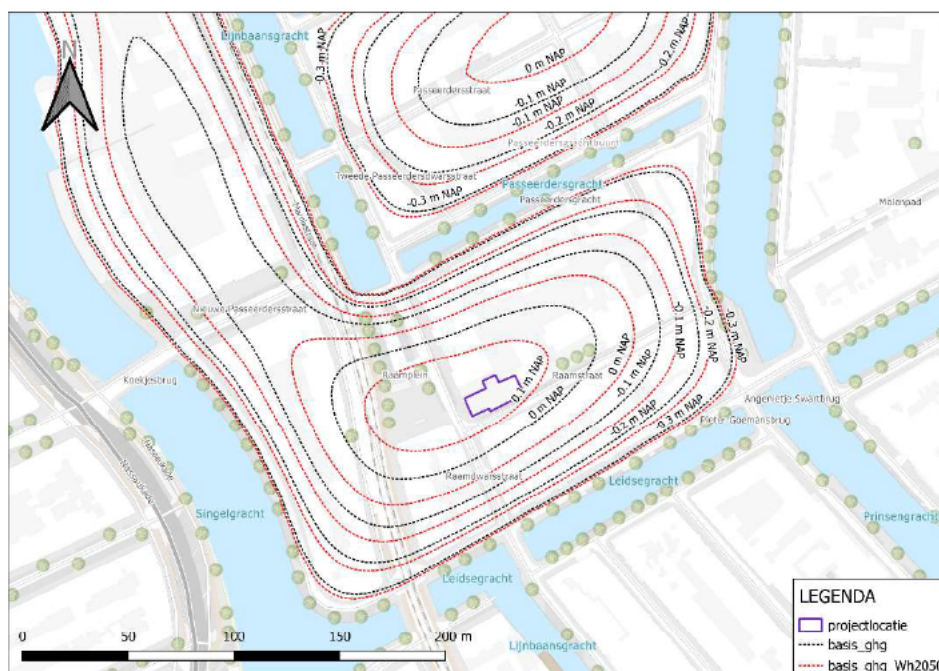
Deze peilbuizen worden zodoende als niet representatief beschouwd voor het regionale beeld.

Het perceel Raamplein 1 ligt bij benadering in het middelpunt tussen watergangen in de omgeving. Zoals ook in eerdere versie van dit rapport beschreven ligt het daarom bij benadering op een waterscheiding en is het verhang in de grondwaterstand gering. Bij een GHG-situatie stroomt het grondwater bij benadering van noordwest naar zuidoost richting de Leidsegracht. Bij een GLG-situatie is de stromingsrichting omgekeerd en is het verhang in de huidige situatie vrijwel afwezig.

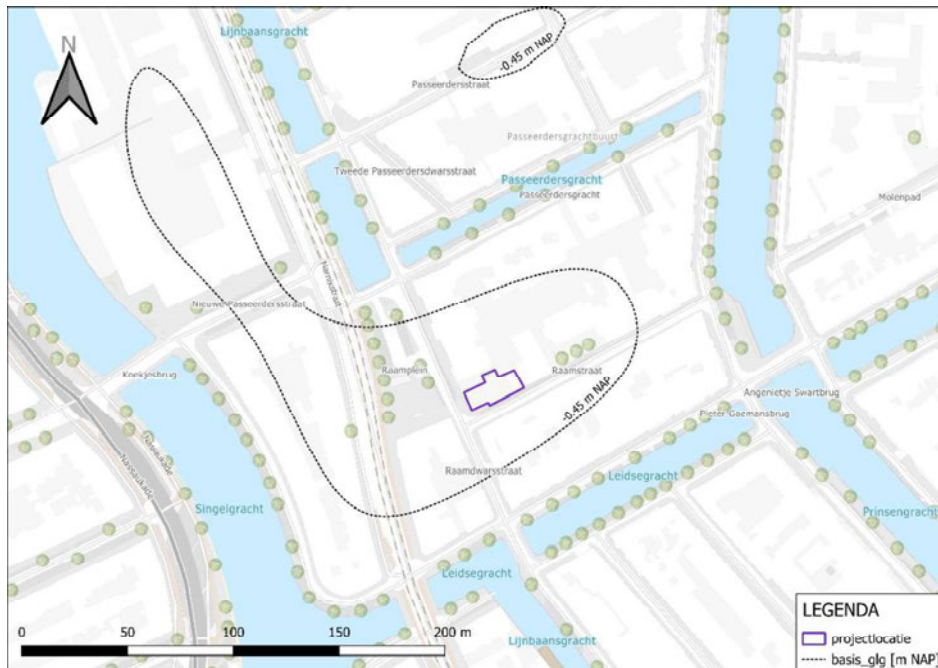
Het natuurlijk verhang van de grondwaterstand is samengevat in Tabel 5.

Tabel 5 Natuurlijk verhang van de grondwaterstand ter hoogte van de projectlocatie

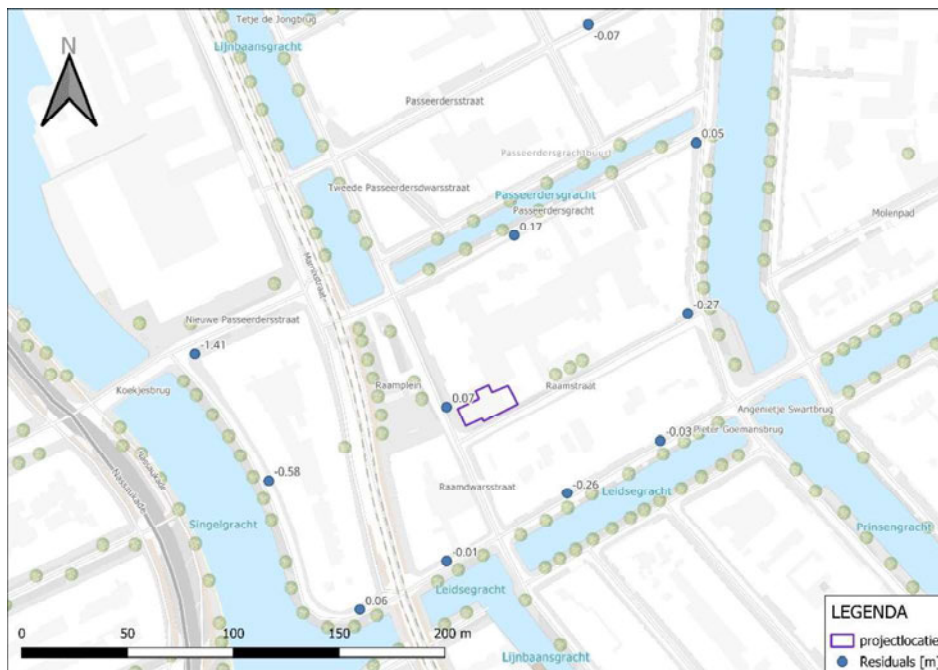
Watervoerende laag	Verhang
Freatisch pakket winter	0,24 m over 100 m
Freatisch pakket WH2050 winter	0,3 m over 100 m
Freatisch pakket zomer	nihil
Freatisch pakket zomer (incl. WH2050)	0,16 over 100 m



Figuur 12 Grondwaterstanden in het freatisch pakket ter hoogte van de projectlocatie tijdens een GHG-situatie inclusief klimaatscenario WH2050



Figuur 13 Grondwaterstanden in het freatisch pakket ter hoogte van de projectlocatie tijdens een GLG-situatie



Figuur 14 Afwijking berekende grondwaterstand GHG-situatie

4.2 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.

Het verschil in grondwaterstand (barrièrewerking) in het WH2050 scenario als gevolg van de kelder is maximaal 3 cm verlaging aan de benedenstroomse zijde (aan de kant van de Raamstraat). Aan de bovenstroomse zijde is de berekende verhoging 3 mm. Deze berekende effecten zijn in dezelfde orde grootte als de onzekerheden die gepaard gaan met o.a.: het meten van de grondwaterstand, modelschematisatie en numerieke berekening en daardoor

niet significant. Het effect is tevens niet in bovenaanzicht weergegeven. Doorgaans worden in de hydrologie effecten vanaf 5 cm weergegeven middels een contour.

4.3 Wadzandlaag / Eerste Zandlaag

In diepere watervoerende lagen wordt tevens geen significant effect berekend.

4.4 Debietsberekening

Om de doorstroming van het grondwater op kavelniveau te bepalen is een debietsberekening uitgevoerd. De debietsberekening in de bestaande en nieuwe situatie is weergegeven in Tabel 6. Bij de debietsberekening is rekening gehouden met het verhang van de grondwaterstand als gevolg van het Wh2050 scenario en is uitgegaan van een GHG-situatie. Uit de berekeningen volgt dat in de nieuwe situatie het debiet 0,37 à 0,48 m³/dag minder is dan in de huidige situatie. Mitigerende maatregelen dienen aan dit debiet te voldoen.

Tabel 6 Debietsberekening verandering in de toekomstige situatie

Parameter		Eenheid	Freatisch			
			Huidig zonder kelder	Huidig met kelder	Wh2050 zonder kelder	Wh2050 met kelder
Verhang	I	m/100m	0,24		0,3	
Doorlatendheid	K	m/d	5			
Breedte (haaks op de natuurlijke stroming)	B	m	32	5	32	5
Grondwaterstand		NAP m	+0,14	+0,15	+0,20	+0,23
Onderkant doorstromend pakket		NAP m	-1,0			
Dikte pakket *	D	m	1,14	1,15	1,20	1,23
Doorstroomoppervlak	L	m²	36,48	5,75	38,40	6,15
Horizontaal debiet**	Q	m³/dag	0,44	0,07	0,58	0,09

* Dikte van het freatisch grondwater tijdens een GHG-situatie en grootste diepte freatische laag

** Berekend middels de wet van Darcy: $Q = K \times B \times D \times I$

5 Mitigerende maatregelen

5.1 Aanleiding

Het effect van de aanleg van de kelder op het grondwater wordt als verwaarloosbaar berekend. Hiermee wordt bedoeld: er wordt geen verandering groter dan 5 cm buiten de kavelgrens berekend nu en in de toekomst als gevolg van de aanwezigheid van de kelder. Zekerheidshalve wordt vanuit het project ervoor gekozen om het geringe berekende effect te mitigeren middels mitigerende maatregelen waardoor de watervoerende capaciteit van de ondiepe bodem volledig wordt hersteld.

In eerdere adviezen met kenmerken NT22188aX is een mitigerende maatregel ontworpen welke deels om en deels onder de kelder wordt aangelegd, rekening houdend met niveauverschillen. In overleg met de opdrachtgever wordt er nu

voor gekozen om deze mitigerende maatregel eenvoudiger te ontwerpen. De reden hiervoor is om deze minder foutgevoelig te maken in de uitvoering.

De mitigerende maatregel is een grondwaterpassage waardoor het grondwater van bovenstroomse naar benedenstroomse zijde kan verplaatsen (van de noordzijde naar de zuidzijde) welke volledig rondom de kelder/permanente damwand wordt aangelegd.

5.2 Maatregelen doorstroomvermogen freatisch pakket

De grondwaterpassage neemt de vorm aan van een grondverbetering welke rondom de kelder wordt aangelegd. Zoals eerder benoemd komt deze maatregel aan de zijde van de Raamstraat in de openbare ruimte te liggen waarvoor afstemming is gezocht met gemeente Amsterdam.

De grondverbetering rondom de kelder bestaat uit de volgende eigenschappen:

- Afmetingen gebaseerd op een grindkoffer met een doorlatendheid van 275 m/d. Dit uitgangspunt dient echter door de grondwerker geverifieerd te worden. De doorlatendheid is relatief hoog doordat de beschikbare ruimte vooral aan de zijde van de raamstraat beperkt is.
- Bovenkant grondverbetering op NAP -0,2 m (MV -1,0 m).
- Onderzijde grondverbetering op NAP -1,2 m (MV -2,0 m).
- Indien tijdens het werk blijkt dat op een niveau van NAP -0,2 m klei wordt aangetroffen dan moet de bovenkant worden doorgetrokken totdat zand wordt aangetroffen.
- Dikte grondverbetering: 0,3 m.
- Grondverbetering wordt aan de onder- en zijkanten ingepakt in grond dicht geotextiel.
- Karakteristieke opening van geotextiel maximaal 300 micrometer om uitspoeling van fijn materiaal te voorkomen.

Bovenstaande maatregel is ingetekend in de ontwerptekening in Bijlage 3.

5.3 Debietsberekening mitigerende maatregel

In het freatisch pakket dient het grondwater van het bovenstroomse gebied via de grondwaterpassage naar het benedenstroomse gebied te stromen.

Om te toetsen of de grondwaterpassage voldoende capaciteit heeft, is in Tabel 7 de benodigde doorlatendheid van de grondwaterpassage gegeven. Hierbij moet worden opgemerkt dat aangezien het grondwater splitst en om de kelder heen stroomt waardoor de dikte van de mitigerende maatregel 2 keer mag worden meegeteld. Uit Tabel 7 blijkt dat de benodigde doorlatendheid 275 m/d is om zowel in de huidige situatie als bij een WH2050 scenario het doorstroomvermogen geheel te herstellen.

Tabel 7 Debietsberekening grondwaterpassage

Freatisch pakket	Eenheid	Grondverbetering rondom kelder	
		Huidig	WH2050
Verhang	m / 100m	0,24	0,3
Dikte mitigerende maatregel	m	0,3	
Doorstroomhoogte	m	1,0	
Doorstroom oppervlak *	m ²	0,6	0,6
Doorlatendheid	m/d	275	
Berekend debiet **	m ³ /d	0,40	0,49
Bestaand debiet (Zie Tabel 8) **	m ³ /d	0,37	0,48

*De dikte van 0,3 mag 2x worden meegenomen omdat het grondwater om de kelder heen stroomt (de stroming splitst)

** berekend middels de wet van Darcy: $Q = K \cdot D \cdot L \cdot I$

5.4 Wadzandlaag

In de Wadzandlaag worden geen mitigerende maatregelen toegepast, omdat het aanbrengen van deze maatregelen een groter effect heeft dan de invloed van de permanente damwand in deze laag op de grondwaterstroming. Voor het aanbrengen zou de ontgraving dieper moeten plaatsvinden dan nu gebeurt en zou de kans groot zijn dat hiermee de afdichtende werking van de deklaag wordt verstoord met kans op een toename van inzijging (zie ook volgende paragraaf).

5.5 Afdichting deklaag

Op de projectlocatie is van nature inzijging aanwezig water vanuit het freatisch pakket naar het watervoerend pakket stroomt. Om te voorkomen dat na de werkzaamheden de uitwisseling tussen watervoerende lagen vergroot hetgeen leidt tot meer neerwaartse zoetwaterstroom, dienen de volgende maatregelen worden genomen:

- Tijdens het trekken van de damwanden aan de west- en zuidzijde moet een visuele inspectie van de getrokken damwanden worden uitgevoerd. Indien grond in de kassen van de damwanden achterblijft, zal een opening in de deklaag worden aangetroffen. Deze opening moet worden gedicht met bentoniet of vergelijkbaar afdichtend materiaal.

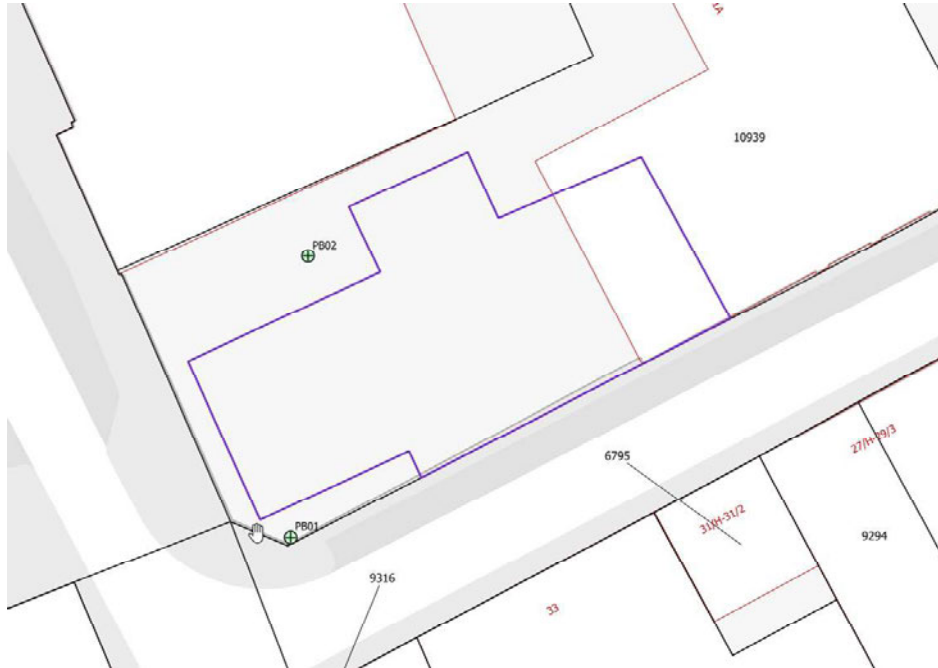
5.6 Aanleg grindkoffer

De grindkoffer wordt aangelegd aan de buitenzijde van de kelder, na realisatie. Dit betekent dat de grondwaterstand tijdelijk moet worden verlaagd voor de aanleg, in open ontgraving. Doorgaans is de aanlegduur van een dergelijk werk beperkt, in de orde grootte van één à twee werkweken waardoor het effect van de benodigde tijdelijke grondwaterstandsverlaging beperkt is.

5.7 Monitoring

De mitigerende maatregelen worden geverifieerd met een monitoring conform opgaaf van gemeente Amsterdam. Hiervoor worden twee ondiepe peilbuizen voorgesteld in de omgeving van de kelder met een filterstelling van maximaal MV -4m. De locatie van de projectpeilbuizen is indicatief weergegeven in Figuur 15 waarbij PB02 bovenstrooms is geplaatst en PB01 benedenstrooms.

Aanbevolen wordt om de peilbuizen buiten het werkterrein van het project te plaatsen zodat deze tijdens de uitvoering ook bruikbaar zijn voor monitoring van de grondwaterstand in de tijdelijke situatie.



Figuur 15 Voorstel locatie projectpeilbuizen

6 Conclusies

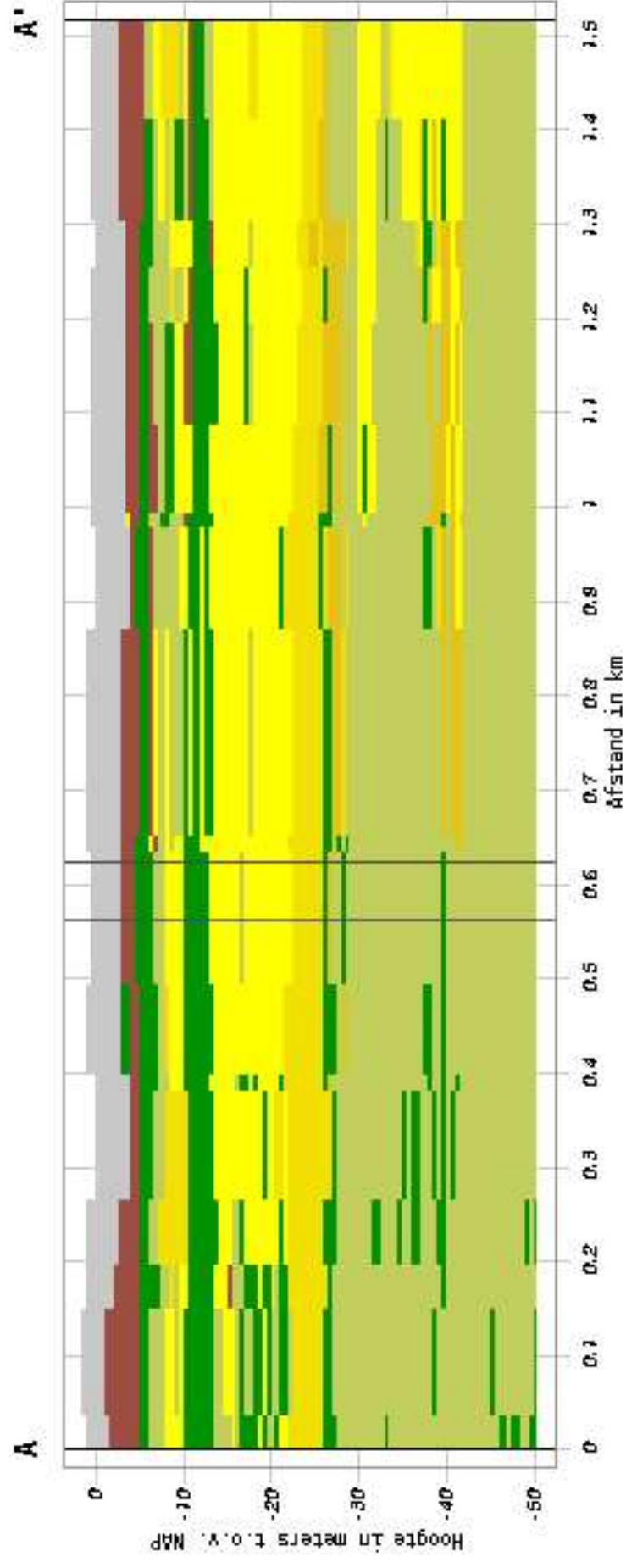
Voor het project Raamplein 1 te Amsterdam wordt een kelder gerealiseerd. Als gevolg van de realisatie van kelder wordt een ondergrondse barrière gecreëerd. De doorstroming van grondwater op kavelniveau wordt hierdoor beperkt.

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. Hoewel uit berekening volgt dat er geen significante verandering van de grondwaterstand optreedt wordt er vanuit het project voor gekozen om de watervoerende capaciteit van de ondiepe bodem middels mitigerende maatregelen in zijn geheel te herstellen.

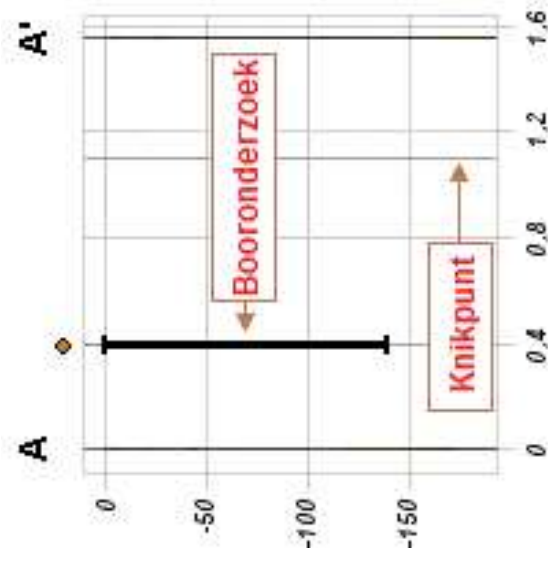
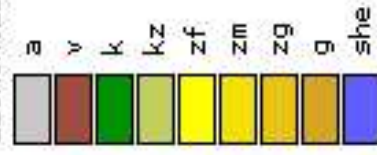
In deze notitie wordt voorgesteld om een grindkoffer als mitigerende maatregel toe te passen. De grindkoffer heeft een doorlatendheid van 275 m/d en een doorstroomoppervlakte van 0,6 m²/d. De grindkoffer wordt rondom aangebracht waarbij de aanlegdiepte is afgestemd met gemeente Amsterdam, zodanig dat er in de toekomst zonder hinder werkzaamheden kunnen worden verricht aan leidingwerk aan de zijde van de raamstraat (openbare ruimte).

De mitigerende maatregel is getoetst middels een capaciteitsberekening op kavelniveau. Geconcludeerd wordt dat bij toepassing van de mitigerende maatregel de kelder grondwaterneutraal gerealiseerd kan worden. In de Wadzandlaag worden geen mitigerende maatregelen voorgesteld omdat hier de risico's bij de uitvoering niet opwegen tegen beperkte verandering van de stijghoogte.

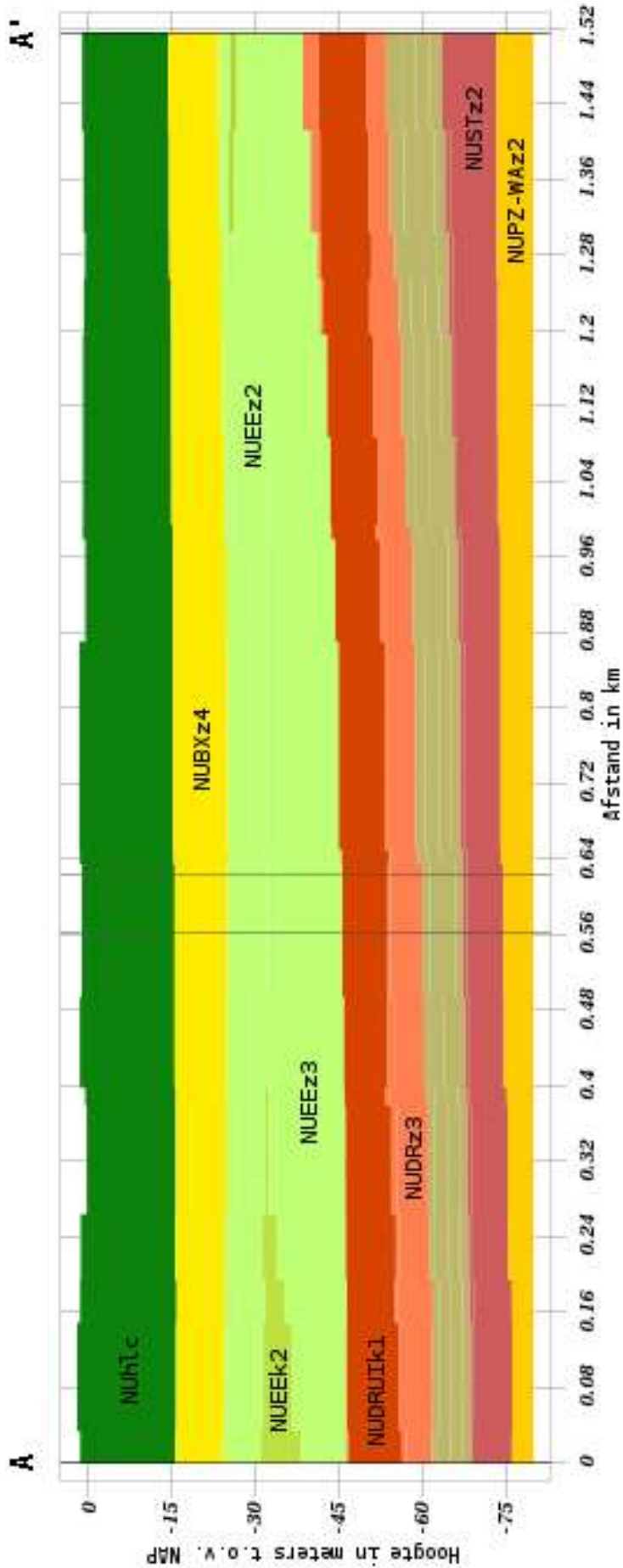
Bijlage 1 Bodemgegevens



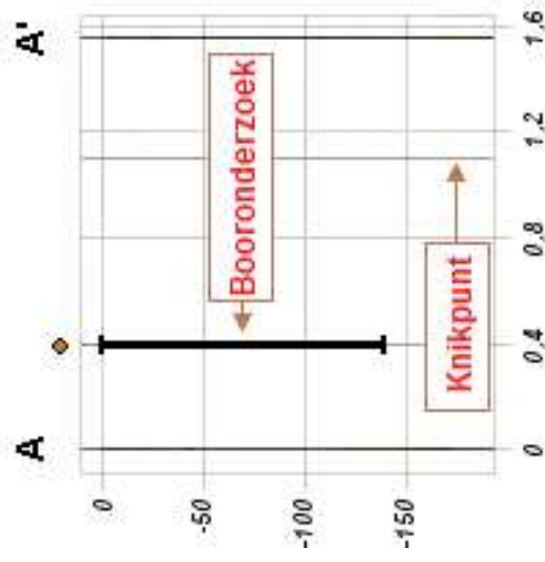
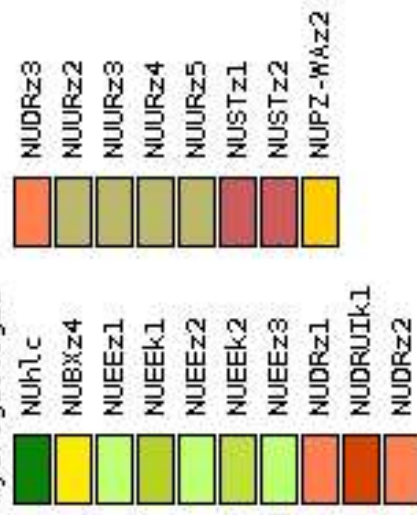
Lithoklasse



Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.3



Hydrogeologie



**Geotechnisch onderzoek
Nieuwbouw Raamplein 1 Amsterdam**

Document Nr.: 1018-0327-000

Versie: 1.0

Datum: 19 november 2018





Opdrachtgever Van der Vorm Engineering Delft B.V.
Delftechpark 32
2628 XH DELFT

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
Zekeringstraat 41a
1014 BV Amsterdam
T 020 65 10800

Projectleider ir. [REDACTED]

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	LMU	RUV	MJP	19-11-2018
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

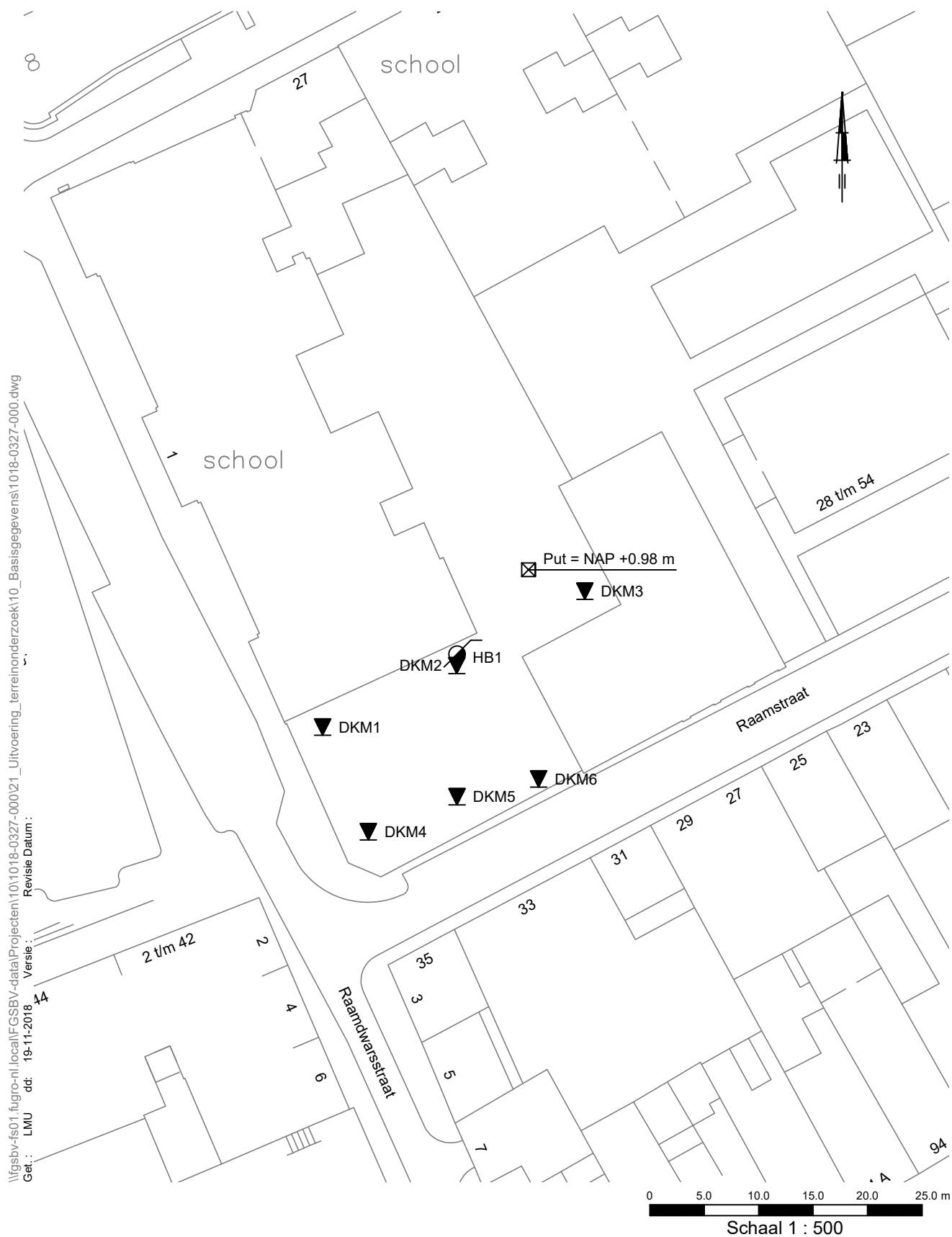
INHOUDSOPGAVE

- 1. RAPPORTAGE OVERZICHT**
- 2. SITUATIETEKENING**
- 3. ONDERZOEKSDATA**
- 4. TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK**
- 5. CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN**
- 6. LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN**

RAPPORTAGE OVERZICHT

Projectomschrijving: Nieuwbouw Raamplein 1 Amsterdam
Projectnummer: 1018-0327-000

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m) t.o.v. NAP	Grondwater- stand (m) t.o.v. NAP	Opmerking
	X	Y			
DKM1	120489.1	486598.4	+1.20	-0.10	
DKM2	120501.4	486604.0	+1.20		
DKM3	120513.2	486610.8	+1.10		
DKM4	120493.3	486588.7	+1.08	-0.22	
DKM5	120501.5	486591.9	+1.05		Gestaakt, max. totaal druk
DKM6	120509.0	486593.6	+0.98		
HB1	120501.4	486604.9	+1.21	-0.10	
HB_PB1	120501.4	486605.0	+1.15		
Put	120508.0	486612.7	+0.98		

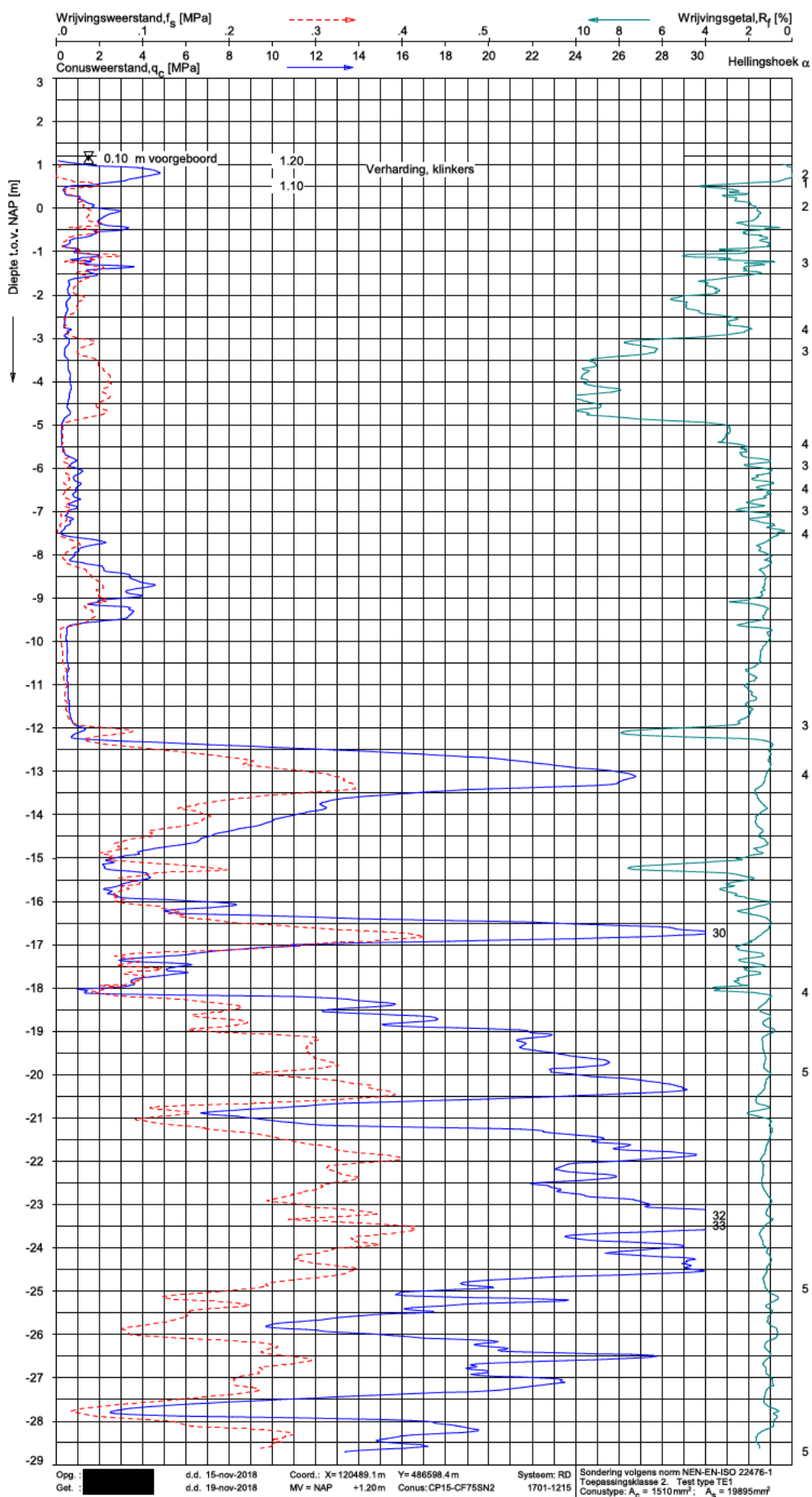


SITUATIE

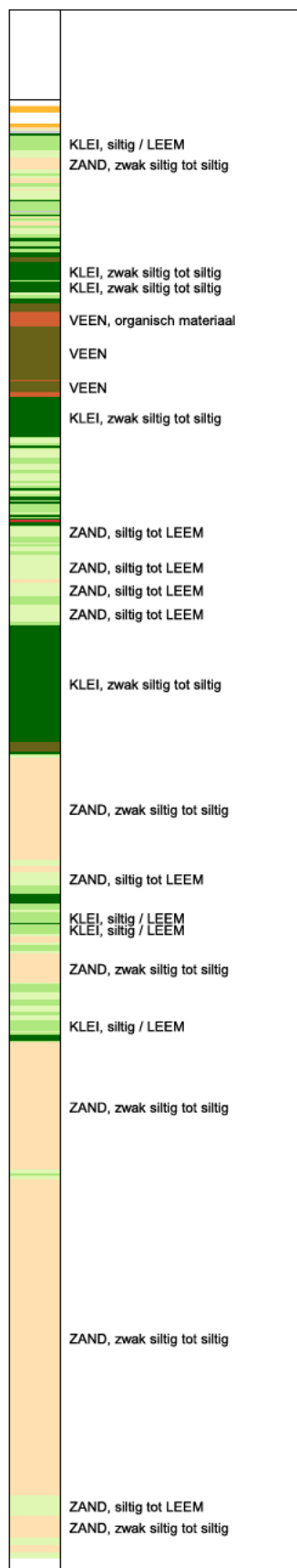
NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. : 1018-0327-000

Bijl. : 1



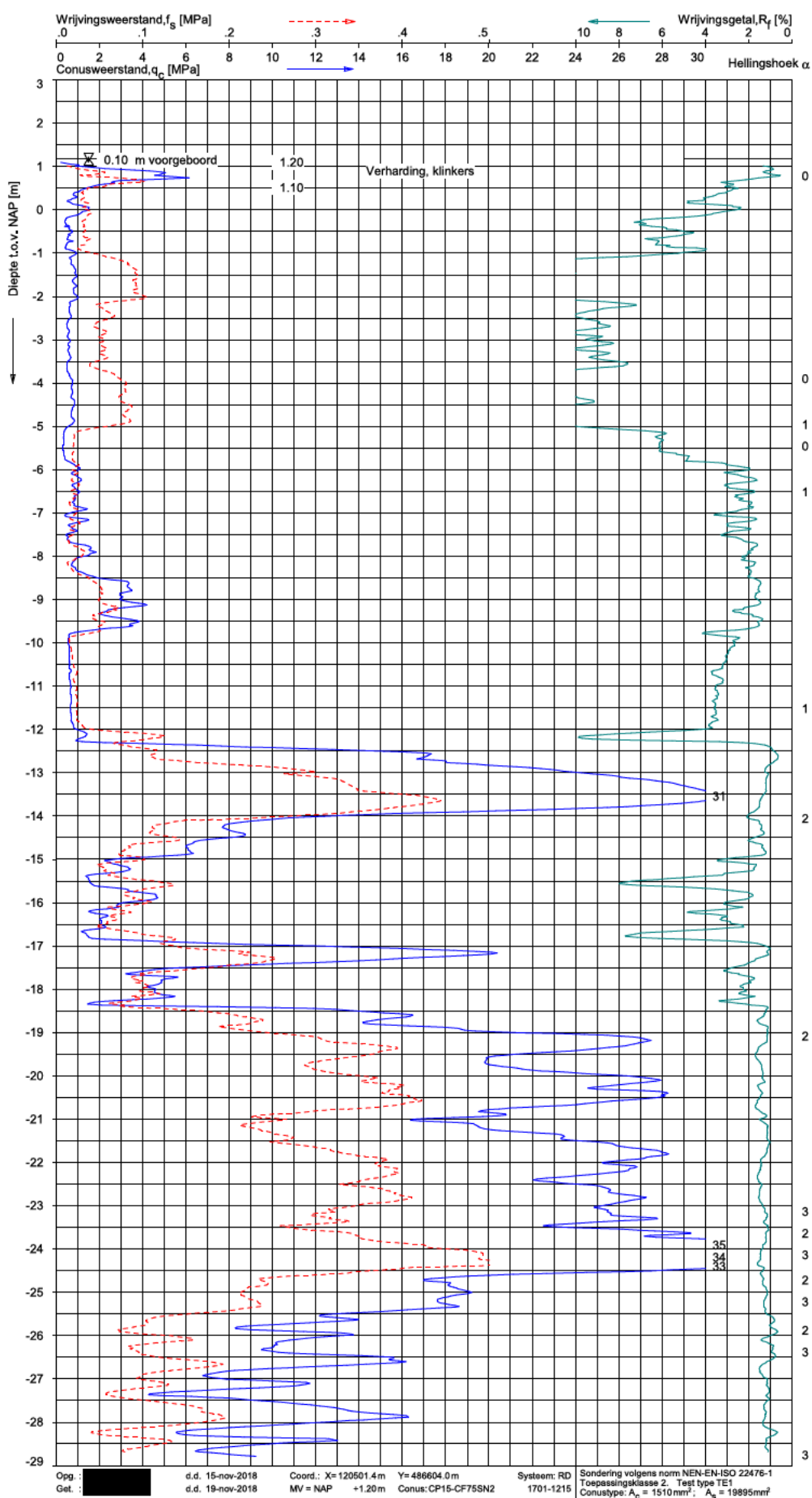
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. 1018-0327-000
 Sond. DKM1



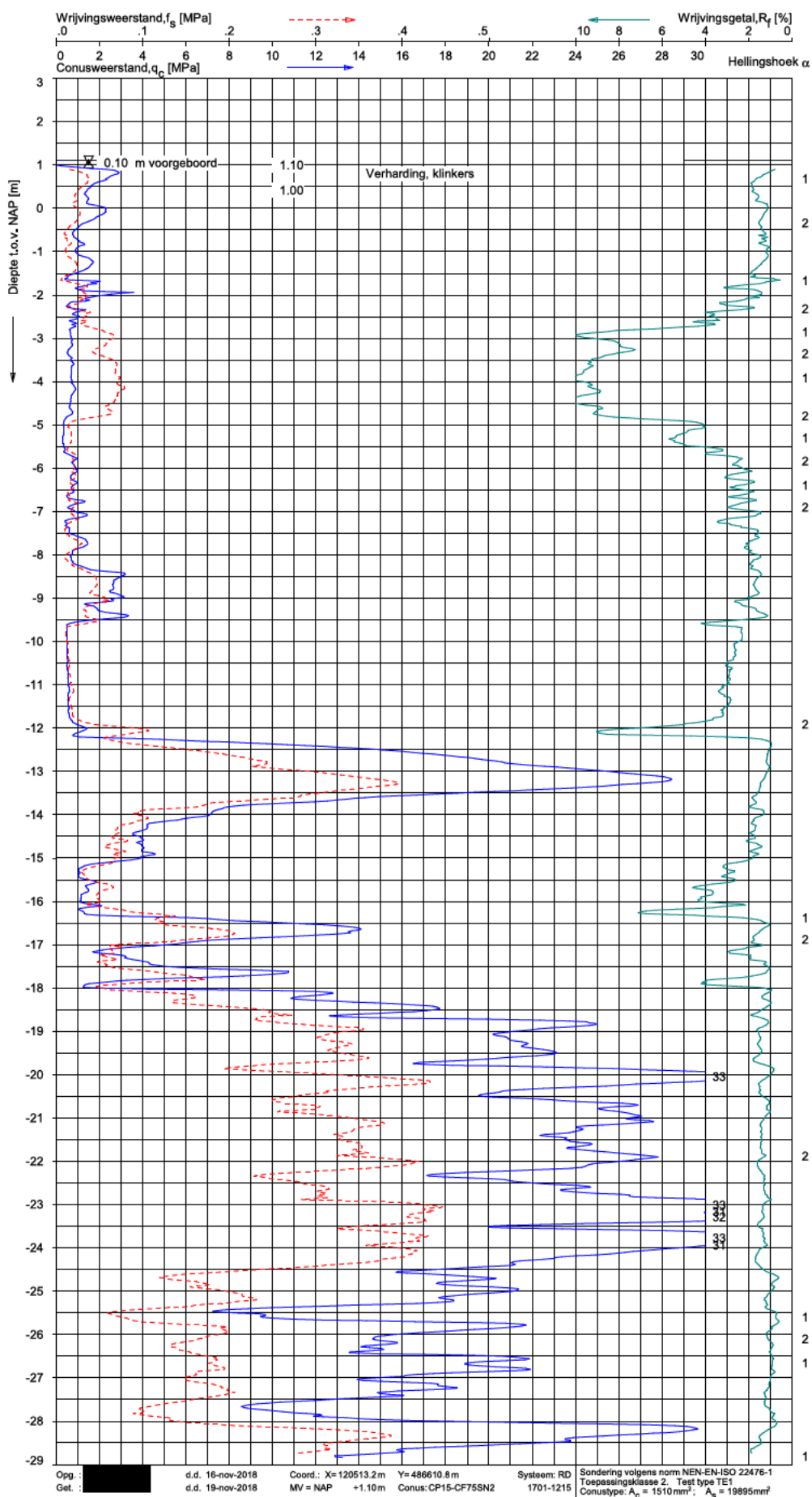
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. 1018-0327-000
 Sond. DKM2



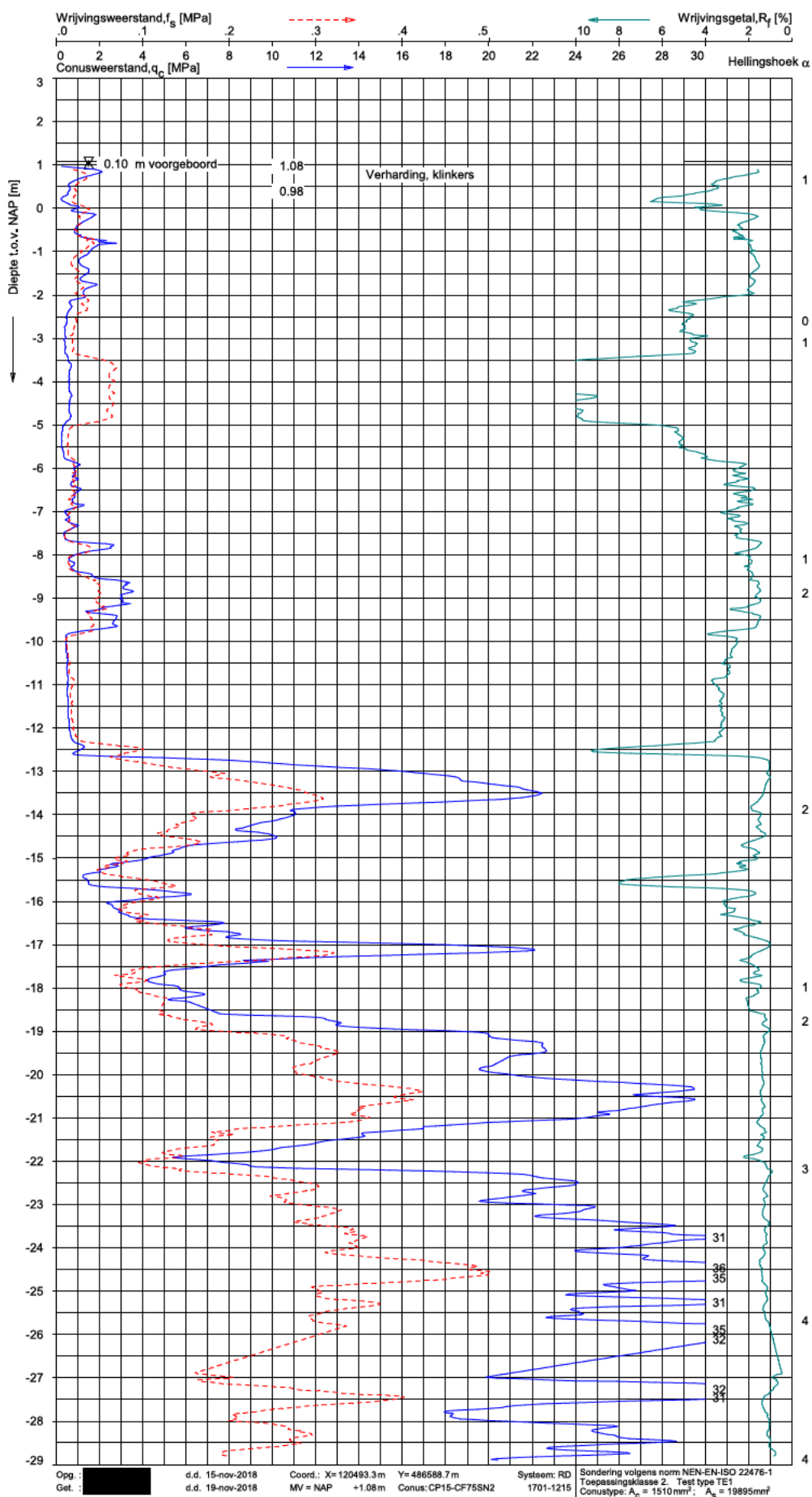
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



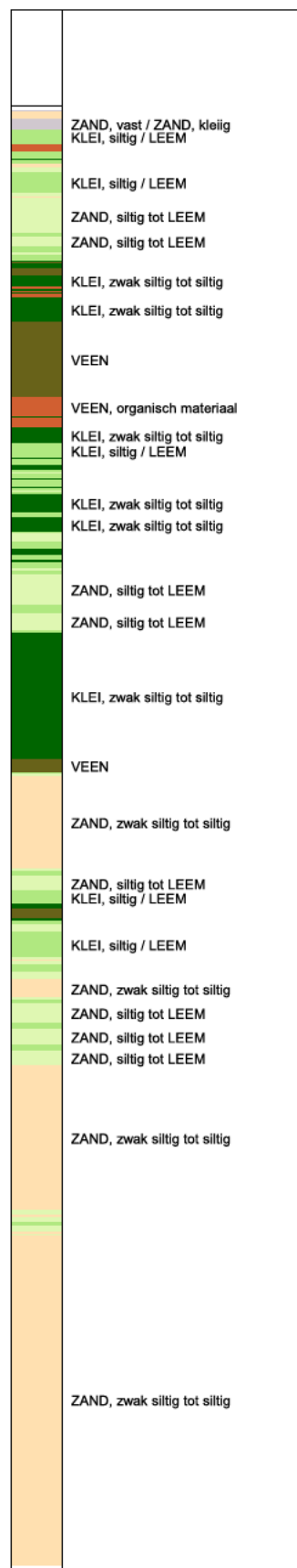
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. 1018-0327-000
 Sond. DKM3



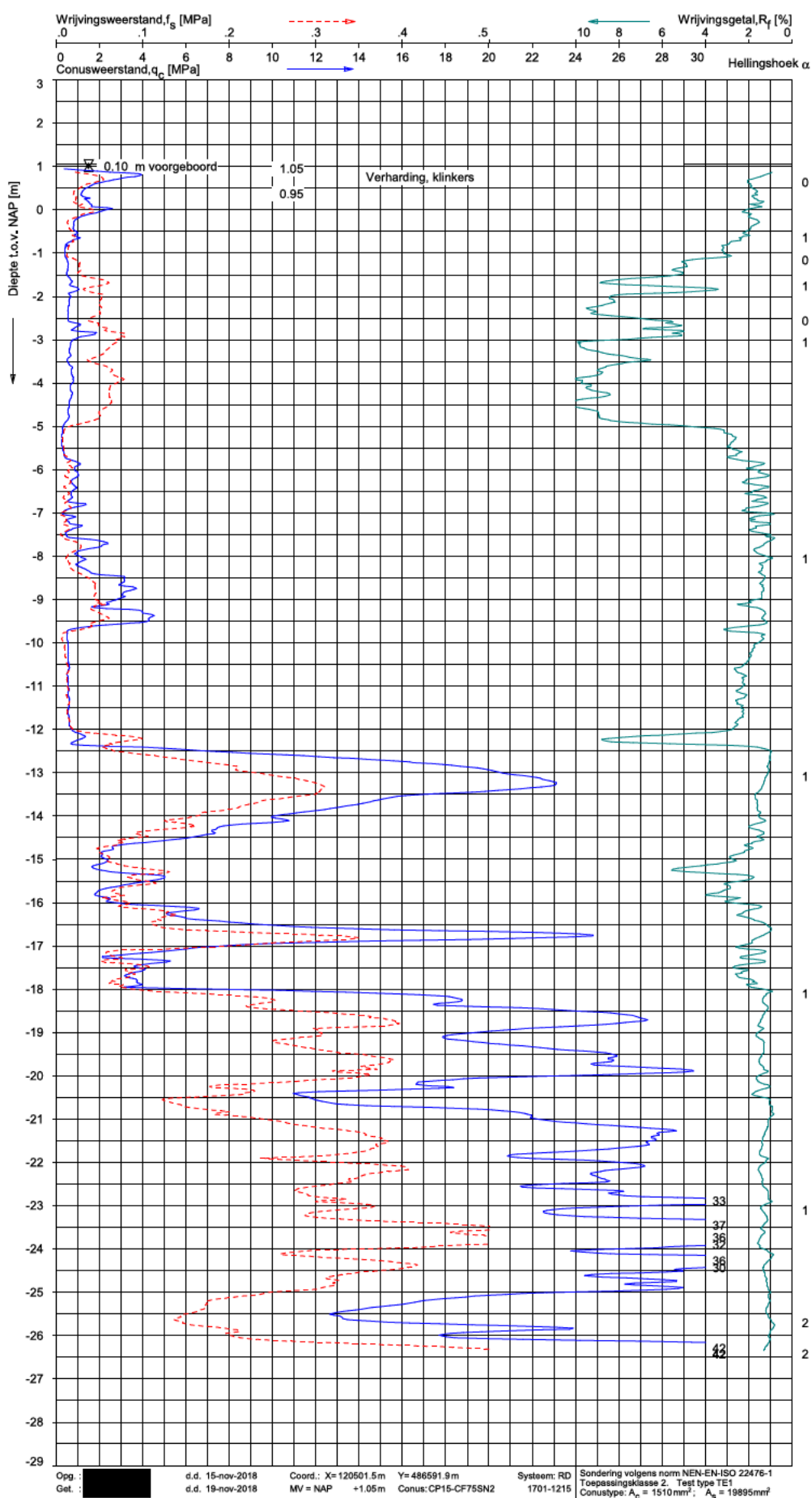
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



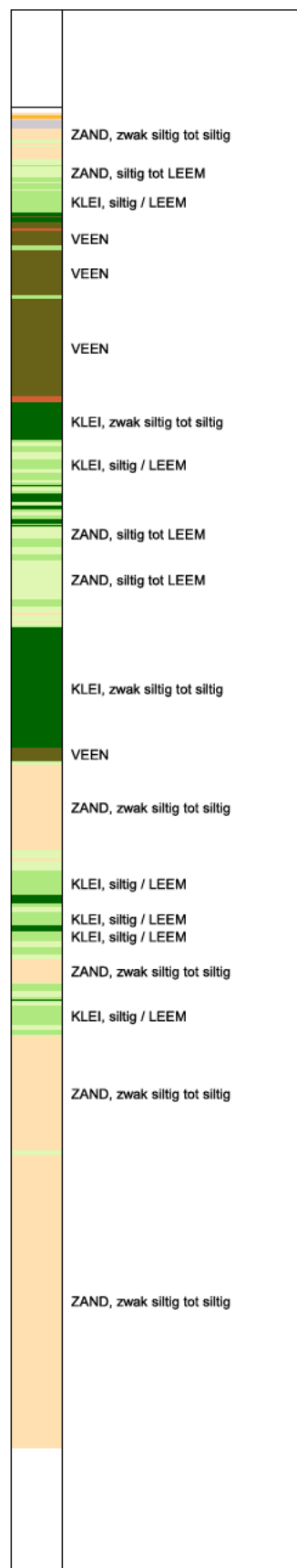
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. 1018-0327-000
 Sond. DKM4



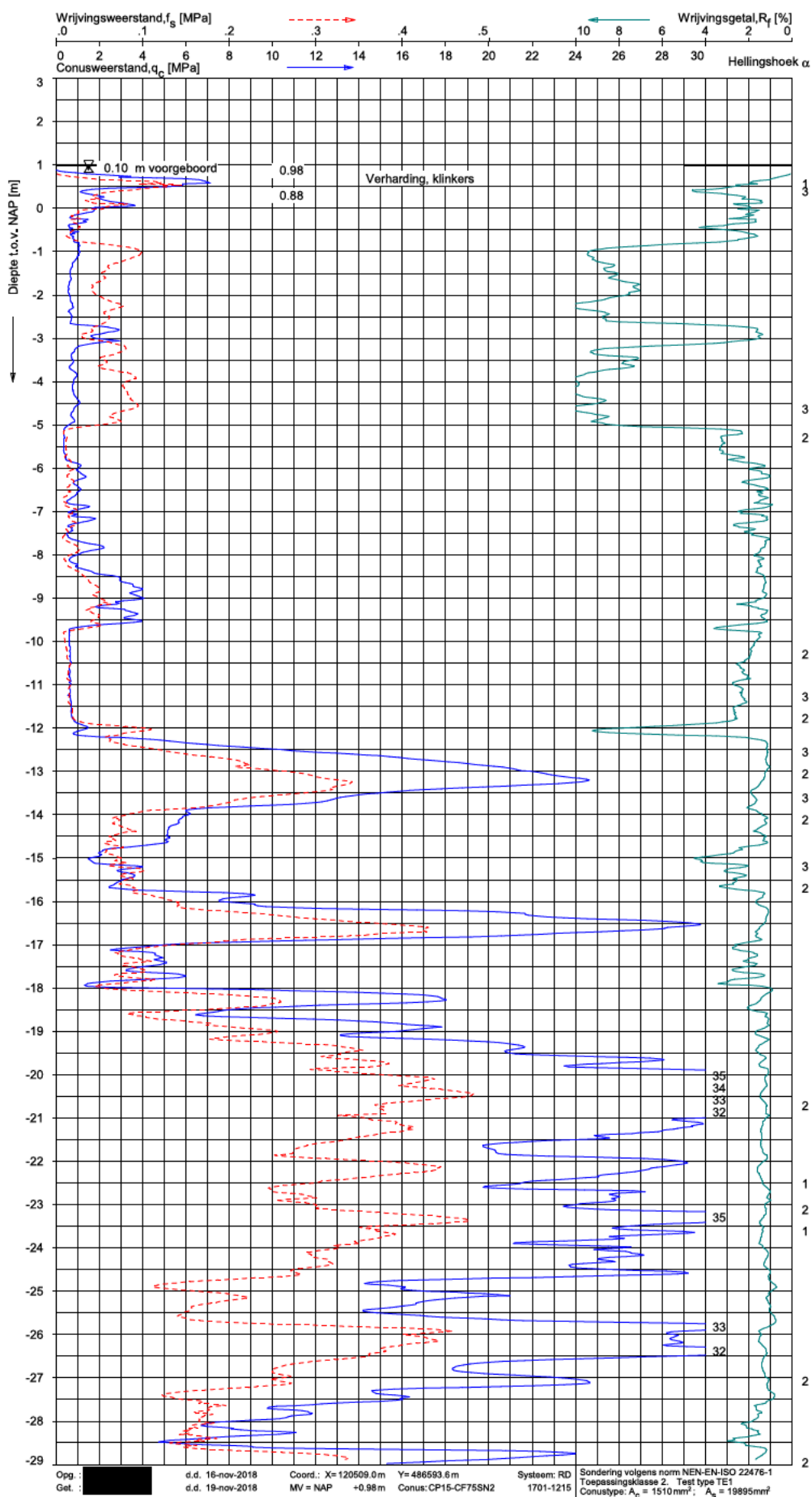
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. 1018-0327-000
 Sond. DKM5



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

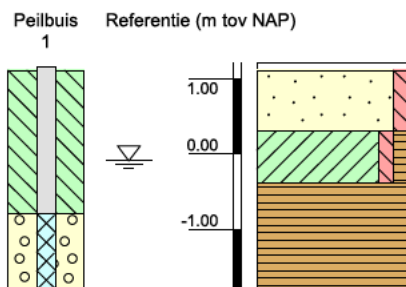
NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. 1018-0327-000
 Sond. DKM6

Boring: HB1

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

1.21 tot 1.11	Verharding, klinker
1.11 tot 0.31	Zand, matig grof, zwak siltig bruin
0.31 tot -0.39	Klei, zwak siltig, zwak humeus, matig slap grijs-zwart
-0.39 tot -1.79	Veen, mineraalarm, matig stevig bruin

Algemene opmerking:

X: 120501.4

GWS (m tov NAP): -0.09

Y: 486604.9

GHG (m tov NAP):

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 1.21

bk PB1 (m tov NAP): 1.15

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 16-11-2018

Boormeester: 

Geclassificeerd door: 

Coördinaten en hoogte van de onderzoekspunten

Indien de hoogte en coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in NAP en RD bedragen de maximale afwijking van de meting van de coördinaten ca. 10 cm en de maximale afwijking van de meting van de hoogte ca. 5 cm. Bij projecten waarbij de sonderingen zijn gerefereerd aan een lokaal vast punt bedraagt de maximale afwijking in de hoogte ca 5 cm. De maximale afwijking in de maatvoering doormiddel van traditioneel uitzetten met een meetband bedraagt ca. 25 cm.

Indien de onderzoekslocaties niet zijn gerefereerd aan een vaste referentiehoogte wijkt het onderzoek af van de gestelde eisen in de NEN-EN-ISO 22476-1.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Sonderen

Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Boren

Mechanisch boorwerk wordt verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis wordt verwijderd met behulp van een puls (niet-cohesieve gronden) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden).

Bij handboren wordt gebruik gemaakt van een edelmanboor (cohesieve gronden) en een handpuls (niet-cohesieve gronden).

De werkzaamheden worden uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22475-1.

Peilbuizen worden gepresenteerd op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuis zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

Ongeroerde monsternamen bij het mechanisch boren kan plaatsvinden door:

- een Ackermann steekbus te slaan of te drukken
- een Pistonbus te drukken
- een Gelpush monster te drukken

Bij handboren worden ongeroerde monsters genomen met een Van der Horst steekapparaat.

De tijdens het boren genomen geroerde monsters worden in het veld globaal geclassificeerd. Als er laboratoriumonderzoek volgt na het veldwerk, worden in het laboratorium de monsters gedetailleerd geclassificeerd. Bij eventuele verschillen tussen de veld- en laboratorium-classificatie, is de laboratoriumclassificatie bepalend.

Op de classificatie van grond is de NEN 5104 van toepassing.

(Grond)waterstand

De gemeten (grond)waterstand(en) betreffen een eenmalige opname en zijn bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

Kwaliteitsborging

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro NL Land B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.

De kalibratiesheet(s) van de gebruikte conus(sen) kunnen op verzoek worden toegestuurd.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

MEETTECHNIEK

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving – Veldproeven – Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Het basisoppervlak van de conus mag tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm^2 en een manteloppervlak van 20000 mm^2 .

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in NEN-EN-ISO 22476-1 vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen heeft een lengte van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek¹ heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepteaanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

INTERPRETATIE VAN DE SONDERINGEN MET PLAATSELIJKE WRIJVINGSWEERSTAND

Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

¹ Lunne and Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw *benen* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

Grondsoort	Wrijvingsgetal in %	Grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6	Klei	3,0 – 5,0
Zand	0,6 – 1,2	Potklei	5,0 – 7,0
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0	Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

PRESENTATIE SONDEERGEGEVENS

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990]², die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f als ingangsparameters.

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden berekend, uit de gemeten wrijvingsweerstand f_s en conusweerstand q_c , indien mogelijk gecorrigeerd voor de waterspanning en de verticale effectieve - en totale grondspanning volgens de onderstaande formules.

Genormaliseerde conusweerstand:

$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

Vergelijking 1

Genormaliseerd wrijvingsgetal:

$$nR_f = \frac{100 \cdot f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

Vergelijking 2

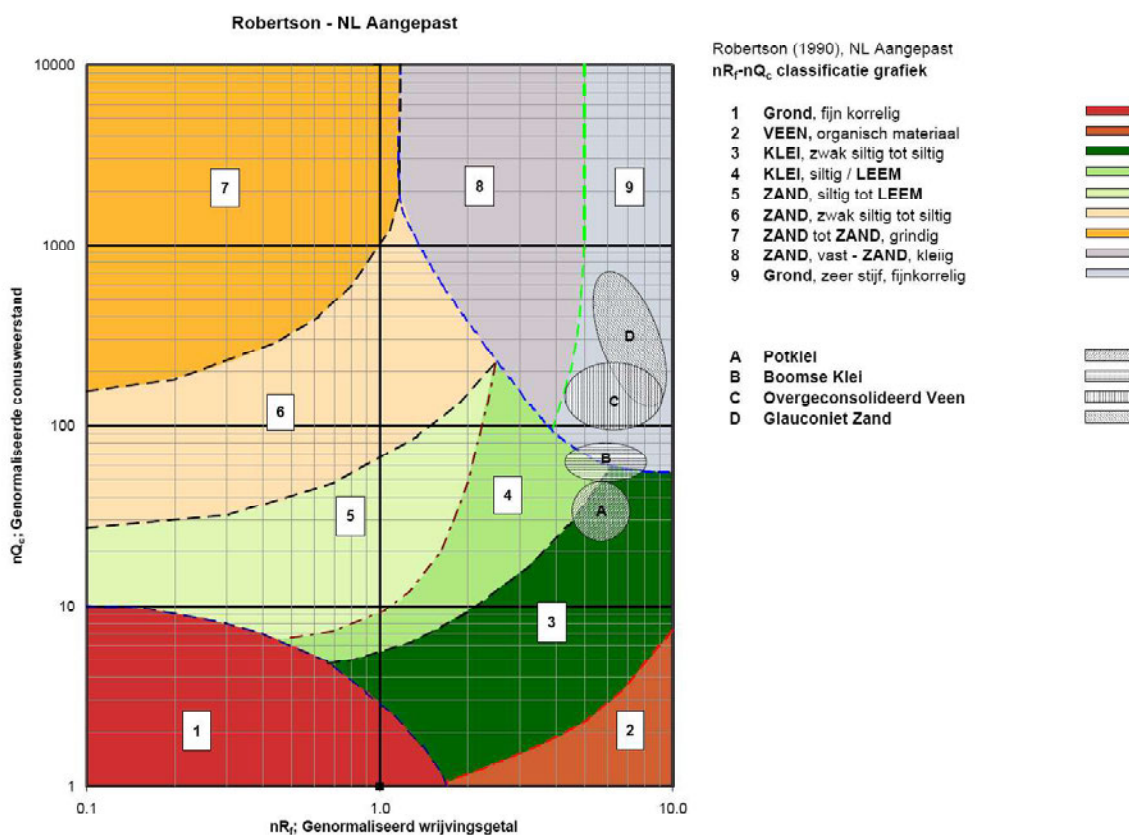
In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van Robertson [1990] twee aanpassingen gedaan om de Nederlandse situatie beter te beschrijven:

- gebieden 4 en 5 zijn anders ingedeeld, zodat losgepakte zanden en ondiepe kleilagen beter worden geïnterpreteerd. Deze aanpassingen zijn in onderstaande figuur weergegeven;

² Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test", Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8²

- er is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5 \text{ MPa}$ en $R_f > 5 \%$ wordt de grond als veen geclassificeerd.



Figuur 1

Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

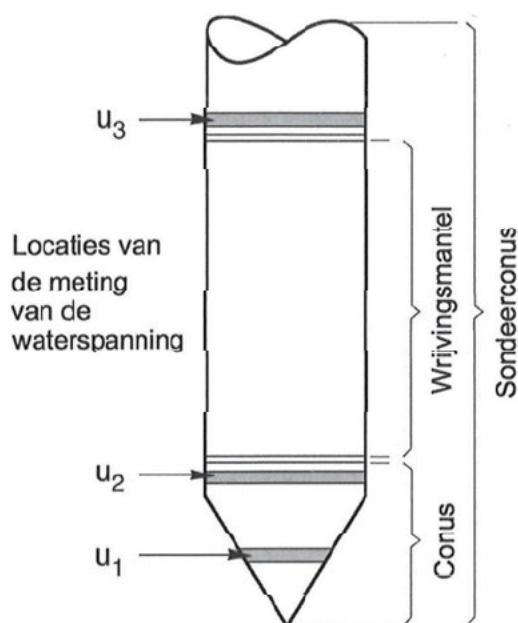
De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen mogelijk onterecht worden geïnterpreteerd als veenlagen. Ook is de correlatie voor de toplagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

ANDERE CONUSTYPEN

Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van) metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

Type meting	Meetresultaten	Toepassingsmogelijkheden
Waterspanning	Waterspanning ter plaatse van de punt	■ registreren waterremmende lagen; ■ indicatie stijghoogte grondwater; ■ classificatie / gelaagdheid bodem.
Magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	■ blindganger onderzoek; ■ onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers); ■ onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen; ■ onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden.
Geleidbaarheid	Elektrische geleiding grond en grondwater	■ indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens; ■ onderzoek verspreiding verontreiniging.
Temperatuur	Temperatuurmeting op verschillende diepten	■ warmteoverdracht in de bodem; ■ bepaling temperatuurgradiënt.
Schuifgolfsnelheid (seismisch)	Dynamische bodemparameters op verschillende diepten	■ machinefunderingen; ■ windturbinefunderingen.
Versnelling	Versnellingen op verschillende diepten	■ heitrillingen; ■ verkeerstrillingen
MIP (Membrane Interface Probe)	Verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	■ bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (Rapid Optical Screening Tool)	Verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	■ bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen

WATERSPANNINGSSONDERINGEN



Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus (piëzo-conus) is voorzien van een ingebouwde druksensor, waarmee de waterdruk tijdens het sonderen wordt gemeten. Een filter voorkomt het contact van grond met de druksensor. De waterdruk kan op drie locaties in de conus worden gemeten waarbij de posities u_1 en u_2 veelvuldig voorkomen (zie figuur 2). Positie u_3 wordt zelden toegepast. Slechts een kleine hoeveelheid water ($0,2 \text{ mm}^3$) is nodig om een nauwkeurige waterdruk te meten. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa.

Figuur 2

UITVOERINGSWIJZE

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontlucht en gevuld te zijn met een weinig samendrukbare vloeistof. Om te voorkomen dat de vloeistof tijdens het sonderen in de onverzadigde lagen boven de grondwaterstand wegvloeit zijn een juiste keuze van vloeistof, het gebruik van een rubber membraam, een goede uitvoering en de poriëngrootte van het filter belangrijk.

Indien het grondwater relatief ondiep aanwezig is, wordt bij voorkeur voorgeboord tot het niveau van de grondwaterspiegel teneinde luchttoetreding te voorkomen. Hiermee wordt ook de kans op beschadiging en in de grond achterblijven van het rubber membraam verkleind.

INTERPRETATIE

De resultaten van de piëzo-sonderingen bestaan uit de gemeten conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijvingsweerstand (f_s), het wrijvingsgetal (R_f), de gemeten waterspanning (u_1 of u_2 respectievelijk in de punt en achter de punt) en de wateroverspanningsindex B_q .

De resultaten van de waterspanningsmeting tijdens het sonderen vormen uit grondmechanisch en geohydrologisch oogpunt een belangrijke extra informatiebron voor de interpretatie van de bodemopbouw. Door combinatie van de meting van de conusweerstand en de waterspanning, bij voorkeur samen met de plaatselijke wrijvingsweerstand, wordt optimaal gebruik gemaakt van de sondeertechniek en kan het benodigde aanvullend grondonderzoek efficiënter worden gepland.

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is. Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1 -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1 -meting veel hoger is dan van de u_2 -meting.

WATEROVERSPANNINGINDEX B_q

Met de wateroverspanningindex B_q kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand q_{net} , zijnde de gemeten conusweerstand q_c gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \frac{\beta \cdot (u_1 - u_o)}{q_{net}}$$

Vergelijking 3

$$Bq = \frac{(u_2 - u_0)}{q_{net}}$$

Vergelijking 4

waarin:

- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 . Standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;
- q_t = $q_c + (1-a) \{ \beta (u_1 - u_0) + u_0 \}$ voor een filter in de conuspunt;
- = $q_c + (1-a) u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt;
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m³ en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- a = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- u_1 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing in de punt;
- u_2 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing achter de punt;
- u_0 = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau uitgegaan van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de β -factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 – 0,8
Licht over geconsolideerde klei	0,5 – 0,7
Sterk over geconsolideerde klei	0,0 ¹ – 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 – 0,6
Leem, vast en dilatant gedrag	0,0 ¹ – 0,2
Zand, siltig, los gepakt	0,2 – 0,4

¹ Bij meting van de waterspanning achter de conuspunt worden in bepaalde gevallen negatieve waterspanningen gemeten. Deze waarden geven nauwelijks een indicatie van de doorlatendheid, doch alleen over het materiaalgedrag.

DISSIPATIETEST

Het is ook mogelijk het sondeerproces op een bepaalde diepte tijdelijk te stoppen en de afname van de wateroverspanning (dissipatie) als functie van de tijd te registreren. Daarna kan het sondeerproces worden voortgezet.

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt. Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat in klei overeen met circa 1/2 uur. Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond. Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

KLASSENINDELING EN-ISO 22476-1

Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten parameters.

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 "Electrical cone and piezocone testing" ontwikkeld. In de norm EN-ISO 22476-1 is de nauwkeurigheid van de meetresultaten gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd. In de Europese tabel van sondeerklassen worden de sondeerklassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie volgende tabel.

Toepassings Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort ^b	Interpretatie ^c
1	TE2	■ Conus weerstand ■ Mantel wrijving ■ Waterspanning ■ Helling ■ Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G,H
2	TE1 TE2	■ Conus weerstand ■ Mantel wrijving ■ Waterspanning ■ Helling ■ Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	■ Conus weerstand ■ Mantel wrijving ■ Waterspanning ^d ■ Helling ■ Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	■ Conus weerstand ■ Mantel wrijving ■ Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*

Noot 1:

Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F.

Noot 2:

Uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.

a	De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik.
b	Volgens ISO 14688-2: A homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) (typische gronden met $q_c < 3$ MPa); B gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$); C gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$) en zeer dichte zanden ($q_c > 20 \text{ MPa}$); D zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3 \text{ MPa}$) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20 \text{ MPa}$).
c	G Vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid. G* Indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid. H Interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid. H* Interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid.
d	Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b NEN 9997-1 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is echter in een bodemgesteldheid met zowel zeer slappe grondlagen als zeer vaste zandlagen met hoge conusweerstand niet realistisch om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm voor het overgrote deel (>95%) in toepassingsklasse 2 vallen.

Voor sondering in toepassingklasse 1 worden speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik toegepast. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van recente kalibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

In de praktijk komt het af en toe voor dat sonderingen worden uitgevoerd, waarbij door de opdrachtgever is aangegeven dat de maaiveldhoogte niet ten opzichte van een vast referentiepeil (NAP) hoeft te worden vastgelegd. Deze sonderingen voldoen derhalve op dit punt niet aan EN-ISO 22476-1.

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

	Handboring nog niet uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring nog niet uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
	Boring uitgevoerd door derden
	Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Overige symbolen

	Meetpunt
	Hoogtemaat

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

Legenda / Terminologie

Grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

Zand

	Zand, kleilig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

Veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleilig
	Veen, sterk kleilig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

Klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

	Zwak humeus
	Matig humeus
	Sterk humeus
	Zwak grindig
	Matig grindig
	Sterk grindig
	Puin

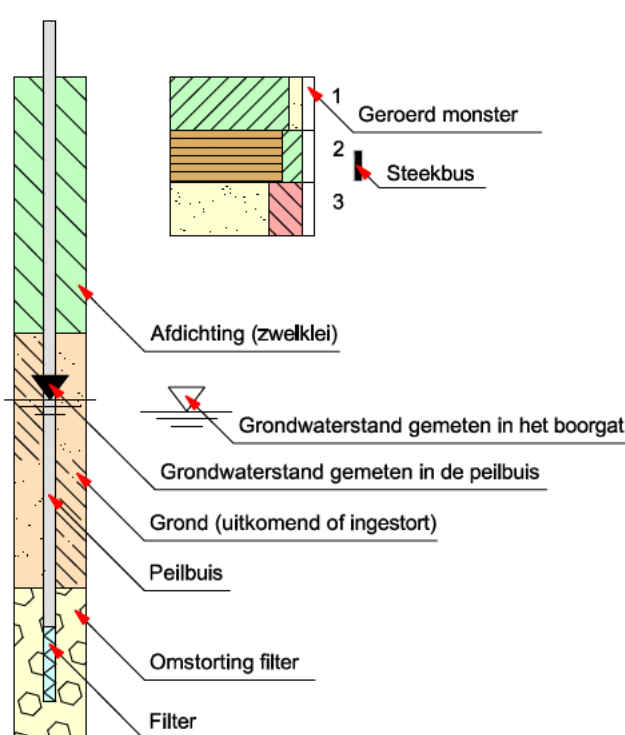
Sonderingen

	Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Slagsondering uitgevoerd
	Handsondering uitgevoerd
	Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
	Multigrondwatersondering uitgevoerd
	Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
	Sondering met bolconus uitgevoerd
	Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
	Waterspanningsmeter uitgevoerd
	Sondering uitgevoerd door derden
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
	Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
	Hellingmeterbuis uitgevoerd

Toegevoegde metingen

KM	Meting van de plaatselijke kleef
P	Meting van de waterspanning
M	Meting van de magnetische veldsterkte
G	Meting van de geleidbaarheid
S	Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
T	Meting van de temperatuur

Peilbuis



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:

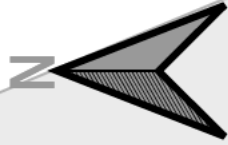
“Gemiddelde van de HG3 over een periode van 8 jaar. De HG3 is het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) bij een meetfrequentie van tweemaal per maand (rond de 14e en 28e).”

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.

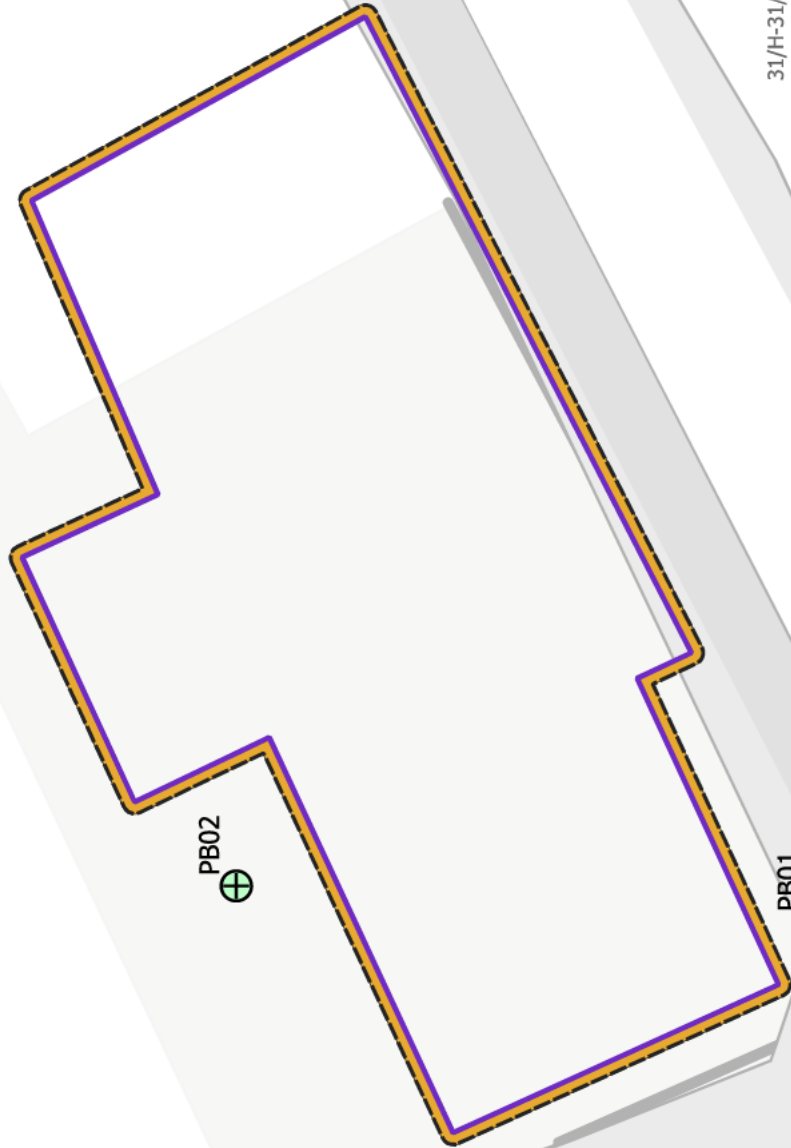
Berekende percentielwaarden grondwaterstand per peilbuis

Peilbuis nr.	Formatie	Laagst gemeten	GLG / GLS (5%-waarde)	GG / GS (50%-waarde)	GHG / GHS (95%-waarde)	Hoogst gemeten
		[m t.o.v. NAP]				
D05476_fr	freatisch	-1,72	-1,49	-0,89	-0,61	-0,51
D05417_fr	freatisch	-0,88	-0,71	-0,48	-0,33	0,36
E05258_fr	freatisch	-0,77	-0,53	-0,16	0,14	0,28
D05420_fr	freatisch	-1,53	-0,54	-0,35	-0,11	0,07
E051267_fr	freatisch	-1,79	-1,75	-1,71	-1,62	-1,37
E051298_fr	freatisch	-0,58	-0,53	-0,44	-0,33	-0,25
E051297_fr	freatisch	-0,69	-0,66	-0,62	-0,54	-0,39
E051301_fr	freatisch	-0,59	-0,54	-0,38	-0,29	-0,21
E051264_fr	freatisch	-0,75	-0,71	-0,39	-0,26	-0,14
E051266_fr	freatisch	-0,99	-0,92	-0,88	-0,84	-0,72
E051290	Wadzand	-1,1	-1,02	-0,95	-0,84	-0,68
D05475_fr	freatisch	-0,86	-0,78	-0,63	-0,48	-0,31
D05572_fr	freatisch	-0,49	-0,42	-0,25	-0,13	-0,06
D05624	WVP	-2,92	-2,7	-2,42	-2,24	-2,19

Bijlage 3 Ontwerptekeningen



1A



PB02

PB01

27/H-29/3

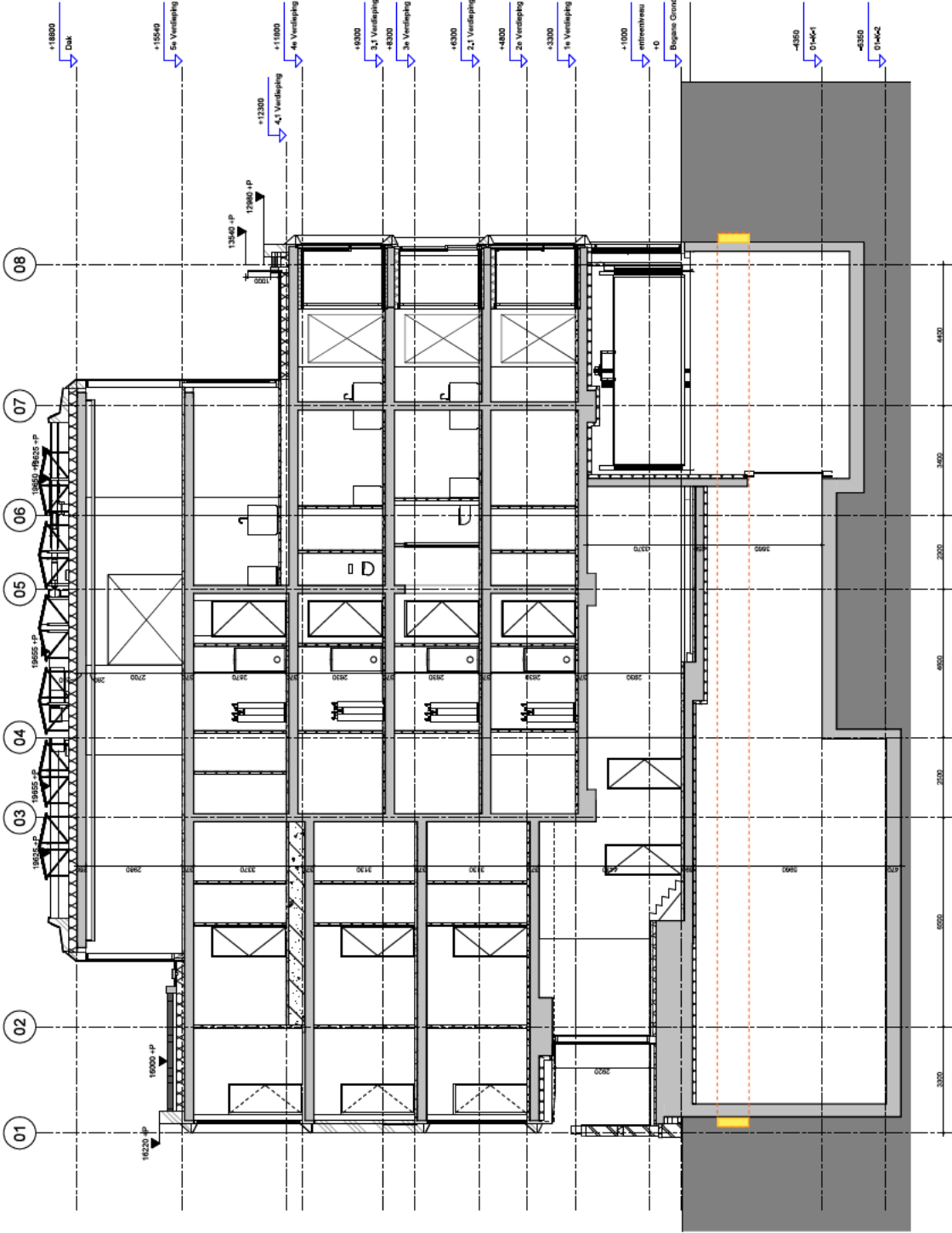
31/H-31/2

33

LEGENDA

- projectlocatie
- grindkoffer
- projectpeilbuizen
- freatisch





MV.
SA.

project
projectnaam
projectadres

MVSA b.v.
P.O. Box 2737
1000 CS Amsterdam
The Netherlands
tel. +31 205319800
office@mvsa.nl
www.mvsaarchitects.com

datum
10-07-2023

schaal
1:100

status
definitief

opdrachtgever
naam opdrachtgever

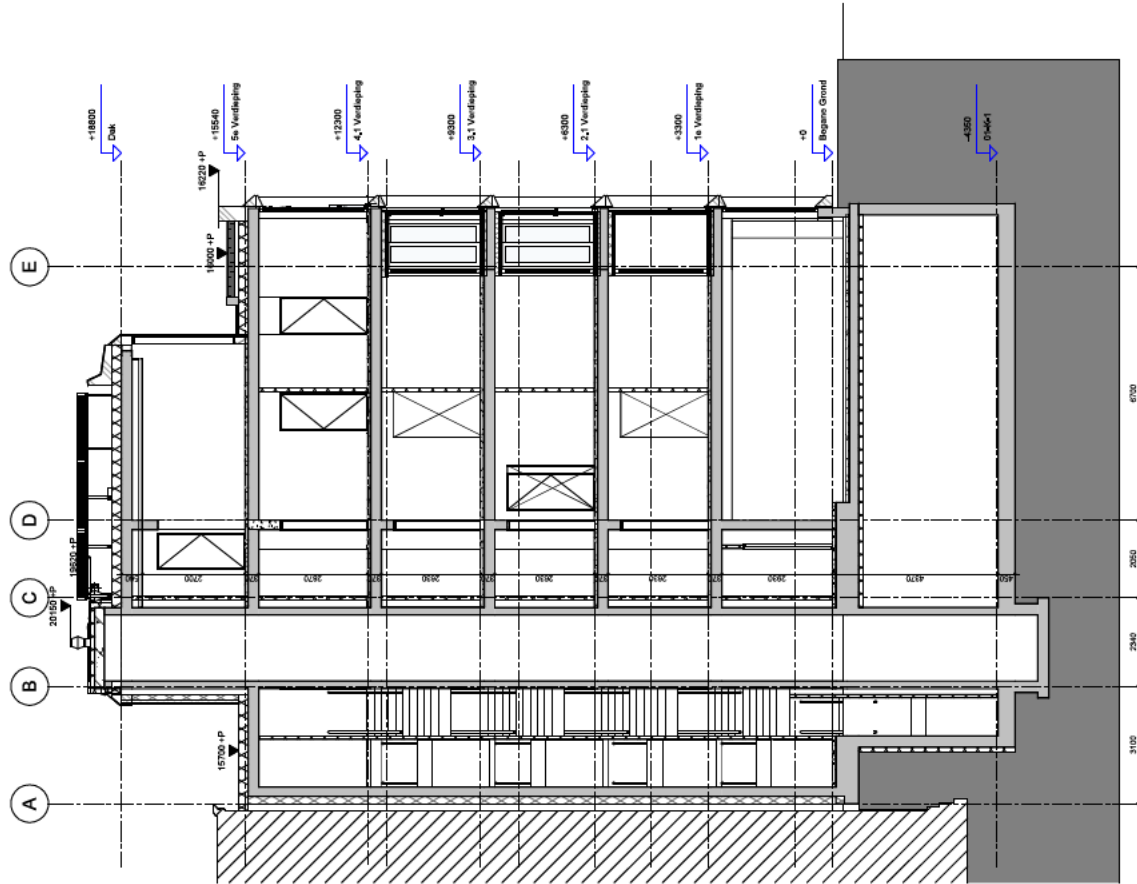
onderwerp
denkbeeld A-A

onderdeel
denkbeeld

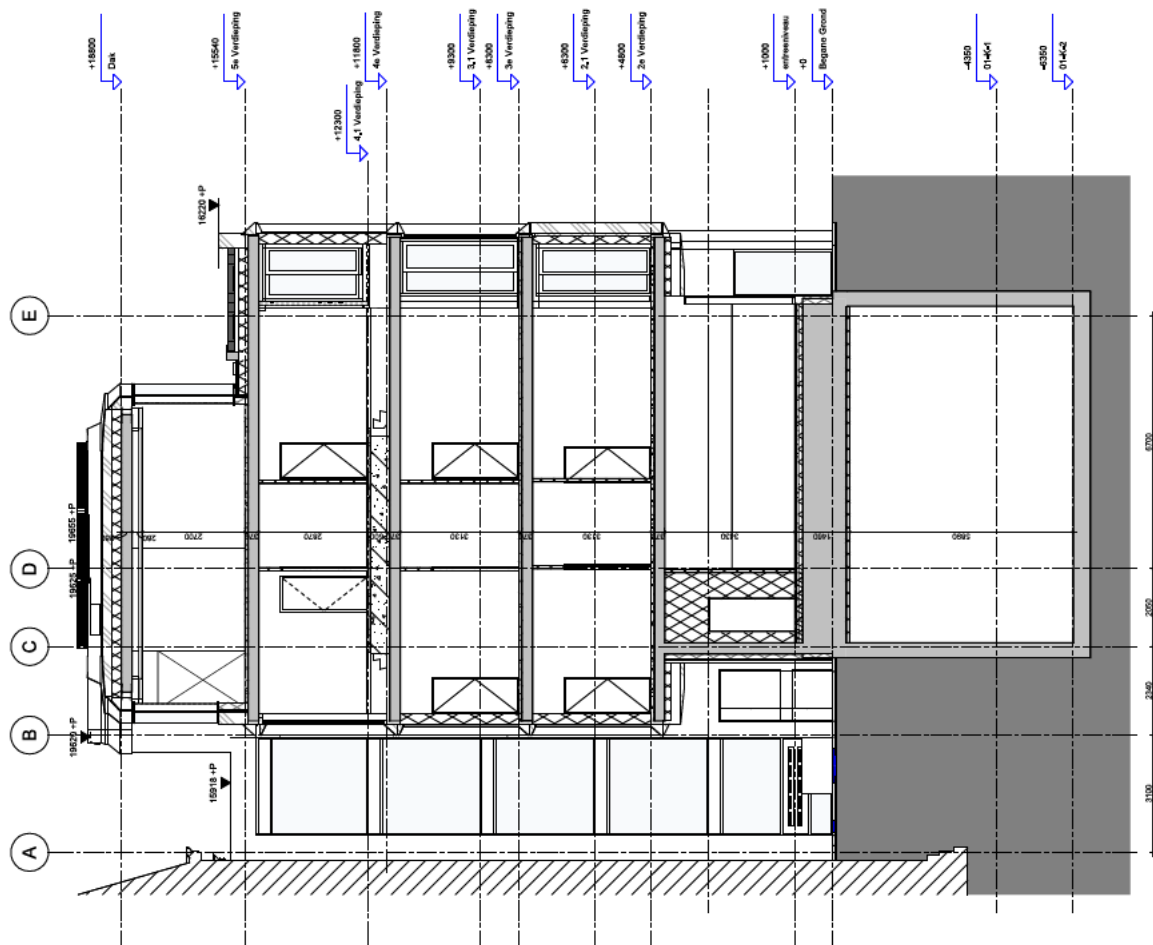
opdrachtnummer
15303

formaat
A2

tekeningsnummer
B-N-03-01



B Doorsnede B-B
schaal 1 : 100



C Doorsnede C-C
schaal 1 : 100



MVSA b.v.
P.O. Box 2737
1000 CS Amsterdam
The Netherlands
tel. +31 20 531 9800
office@mvs.nl
www.mvsarchitects.com

project
projectnaam
projectadres

projectnummer
15303
formaat
A2
tekeningnummer
B-N-03-02

opdrachtgever naam opdrachtgever	onderwerp denkende B-B, C-C	datum 10-07-2023	gewijzigd	
			a.	b.
schaal 1:100	onderdeel	status ontwerp	c.	d.
			e.	f.
doornedes type BA	doornedes type BA	status ontwerp	g.	h.

	60	893	total:	893	893
--	----	-----	--------	-----	-----

	1 0	35 0	rozbiór	33 4	33 4
--	-----	------	---------	------	------

Bijlage 5 Aanvullende vragen gemeente Amsterdam

Grondwaterneutraal bouwen

- In het geohydrologisch rapport van Crux (11 juli 2022, kenmerk NT22188a3, versie 4), is uitgegaan van een kelder van 290m². De kelder is 305m² en hiervoor gelden andere regels in het bestemmingsplan “Grondwaterneutrale kelders”. Dit vraagt om een aanpassing. Zie hieronder.
Volgens het ontwerp wordt dit 307 m². Aangepast in oa paragraaf 2.5.
- Uit de notitie van Crux blijkt niet dat ze expliciet aan het bestemmingsplan "Grondwaterneutrale kelders" hebben getoetst. Kan de notitie worden aangevuld met een expliciete toetsing aan artikel 5.3 sub a lid 2:
voor kelders met een totale brutovloeroppervlakte van meer dan 300 m2 of een bouwdiepte van meer dan 4 meter dat op basis van een geohydrologisch onderzoek moet worden aangetoond dat het bouwplan niet strijdig is met het belang als genoemd in 5.1. (het belang van grondwaterneutraal bouwen: het bouwen van een kelder waarbij de stand en stroming van het grondwater buiten het perceel waarop de kelder is geprojecteerd niet of nauwelijks veranderen, waar mogelijk zal verbeteren, en geen negatieve grondwatereffecten optreden. Tot negatieve effecten worden in ieder geval gerekend risico's op opbarsten van de deklaag, welvorming, grondwateroverlast en grondwateronderlast.)
Opgenomen in paragraaf 2.2.
- De definitie van “grondwaterneutraal bouwen” uit het bestemmingsplan luidt als volgt (de onderstreping is door mij gedaan):
het bouwen van een kelder waarbij de stand en stroming van het grondwater buiten het perceel waarop de kelder is geprojecteerd niet of nauwelijks veranderen, waar mogelijk zal verbeteren, en geen negatieve grondwatereffecten optreden. Tot negatieve effecten worden in ieder geval gerekend risico's op opbarsten van de deklaag, welvorming, grondwateroverlast en grondwateronderlast.
Opgenomen in paragraaf 2.2.

In de notitie graag een terugkoppeling geven of en hoe hieraan wordt voldaan.

- Crux heeft de grondwaterstromen op de bouwlocatie voldoende inzichtelijk gemaakt. De vraag is nu of Crux ook nog iets kan zeggen of er gevolgen zijn voor de grondwaterstand/stroom ter plaatse van de panden in de Raamstraat (zoals ook in de voornoemde definitie wordt omschreven)? Kunnen ze dit middels tekeningen / plaatjes van de onderzochte grondwaterstromen, uitleggen in relatie tot de omliggende panden?
Opgenomen in paragraaf 4.1 / 4.2. Er is geen significante wijziging van de grondwaterstroom ter plaatse van de panden in de raamstraat.
- Uit de notitie kan worden opgemaakt dat de beoogde mitigerende maatregelen ervoor zorgen dat onder en naast de kelder sprake zal zijn van een grondwaterpassage. Uitzondering is de Raamstraat waar deels geen volwaardige zandsleuf kan worden gerealiseerd, maar verwachting is dat het weinig invloed heeft op de werking van de mitigerende maatregelen. Heeft dit nog gevolgen voor de omliggende panden in de Raamstraat?
Er is een wijziging doorgevoerd in het ontwerp van de mitigerende maatregel waardoor deze gemakkelijker uitvoerbaar is en daarmee minder foutgevoelig. De mitigerende maatregel wordt in zijn geheel rondom de kelder aangelegd, inclusief ter plaatse van de raamstraat waar deze dus deels in de openbare ruimte komt te liggen. Dit is afgestemd met gemeente Amsterdam.
- Uit de notitie maak ik op dat gekozen is voor de aanleg van een “traditionele kelder” met damwanden. Hiervoor moeten damwanden worden geslagen en ingetrild en is ook bemaling nodig omdat de grondwaterstand tijdens het bouwproces kan veranderen. Is ook nagedacht over (deels) bouwen van een afzinkkelder om de risico's voor de omliggende bebouwing zo veel mogelijk uit te sluiten? Voor het bouwen van een afzinkkelder hoeven immers geen damwanden te worden geslagen en ingetrild en is ook geen bemaling nodig omdat de grondwaterstand tijdens het bouwproces niet verandert.
Hier is een afweging in gemaakt welke aanvullend is opgenomen in notitie NT26123a1.
- (Grond)waterstand is t.b.v. de notitie eenmalig opgenomen. Kan deze opname zekerheidshalve nogmaals worden gedaan om goed beeld te krijgen van de situatie ter plaatse?
Peilbuis E0528 ligt op slechts 3,5 m van de projectlocatie en bevat een langjarige meetreeks welke een veel beter beeld geeft van de grondwaterstandfluctuaties dan nieuwe éénmalige project-specifieke metingen. Toelichting opgenomen in paragraaf 2.4.2.

- Kan Crux een algemeen, maar wel op deze locatie toegespitst, monitoringsplan opstellen? Een meer gedetailleerd monitoringsplan zal als voorwaarde in de uitvoeringsfase in de omgevingsvergunning worden opgenomen.

Opgenomen in paragraaf 5.7.