

ir. A.G. van der Sluis

ir. R.E. van Alphen

ir. M. Eschweiler

ir. J.W.J. Hoekstra

ing. J.C. van den Heuvel MEng

ir. S.J. Schoenmakers

ir. F.J. van Gijn

ing. T. Pessel

Project

Ordernummer

Opdrachtgever

Architect

Rapportnummer

Omschrijving

Fase

Raamplein te Amsterdam

10399

FRED Real Estate Developers

MVSA Architects

BA-CO.01

Constructieve omschrijving

Bouwaanvraag

Revisie

Status

Datum

Omschrijving

-

Definitief

10-06-2022

Eerste uitgave

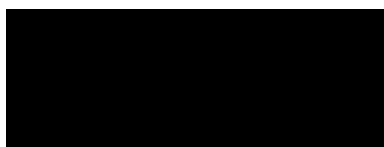
A

Definitief

23-08-2022

Correcte versie barrièrewerking

Opgesteld door:



Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
Rapport nr: BA-CO.01

1. Inhoudsopgave

1.	Inhoudsopgave	2
2.	Algemeen	3
2.1	Projectgegevens	3
2.2	Projectomschrijving	3
3.	Uitgangspunten	4
3.1	Gehanteerde normen	4
3.2	Gebouw	4
3.3	Brandwerendheid	4
3.4	Materialen	5
3.5	Belastingcombinaties	6
3.6	Belastingen	6
4.	Geotechniek	8
4.1	Grondonderzoek	8
4.2	Funderingsadvies	8
4.3	Barrièrewerking	8
4.4	Damwandadvies	8
5.	Constructieve omschrijving	9
5.1	Kelder	9
5.2	Begane grond	9
5.3	Verdiepingen	9
5.4	Stabiliteit	9
5.5	Overige uitgangspunten	9
6.	Opgave indicatieve wapeningshoeveelheden	10
7.	Advies barrièrewerking CRUX Engineering BV	13

Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
Rapport nr: BA-CO.01

2. Algemeen

2.1 Projectgegevens

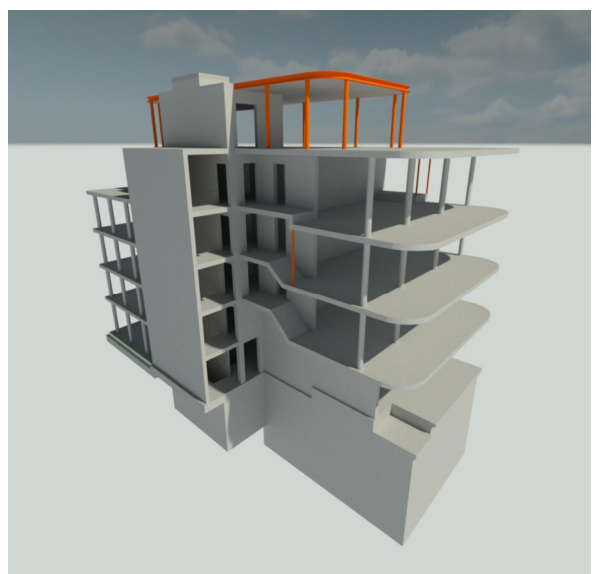
Projectnaam	Raamplein te Amsterdam
Projectnummer	10399
Projectadres	Raamplein/Raamstraat te Amsterdam
Opdrachtgever	FRED Real Estate Developers
Architect	MVSA Architects
Aannemer	n.t.b.
Adviseur constructies	Van Rossum Raadgevende Ingenieurs BV

2.2 Projectomschrijving

In opdracht van FRED Real Estate Developers verzorgt Van Rossum Raadgevende Ingenieurs b.v. de constructieve advieswerkzaamheden van het project "Raamplein" te Amsterdam. Het project betreft de realisatie van een appartementenblok van maximaal 6 bouwlagen. Het blok wordt onderkelderd.

Deze constructieve omschrijving is een toelichting van de constructieve uitgangspunten behorend bij de bouwaanvraag. Het is het basisdocument conform de Wabo met constructieve uitgangspunten in hoofdlijnen voor de uitwerking richting het Uitvoeringsgereed Ontwerp. De aanvrager dient op de aanvraag aan te geven dat de constructieve werktekeningen en bijbehorende berekeningen later worden ingediend en minimaal 3 weken voor start uitvoering van desbetreffende onderdelen zullen de stukken voor constructieve controle aangeboden worden bij BoWoTo.

De in dit rapport aangegeven hoofdlijnen van de constructie zijn uitsluitend bedoeld voor de bouwaanvraag en niet bestemd voor prijsvorming of uitvoering. De definitieve constructie dient nader uitgewerkt te worden.



Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
Rapport nr: BA-CO.01

3. Uitgangspunten

3.1 Gehanteerde normen

De volgende normen zijn gehanteerd inclusief de bijbehorende nationale bijlagen

NEN-EN 1990 – Grondslagen van het ontwerp
NEN-EN 1991 – Belastingen op constructies
NEN-EN 1992 – Betonconstructies
NEN-EN 1993 – Staalconstructies
NEN-EN 1994 – Staal-beton constructies
NEN-EN 1995 – Houtconstructies
NEN-EN 1996 – Metselwerkconstructies
NEN-EN 1997 – Geotechnisch ontwerp (NEN 9997)
NEN-EN 1998 – Aardbevingen
NEN-EN 1999 – Aluminiumconstructies

3.2 Gebouw

Gebouwtype	Woonfunctie	Woonfunctie
Gevolgklasse	CC2b	Middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, en/of aanzienlijke economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.
Risicoklasse	RC2	
Risicogroep	CC2	Bouwwerken met de bestemming wonen
Ontwerplevensduurklasse	4: 50 jaar	Gebouwen en andere gewone constructies
Gebouwhoogte	19,0 m	t.o.v. oorspronkelijk maaiveld
Aantal verdiepingen	6	t.o.v. nieuw maaiveld
Hoogst gelegen verblijfsvloer	15,5 m	t.o.v. nieuw maaiveld
Brandwerendheid	120 minuten	Brandwerendheid hoofddraagconstructie
Peil 0 t.o.v. NAP	NAP + 0,8 m	Peil definitief vast te stellen i.o.m. gemeente

3.3 Brandwerendheid

Het betreft een woongebouw met een hoogste verblijfsgebied hoger dan 13 m, daar geldt een benodigde brandwerendheid tegen bezwijken van 120 minuten.

Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
 Rapport nr: BA-CO.01

3.4 Materialen

3.4.1 Staal

Staalsoort	S355	Flensprofielen
	S355	Koker- en buisprofielen, warm vervaardigd
	S355	SFB, IFB en THQ
Staalkwaliteit		Volgens opgave leverancier
Ankerkwaliteit	8.8 gerolde draad	Binnen; Buiten, niet inspecteerbaar
	A4 gerolde draad	Buiten, niet inspecteerbaar
Boutkwaliteit	8.8 gerolde draad	
Conservering	n.v.t.	Binnen, geen zichtwerk
	Verfsysteem	Binnen, zichtwerk, kleur volgens architect
	Thermisch verzinkt en verfsysteem	Buiten
	Thermisch verzinkt en verfsysteem	Oncontroleerbaar, spouw of fundering
Voegmortel	K70	Staal op beton

3.4.2 Beton

Betonkwaliteit	C30/37	In het werk gestort, behoudens kolommen en balken in C45/55
	Min. C45/55	Prefab beton
	C35/45	Breedplaatvloeren i.v.m. pons
Milieuklasse	XC3, XF1	Beton onder maaiveld, boven gw, buiten
	XC4, XF1	Beton boven maaiveld, buiten, vert. elementen
	XC4, XF3	Beton boven maaiveld, buiten, hor. Elementen
	XD2	Beton parkeergarage
	XC1	Betonconstructies binnen
Wapening	B500B	

Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
 Rapport nr: BA-CO.01

3.5 Belastingcombinaties

Gevolgsklasse	CC2b
Risicoklasse	RC2
K_{FL}	1,0
ξ	0,89

3.5.1 Uiterste grenstoestand

Conform NEN-EN 1990 tabel NB.3 – A1.2(A)

	Permanente belasting		Variabele belasting	
	Ongunstig	Gunstig	Overheersend	Overig
6.10a	1,35 G_k	0,9 G_k	1,50 $\Psi_{0,1} q_{k,1}$	1,50 $\Psi_{0,i} q_{k,i} (i>1)$
6.10b	1,20 G_k	0,9 G_k	1,50 $q_{k,1}$	1,50 $\Psi_{0,i} q_{k,i} (i>1)$

3.5.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Conform NEN-EN 1990 tabel A1.4

	Permanente belasting		Variabele belasting	
	Ongunstig	Gunstig	Overheersend	Overig
Karakteristiek	1,0 G_k	1,0 G_k	1,0 $q_{k,1}$	1,0 $\Psi_{0,i} q_{k,i} (i>1)$
Frequent	1,0 G_k	1,0 G_k	1,0 $\Psi_{1,1} q_{k,1}$	1,0 $\Psi_{2,i} q_{k,i} (i>1)$
Quasi-blijvend	1,0 G_k	1,0 G_k	1,0 $\Psi_{2,1} q_{k,1}$	1,0 $\Psi_{2,i} q_{k,i} (i>1)$

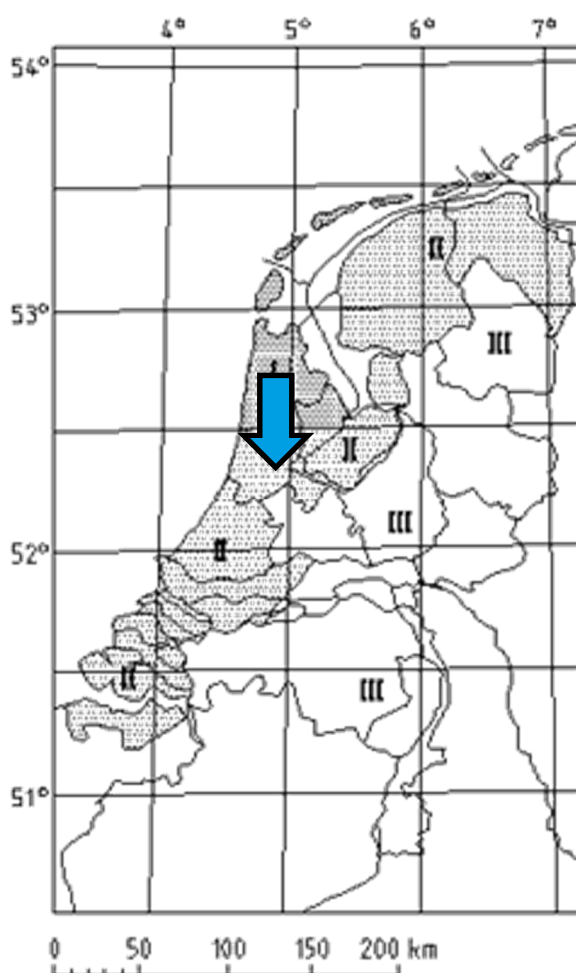
3.6 Belastingen

3.6.1 Variabele vloerbelasting

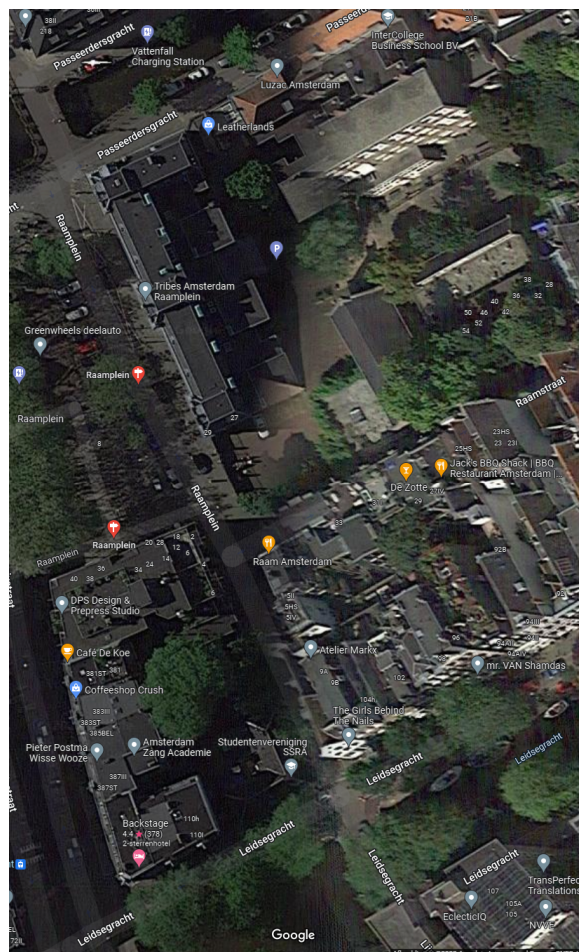
Cat.	Gebruiksfunctie	Q_k [kN/m ²]	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
A	Wonen (inclusief lichte scheidingswanden)	2,55	0,4	0,5	0,3
C	Bijeenkomstfunctie (begane grond)	5,00	0,4	0,7	0,6
G	Verkeersfunctie (kelder dubbel parkeren)	5,00	0,7	0,5	0,3
H	Daken – niet toegankelijk (pv-panelen als G_k)	1,00	0,0	0,0	0,0

Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
 Rapport nr: BA-CO.01

3.6.2 Windbelasting



Locatie van het gebouw in Nederland



Gebouw in relatie tot de omgeving
 (Google Maps)

Windgebied	Gebied II	
Omgeving	Onbebouwd	
Gebouwhoogte	19,0 m	t.o.v. maaiveld
Stuwdruk ($q_{p(z)}$)	1,05 kN/m ²	

Factor voor gebrek aan correlatie van winddruk en -zuiging = 0,85 ($h/d < 1,0$ in beide richtingen) t.b.v. stabiliteitsberekening.

Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
Rapport nr: BA-CO.01

3.6.3 Sneeuwbelasting

De sneeuwbelasting die aangehouden wordt is:

$$s = \mu_1 \cdot s_k = 0,8 \cdot 0,70 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

4. Geotechniek

4.1 Grondonderzoek

Er heeft op dit moment nog geen onderzoek op locatie plaatsgevonden en maken wij gebruik van het grondonderzoek van door ons eerder gerealiseerde projecten in de buurt.

4.2 Funderingsadvies

Aangezien er nog geen grondonderzoek heeft plaatsgevonden is er ook geen funderingsadvies beschikbaar.

Er is een fundering op palen benodigd. Op basis van referentie-projecten in de buurt achten wij het toepassen van een grondverdringend en trillingsvrij paalsysteem, te weten een schroefinjectiepaal, als haalbaar. Als indicatie dient er rekening te worden gehouden met schroefinjectiepalen r219/300/440 tot een minimale diepte van NAP – 21,0m. Op deze diepte wordt verwacht dat een maximale druk van 1000 kN/paal gehaald wordt en een op te nemen trekbelasting van 250 kN/paal. Er dient rekening te worden gehouden met ongeveer 145 stuks palen.

Op het moment dat er wel een project-specifiek funderingsadvies beschikbaar is, zullen bovenstaande uitgangspunten herijkt dienen te worden.

4.3 Barriërewerking

CRUX Engineering BV heeft in een analyse de gevolgen van de aanleg van de kelder op de watervoerende capaciteit van de bodem in de permanente situatie geïnventariseerd. Deze notitie NT22188a3 d.d. 11-07-2022 wordt als bijlage aan deze constructieve omschrijving toegevoegd.

4.4 Damwandadvies

Er is op dit moment nog geen damwandadvies beschikbaar.

Uitgangspunt is dat de bouwkuip niet alleen voldoende waterdicht is, maar ook voldoende stijf wordt uitgevoerd zodat de invloed op de belendingen als voldoende minimaal wordt geacht. Dit zal door middel van aanvullende rapportages aangetoond moeten gaan worden in de volgende fase.

5. Constructieve omschrijving

5.1 Kelder

Onder het gebouw wordt een diepe kelder toegepast om met een parkeersysteem dubbelhoog te kunnen parkeren. De onderzijde van het diepste deel komt op NAP-6,0m.

De keldervloer bestaat uit een in het werk gestorte vloer met een dikte van 450mm. De kelderbak bevindt zich onder grondwaterniveau en wordt derhalve waterdicht uitgevoerd. De ongedilateerde keldervloer wordt voorzien van extra krimpwapening volgens het self-healing principe. Met deze extra wapening wordt de scheurwijdte verder beperkt en zullen in principe de watervoerende scheuren na ca 2-3 maanden weer dichtslibben (self-healing). Voor de constructies onder het grondwaterniveau worden trekpalen toegepast.

De kelderwanden zijn 400mm dik ter plaatse van de diepe kelder en de overige wanden zijn 300mm dik. Ook deze in het werk gestorte wanden worden waterdicht uitgevoerd.

5.2 Begane grond

Ter plaatse van het kelderdek wordt een breedplaatvloer toegepast in combinatie met in het werk gestorte stroken. Daar waar het gebouw op maaiveld begint wordt een geïsoleerde kanaalplaatvloer toegepast welke op een balkenraster afsteunt.

De opgaande constructie bestaat primair uit een betonnen in het werk gestorte structuur van wanden en kolommen.

5.3 Verdiepingen

De verdiepingen bestaan uit een combinatie van in het werk gestorte wanden en kolommen in combinatie met een breedplaatvloer. Daar waar de kolommenstructuur over gaat in een wandenstructuur worden onder de wanden (stort)balken toegepast om de onderstempeling in de bouwfase snel weg te kunnen halen. In de eindfase werken de gesloten wanden als wandligger.

5.4 Stabiliteit

De stabiliteit wordt in beide richtingen verzorgd door de aanwezige dragende (woningscheidende) wanden.

5.5 Overige uitgangspunten

- Hoeveelheid benodigde geveldraggers dient bepaald te worden volgens het advies van de baksteenindustrie.
- Bouwkundig staal voor uitwerking opdrachtnemer
- Uitwerking isokorven voor opdrachtnemer
- Alle niet dragende wanden dienen uitgevoerd te worden als lichte wand.

Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
Rapport nr: BA-CO.01

- Er is/wordt geen rekening gehouden met tijdelijke voorzieningen voor/door verschillende bouwfaseringen en/of bouwkransen.
- Uitwerking bouwkundige -en sloopvoorzieningen door opdrachtnemer.
- Uitwerking prefab, holle wanden, breedplaatvloeren en staal detaillering door leverancier.
- Uitgangspunten en materiaalkwaliteiten zoals omschreven in dit rapport zijn leidend tov tekening en/of bestek.

6. Opgave indicatieve wapeningshoeveelheden

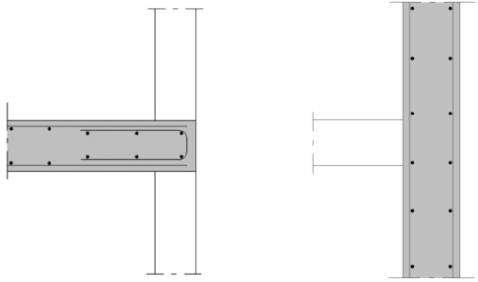
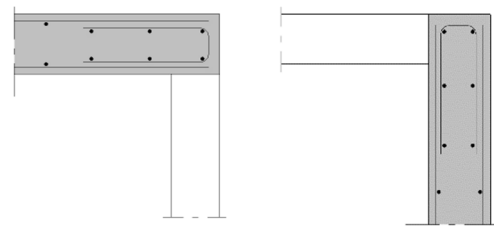
Keldervloer	160 kg/m ³
Kelderwanden	140 kg/m ³
Balken boven kelder + 1 ^{ste} en 2 ^e verdieping in het werk gestort	200 kg/m ³
Funderingsbalken	80 kg/m ³
Breedplaat	Volgens leverancier
Kolommen in het werk gestort	300 kg/m ³
Wanden direct boven kolommen 1 ^{ste} verdieping	120 kg/m ³
Wanden vanaf 2 ^e verdieping	80 kg/m ³

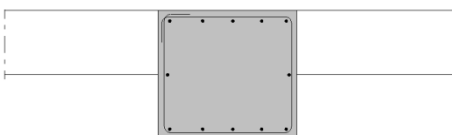
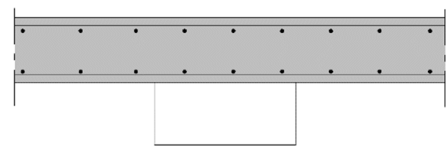
Opmerkingen:

- De opgegeven wapeningshoeveelheden zijn exclusief knipverlies, binddraad, supporters, aardwapening, hulpijzer en overige hulpmateriaal
- Extra wapening t.g.v. de door de aannemer gekozen uitvoeringsmethodiek is niet meegenomen
- De wapeningshoeveelheden van balken, poeren en wanden dienen ook over de vloerdikten te worden meegeteld met de vloeren waar ze bij horen en v.v. (zie illustraties)
- Bij vloeren en wanden zijn de wapeningshoeveelheden berekend over het volledig dichte bruto vloer- of wandoppervlak (dus inclusief de sparingen e.d.).
- De opgegeven hoeveelheid wapening is een gemiddelde over het totaal
- Bij de bepaling van de wapeningshoeveelheden is uitgegaan van traditioneel gevlochten wapeningswerk. Een inschatting van de toeslagen op de hoeveelheid wapening t.g.v. het toepassen van bouwstaalmatten is op pagina 11 aangegeven.
- Arbo-technische maatregelen zijn niet meegenomen in deze hoeveelheden.

Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
 Rapport nr: BA-CO.01

Overzicht dubbeltelling t.p.v. vloer- / wand- / balkaansluitingen

Verticale doorsnede		Horizontale doorsnede	
			
Vloer detaillering detaillering		Wand detaillering	

Verticale doorsnede balk/poer/vloer	
	
Balk/poer	Vloer

Opmerking:

De betonkwaliteit tpv overlappingen tussen constructie-onderdelen, zoals wand-vloer aansluitingen of balk-vloer aansluitingen, is de hoogste betonkwaliteit van deze overlappende onderdelen.

Indicatie toeslagen op de wapeningshoeveelheden bij toepassing van netten

Door Van Rossum worden de wapeningshoeveelheden ingeschat op basis van traditioneel gevlochten wapening. Bij het toepassen van bouwstaalmatten dient er een toeslag op deze hoeveelheden gerekend te worden t.g.v. las- en knipverliezen.

Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
Rapport nr: BA-CO.01

Hieronder is een indicatie gegeven van de te rekenen toeslagen:

Vloerwapening:

BEC-netten 10-150 t.o.v. losse staven van 12 en 14m: $\pm 20\%$ extra wapening tgv lassen
BEC-netten 10-100 t.o.v. losse staven van 12 en 14m: $\pm 30\%$ extra wapening tgv lassen
Staa-netten 12-150 t.o.v. losse staven van 12 en 14m: $\pm 12\%$ extra wapening tgv lassen
We gaan er vanuit dat diameters groter dan rond 12 altijd met losse staven worden gevlochten.

Wandwapening:

W-netten: $\pm 14\%$ extra wapening tgv lassen bij verdeelwapening rond 8 en 10.
W-netten: $\pm 7\%$ extra wapening tgv lassen bij lichte verdeelwapening t/m rond 6
We gaan er vanuit dat diameters groter dan rond 10 altijd met losse staven worden (bij-)gevlochten.

In bovenstaande percentages is het knipverlies t.g.v. overgebleven netstukken niet meegenomen.
Door het toepassen van pasnetten kan dit

Order nr 10399 Raamplein te Amsterdam
Rapport nr: BA-CO.01

7. Advies barrierewerking CRUX Engineering BV

FRED Real Estate Developers


Raphaëlplein 27
1077PX Amsterdam

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van FRED Real Estate Developers heeft CRUX een geohydrologische analyse opgesteld voor het bouwproject aan de Raamplein 1 te Amsterdam. Op deze locatie wordt een nieuwbouwproject ontwikkeld aangrenzend aan het historische pand aan de Raamplein 1. In deze analyse worden de gevolgen van de aanleg van een kelder op de watervoerende capaciteit van de bodem in de permanente situatie geïnventariseerd. Als leidraad van de beschouwing wordt gebruik gemaakt van *Afwegingskader grondwaterneutrale kelders*.

In versie 3 van deze notitie is een opbarstberekening toegevoegd. Tevens is de trap aan de noordzijde, die in versie 2 was toegevoegd uit het advies gehaald omdat deze trap uit het ontwerp verwijderd is. In versie 4 zijn de sonderingen in de bijlage toegevoegd.

1.2 Projectspecificatie

De projectlocatie ligt aan 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).

De locatie is in de huidige situatie niet bebouwd. Door de veranderde situatie wordt een kelder gerealiseerd tot een niveau van NAP -6,0 m. Door de realisatie van de kelder wordt het freatisch pakket afgesloten.

Notitie

Onderwerp

Advies Barrierewerking,
Raamplein 1 te Amsterdam

Projectnummer

22188

Ons kenmerk

NT22188a3

Versie

4

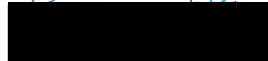
Datum

11 July 2022

Pagina's

14

Opgesteld



Gecontroleerd



Vrijgave

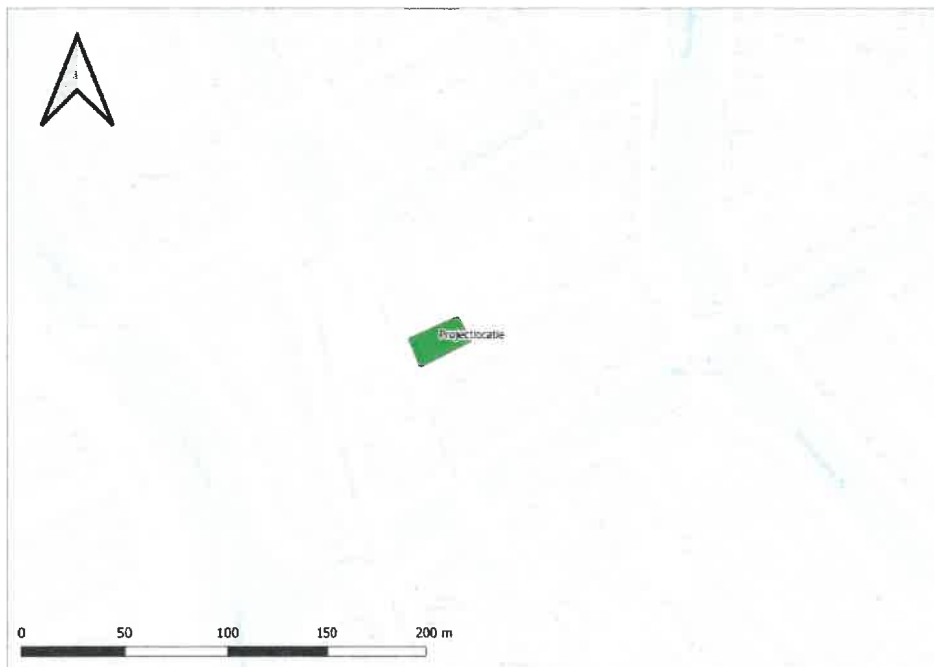


Bijlagen

Aantal bijlagen: 3

Formulier

NT-006



Figuur 1 Projectlocatie

2 Toetsingskader

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* [2] zijn richtlijnen gegeven voor het uitwerken van de benodigde maatregelen om grondwaterneutraal te bouwen.

Het afwegingskader beperkt zich tot éénlaags kelders met een maximale oppervlakte van 300 m² en een diepte van 4m onder maaiveld. Dit project valt qua oppervlakte (290 m²) binnen het afwegingskader van de Gemeente. Het aanlegniveau van de kelder is dieper dan 4m onder maaiveld (4,8m tot 6,8m onder maaiveld) echter sluit de kelder uitsluitend het freatisch pakket af, hetgeen ook zo is bij een kelder tot 4m onder maaiveld. Daarom wordt in deze notitie de kelder getoetst aan de hand van het *afwegingskader grondwaterneutraal bouwen* al behoeft de kelder eigenlijk een maatwerkvoorschrift. Op de projectlocatie [3] geldt een eis dat een transmissiviteit (zogenaamde kD-waarde) van 5 m²/d bewaard blijft na realisatie van de nieuwbouw.

2.2 Toetsing

Deze notitie is opgesteld om het effect van de barrièrewerking inzichtelijk te maken. Hiervoor wordt een geohydrologisch berekening uitgevoerd om de eis transmissiviteit van 5 m²/d te waarborgen. De waarborging vindt plaats door toepassing van een mitigerende maatregel en beschreven in deze notitie.

De geohydrologische berekening en de voorgestelde mitigerende maatregelen worden op aanvraag van gemeente Amsterdam getoetst door Waternet als onderdeel van de omgevingsvergunning.

3 Uitgangspunten

3.1 Documenten

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

- [1] Fugro; *Geotechnisch onderzoek Nieuwbouw Raamplein 1 Amsterdam*; 1018-0327-000; 19-11-2018.
- [2] Gemeente Amsterdam; *Afwegingskader grondwaterneutrale kelders Amsterdam*; 20-01-2021
- [3] Gemeente Amsterdam; *Gebiedsspoor – maatregelen per buurt*; kaart nr 2020-10000034; d.d. 28-04-2020
- [4] MVSA Architects; *tekening kelder*; 15303-BN001_1; d.d. 24-03-2022.
- [5] MVSA Architects; *tekening doorsnede A-A*; 15303-03-doorsnede A-A; d.d. 24-03-2022.

Ons kenmerk
NT22188a3

Pagina
3/14

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

- [6] Dinoloket; Boorprofielen/grondwaterstanden; www.dinoloket.nl;
- [7] Waternet; grondwaterstanden; <https://www.waternet.nl/ons-water/grondwater/>

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

3.2 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, boring B25G0266 zoals gerapporteerd in het Dinoloket [6], project specifieke sonderingen [1] en ervaring van CRUX in nabijgelegen projecten.

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

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

Tabel 1 Grondopbouw en bijbehorende doorlatendheden.

Tijdvak	Beschrijving grondsoort [m NAP]	Bovenzijde laag [m NAP]	(Geo)hydrologie Doorlatendheid [m/d]	
Holoceen (deklaag)	Fijn tot matig fijn zand (Freatisch pakket)	1,20	Watervoerend (freatisch)	5
	Klei	-0,05 á -1,00	Waterremmend	0,01
	Veen	-1,00 á -3,00		0,01
	Wadafzetting, afwisselend zandig/kleiig	-6,00	Watervoerend (Wadzand)	5
	Klei	-9,70	Waterremmend	0,01
	Basisveen	-12,00		0,001
Pleistoceen	Formatie van Boxtel	-12,50	Watervoerend (watervoerend pakket)	5
	Eem Formatie	-25		25
	Formatie van Drente	-45	Geohydrologische basis	



Figuur 2: Maatgevende boring B25G0266 [6]

3.3 (Grond)waterstanden

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.

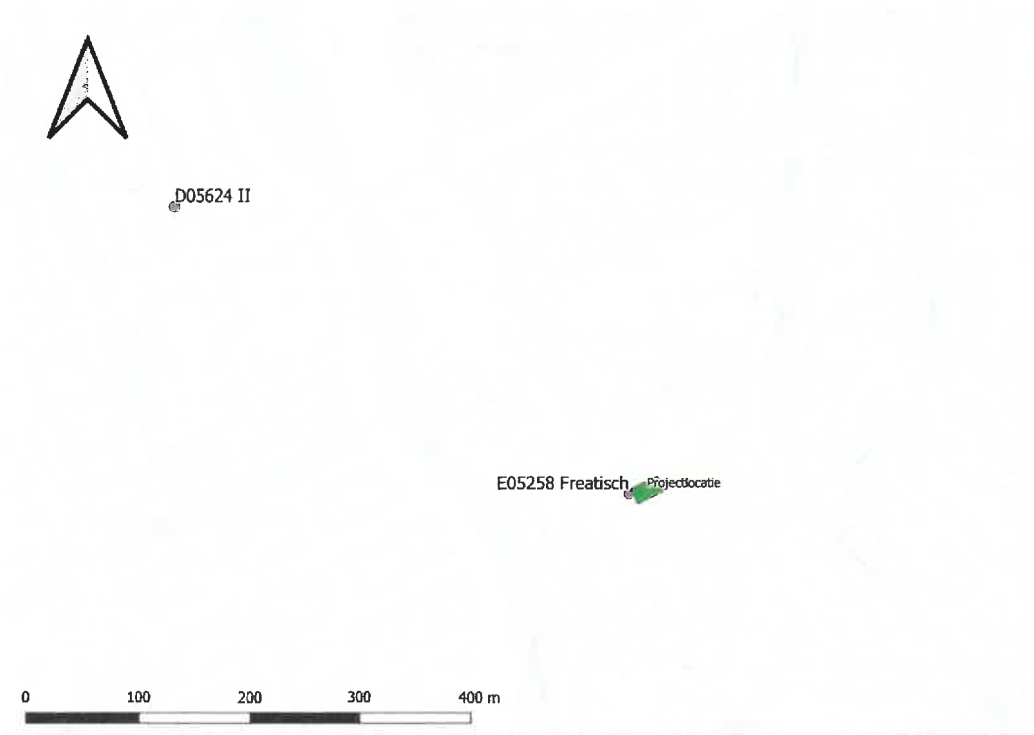
De meest relevante freatische peilbuis (E05258 Freatisch) en de meest relevante peilbuis in het watervoerend pakket (D05624 II) zijn weergegeven in Figuur 3. Van deze peilbuizen worden de waterstanden geregistreerd en op de website van Waternet (AGV) [7] beschikbaar gesteld.

In Tabel 2 zijn de statistische grondwaterstanden weergegeven per peilbuislocatie weergegeven.

Gezien de centrale ligging van de projectlocatie tussen de omliggende grachten is het waarschijnlijk dat de projectlocatie op het centrum van een opbolling is gelegen van de grondwaterstand (met een gemiddelde grondwaterstand van NAP -0,18m) en een opbolling van 22cm t.o.v. NAP -0,40m. Om die reden wordt in dit advies meerdere stromingsrichtingen getoetst.

Tabel 2 Statistische waarden op de meetreeksen van de grondwaterstand

	E05258 Freatisch	D05624 II
Laagst (absoluut)	-0,77	-2,92
Lage grondwaterstand (5%-waarde)	-0,53	-2,77
Mediaan (50%-waarde)	-0,18	-2,43
Hoge grondwaterstand (95%-waarde)	0,12	-2,27
Hoogst (absoluut)	0,28	-2,19



Figuur 3 Peilbuislocaties van de topzandlaag (freatisch pakket) rondom de projectlocatie

3.4 Grondwaterstroming op de kavel

Op basis van de meetgegevens van de grondwaterstand kunnen de volgende punten met betrekking tot de stroming van het grondwater worden afgeleid:

- De grondwaterstand in het freatisch pakket fluctueert tussen NAP -0,77m en NAP +0,28m.
- De grondwaterstroming zal vanuit de projectlocatie vrijwel nihil zijn omdat de locatie op een waterscheiding is gelegen (in het centrum van de opbolling). Grondwater kan daarom, afhankelijk van lokale omstandigheden elke richting op stromen.

3.5 Realisatieplan situering kelder

3.5.1 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 4):

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

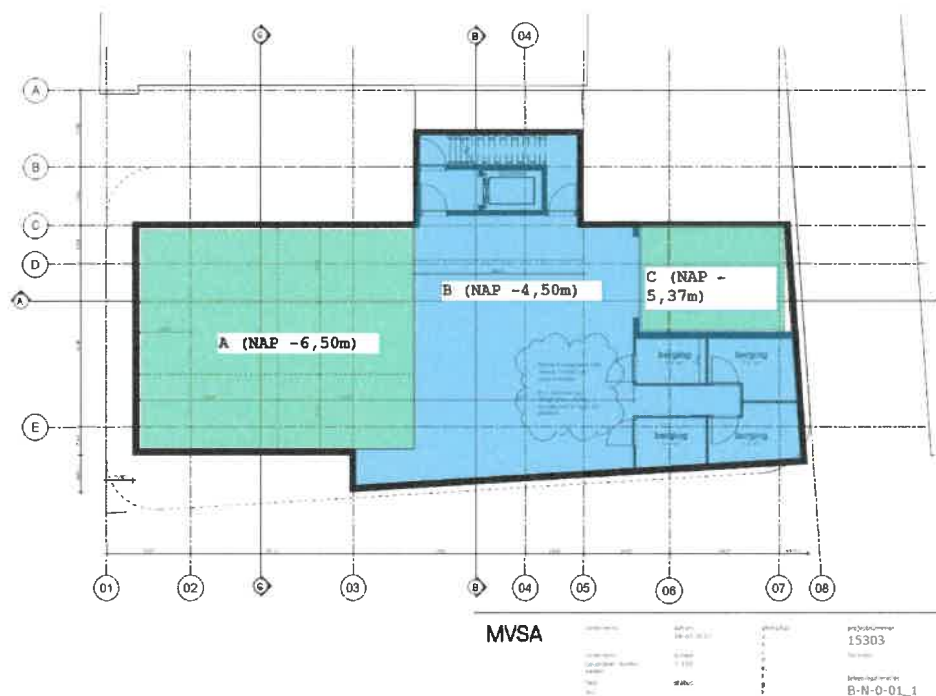
Onder de onderkant vloer wordt een grondverbetering van 50cm toegepast. Op basis van de beschikbare informatie worden geen permanente diepe damwanden toegepast.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

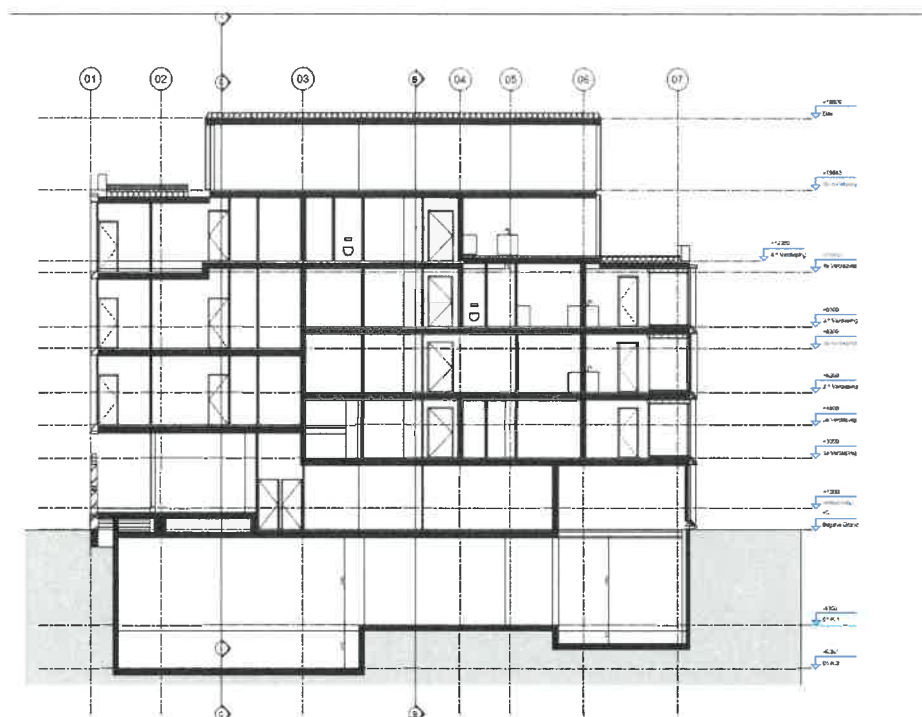
Object	Deel A	Deel B	Deel C
Peil*	NAP + 0,80m		
Bovenkant vloer t.o.v. peil	-6,35	-4,35	-5,22
Bovenkant vloer	NAP -5,55 m	NAP -3,55 m	NAP -4,42 m
Onderkant vloer	NAP-6,00 m	NAP-4,00 m	NAP -4,87 m
Onderkant grondverbetering	NAP -6,50 m	NAP -4,50 m	NAP -5,37m

Ons kenmerk
NT22188a3

Pagina
6/14



Figuur 4 Ontgravingsniveau t.b.v. keldervloer [4]



Figuur 5 Doorsnede A-A[5]

3.5.2 Verandering in situering

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 4.

Tabel 4 Samenvatting wijzigingen in het grondwatersysteem

Aanpassing		Eigenschap
<i>Kelder aanwezig, die het freatisch pakket volledig doorsnijdt?</i>	Vóór realisatie	Nee
	Na realisatie	Ja
<i>Afsluiten van de Wadzandlaag</i>	Vóór realisatie	Nee
	Na realisatie	Nee
<i>Aanwezigheid van damwanden</i>	Vóór realisatie	Nee
	Na realisatie	Nee

3.6 Verticale stabiliteit / opbarstberekening

Volgens NEN997 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 stabiliteitsberekening 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 NAP -5,2m. De resultaten zijn in Bijlage 2 toegevoegd (sonderingen in Bijlage 3). Na de realisatie van de kelder en het aanvullen van de ruimte tussen kelder en damwand (zie ook hoofdstuk 4.5) voldoet het verticale evenwicht 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.

4 Mitigerende maatregelen

4.1 Aanleiding

In het freatisch pakket wordt een significante invloed op de freatische grondwaterstand verwacht ten gevolge van de barrièrewerking. Met het oog op de eis van het bevoegd gezag voor grondwaterneutraal bouwen worden daarom mitigerende maatregelen in het freatisch voorgesteld zodat het doorlaatvermogen op 5 m²/d gehandhaafd wordt. Hiermee wordt de grondwaterstroming op eigen perceel gegarandeerd en aan de eis voldaan.

4.2 Freatisch pakket

De beoogde mitigerende maatregel is het toevoegen van een grondverbetering, grindkoffer en zandsleuf onder én naast de kelder als een grondwaterpassage. In praktijk betekent dit dat de grondverbetering die benodigd is voor de realisatie van de kelder kan dienen als een grondwaterpassage en dat de ruimte tussen damwand en kelder opgevuld kan worden met zand of grind (zie Figuur 6 voor een schematische weergave). Op deze manier kan het grondwater onder én rondom de kelder van de bovenstroomse zijde naar de benedenstroomse zijde door stromen.

Eén uitzondering is aanwezig aan de Raamstraatzijde, waar deels geen volwaardige zandsleuf kan worden gerealiseerd omdat hier geen ruimte aanwezig is tussen de kelder en de kavelgrens over een lengte van ca. 19m (zie Figuur 6). De verwachting is dat het ontbreken van een deel van de zandsleuf weinig invloed heeft op de werking van de mitigerende maatregelen.

De bovenstaande mitigerende maatregelen worden genomen op eigen kavel, zodat de grondwaterstroming op eigen kavel gelijk blijft.

De grondwaterpassage is voorzien als een grondverbetering en heeft de volgende eigenschappen (zie Figuur 6 voor een overzicht):

- Deel A:
- Grindkoffer aan de buitenzijde van de kelder van Deel A (diepe gedeelte). Op deze locatie mag de grindkoffer niet aangesloten worden op de onderliggende grondverbetering om kortsluiting tussen het Wadzand en het freatisch pakket te voorkomen.
 - a. De grindkoffer dient 0,5 m breed te worden (ca. de ruimte tussen damwand en keldermuur).
 - b. De grindkoffer dient uitgevoerd te worden vanaf NAP -0,20m (gemiddelde grondwaterstand) tot NAP -2,20m (2m hoog).¹

¹ De grindkoffer kan eventueel dieper geplaatst worden, mits het een minimale hoogte van 2m heeft en niet dieper geplaatst wordt dan NAP -4,50m en voldoende aansluiting met zandsleuven gerealiseerd wordt.

- c. De ruimte tussen keldermuur en damwand tussen NAP -2,20m en ontgravingsniveau (NAP -6,50m) dient opgevuld te worden middels een kleiprop (vrijgekomen klei tijdens de ontgraving) om kortsluiting tussen het freatisch pakket en Wadzand te voorkomen
- d. De doorlatendheid van het grind dient minimaal 100m/d te zijn
- e. De grindkoffer dient ingepakt te worden in grond dicht, maar waterdoorlatend, geotextiel.

Deel B: Grondverbetering en zandsleuven onder de keldervloer dient uitgevoerd met drainerend zand:

- a. doorlatendheid van minimaal 25 m/d of hoger.
- b. dikte van de grondverbetering bedraagt minimaal 50cm
- c. de zijdes van de grondverbetering dienen aangesloten te worden op het freatisch pakket aan de buitenzijde van de kelder middels zandsleuven van tenminste 50cm breed met een doorlatendheid van tenminste 25 m/d, zoals aangegeven in Figuur 6. De zandsleuven kunnen gerealiseerd worden tussen de keldermuur en damwand van NAP -0,20m tot onderkant grondverbetering (NAP -4,50m).
- d. Geadviseerd wordt om de ruimte tussen damwand en kelderwand aan de Raamstraat zijde (groene lijn in Figuur 6) op te vullen met zand met een doorlatendheid van ten minste 25 m/d. Dit zand kan aangesloten worden op de aangrenzende zandsleuven. Strikt genomen zal deze zandkoffer niet geheel op eigenkavel gelegen zijn en wordt daarom niet meegenomen in de debietsberekening.

Deel C: Grindkoffer aan de buitenzijde van de kelder van Deel C. Op deze locatie mag de grindkoffer niet aangesloten worden op de onderliggende grondverbetering om kortsluiting tussen het Wadzand en het freatisch pakket te voorkomen.

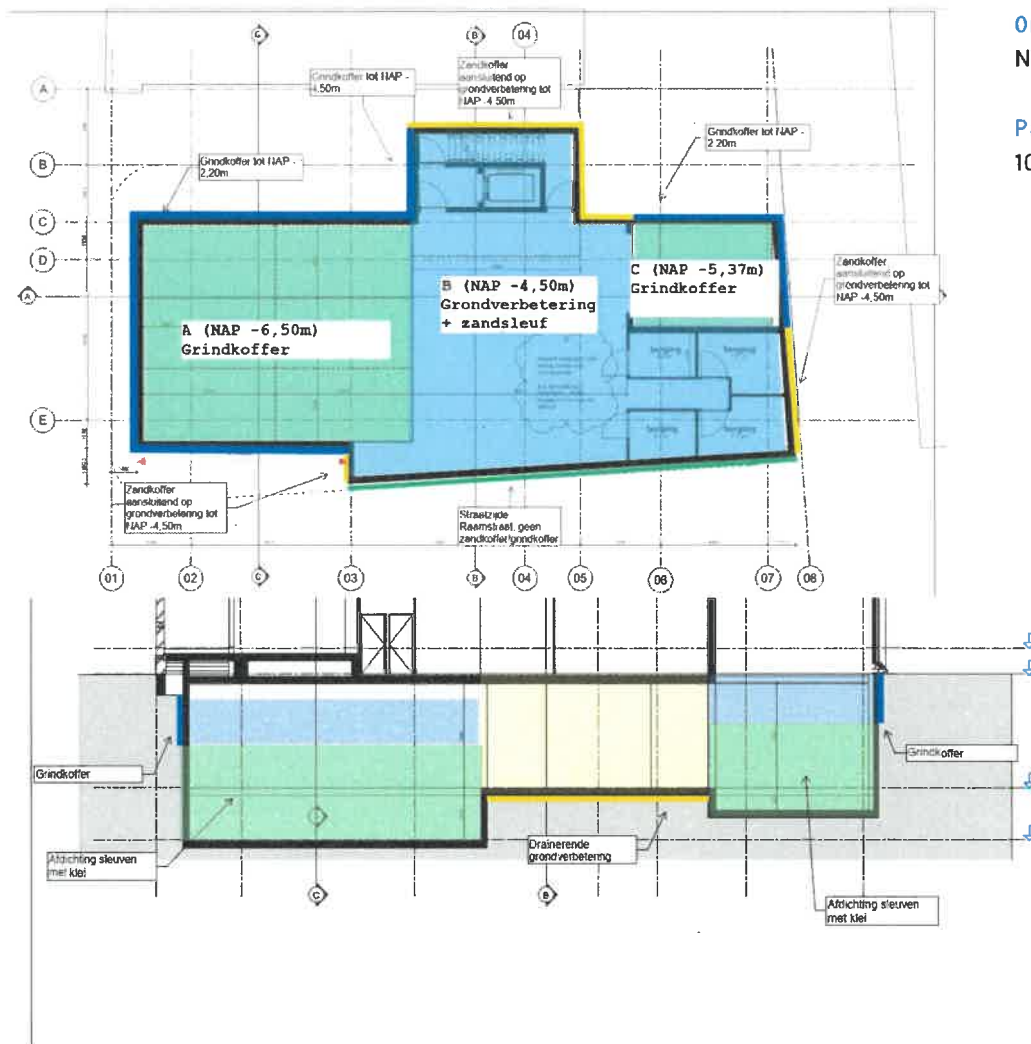
- a. De grindkoffer dient 0,5 m breed te worden (ca. de ruimte tussen damwand en keldermuur).
- b. De grindkoffer dient uitgevoerd te worden vanaf NAP -0,20m (gemiddelde grondwaterstand) tot NAP -2,20m (2m hoog)¹.
- c. De ruimte tussen keldermuur en damwand tussen NAP -2,20m en ontgravingsniveau (NAP -5,37m) dient opgevuld te worden middels een kleiprop (dat vrijkomt tijdens de ontgraving) om kortsluiting tussen het freatisch pakket en Wadzand te voorkomen
- d. De doorlatendheid van het grind dient minimaal 100m/d te zijn
- e. De grindkoffer dient ingepakt te worden in grond dicht, maar waterdoorlatend, geotextiel.

Een alternatief voor bovengenoemde grindkoffers, zandsleuven en grondverbeteringen is het toepassen van drainagematten (geocomposiet) rondom de kelder, met de volgende eigenschappen:

- met een kerndikte van 10mm,
- Type materiaal: Enkadrain B10 drainage matten (of vergelijkbaar) bestaande uit 3-lagen sandwich.
- Een monofilament draadstructuur kern wordt aan beide zijdes voorzien van een waterdoorlatend, maar grondkerend textiel.

De drainagemat als oplossing wordt in België en Frankrijk regelmatig toegepast. In Nederland is het toepassen van deze oplossing voor diverse watervraagstukken in opkomst. Indien deze oplossing voorkeur heeft, dient dit in samenspraak met de Gemeente afgestemd te worden.

Andere uitvoeringswijze zijn mogelijk zolang het doorstromend oppervlak en de doorlatendheid gewaarborgd is.



Figuur 6 Schematische bovenaanzicht freatisch pakket na de werkzaamheden (blauw: grind, geel: zand, groen:klei). In bijlage is de doorsnede vergroot weergegeven.

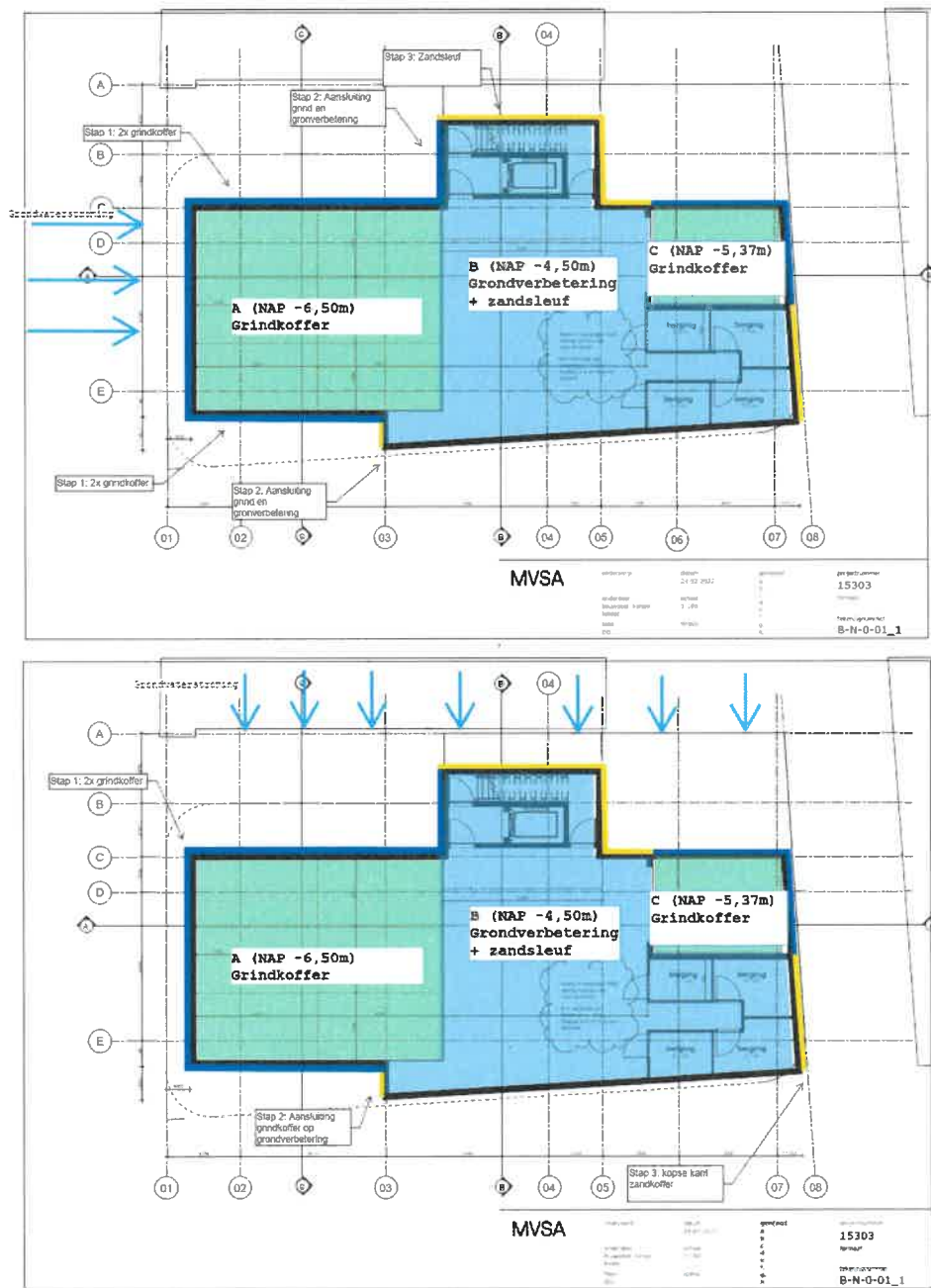
4.3 Debietsberekening grondwaterpassage

In het freatisch pakket dient het grondwater van het bovenstroomse gebied via de grondwaterpassage naar het benedenstroomse gebied te stromen. Omdat de projectlocatie in het midden van verschillende grachten gelegen is, is er geen eenduidige stromingsrichting op de projectlocatie. Daarom worden twee richtingen getoetst, van oost-naar-west (van links-naar-rechts op het bovenaanzicht) en noord naar zuid (van boven-naar-onder); zie Figuur 7.

Om te toetsen of de grondwaterpassage voldoende capaciteit heeft, is in Tabel 5 een debietsberekening weergegeven waarbij van uitgegaan wordt dat de doorstroomcapaciteit (kD waarde x breedte) moet blijven voldoen aan beide stromingsrichtingen. Deze berekening is gebaseerd op het doorstroomoppervlak zoals weergegeven in Figuur 7.

Op basis van de debietsberekening in Tabel 5 en Tabel 6 wordt gesteld dat in het freatisch pakket de eis aan doorstroomcapaciteit $75 \text{ m}^3/\text{dag}$ bedraagt (o.b.v. $5 \text{ m}^2/\text{d}$) van west naar oost en $135 \text{ m}^3/\text{dag}$ van noord naar zuid. Dit betekent dat de grondwaterpassage deze doorstroomcapaciteit moet aankunnen zonder dat significante barrièrewerking ontstaat.

In Tabel 5 is de doorstroomcapaciteit van de knelpunten in het mitigerende oplossingen bepaald op basis van de punten aangegeven in Figuur 7. Hieruit volgt dat met het toepassen van de mitigerende oplossingen voldoen aan de eis van $5 \text{ m}^2/\text{d}$.



Figuur 7 Indicatie knelpunten bij verschillende stromingsrichtingen

Tabel 5 Debietsberekening grondwaterpassage (west naar oost)

Parameter	Eenheid	Links naar rechts (west naar oost)			
		Bestaand	Grindkoffer (stap 1)	Grondverbetering aansluitend op grindkoffer (stap 2)	Zandsleuf (stap 3)
Breedte doorstromend pakket	m	15	2 x 0,5	2 + 4 = 6m	0,5
Bovenkant doorstromend pakket			-0,20	-4,00	-0,20
Onderkant doorstromend pakket	NAP m		-2,20	-4,50	-4,50
Doorlatendheid	m/d		100	25	25
Transmissiviteit (kD waarde)	m ² /d	5 (zie hfst 2)	200	12,5	107,5
Doorstroom capaciteit (kD * breedte)	m ³ /d	75	200	75	53,8
		75 (bestaand)	200 (nieuw)	129 (nieuw)	

Tabel 6 Debietsberekening grondwaterpassage (noord naar zuid)

Parameter	Eenheid	Boven naar beneden (noord naar zuid)			
		Bestaand	Grindkoffer (stap 1)	Grindkoffer (stap 2)	Zandkoffer (stap 3)
Breedte doorstromend pakket	m	27	1 x 0,5	2m	0,5
Bovenkant doorstromend pakket			-0,20	-4,00	-0,20
Onderkant doorstromend pakket	NAP m		-2,20	-4,50	-1,00 (o.k. freatisch pakket)
Doorlatendheid	m/d		100	25	25
Transmissiviteit (kD waarde)	m ² /d	5 (zie hfst 2)	200	12,5	20
Doorstroom capaciteit (kD * breedte)	m ³ /d	135	100	25	10
		135 (bestaand)	135 (nieuw)		

4.4 Uitvoering zand- en grindkoffer

De zandsleuf dient gerealiseerd te worden middels drainage zand met een doorlatendheid van minimaal 25 m/d. Volgens Waternet betreft het zand met de volgende eigenschappen:

Zand waarvan het gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 μm (2) van de fractie door zeef 2 mm (6.0) ten hoogste 5% bedraagt. Van zand met een permanente draineerfunctie moet voorts de fractie op zeef 450 μm ten minste 90 % bedragen. Van het materiaal door zeef 2 mm (6.0) mag het gloeiverlies (124) ten hoogste 3% bedragen

Aangeraden wordt om bovenstaande vereisten voor zand te hanteren.

De grindkoffer dient uitgevoerd te worden middels grind. De gehanteerde doorlatendheid is een ondergrens voor grind en daarom worden hier minder eisen aangesteld dan aan zand.

4.5 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:

- Na het uitvoeren van de werkzaamheden, de ruimte tussen de kelderwand en de damwand opvullen. Om inzijging te voorkomen de ruimte onder de grondwaterpassage (NAP -2,20m bij grindkoffers en NAP -4,50m bij zandkoffers) aanvullen met afdichtend materiaal (bijvoorbeeld bentoniet klei).
- Tijdens het trekken van de damwanden visuele inspectie uitvoeren van de getrokken damwanden. Indien grond in de kassen van de damwanden achterblijft, zal een opening in de deklaag worden aangetroffen. Deze opening zal worden gedicht met bentoniet of vergelijkbaar afdichtend materiaal.

5 Conclusies

Aan Raamplein 1 te Amsterdam wordt een nieuwbouw project ontwikkeld. Als gevolg van realisatie van een kelder het te realiseren gebouw wordt een ondergrondse barrière gecreëerd. De doorstroming van grondwater op kavelniveau wordt hierdoor beperkt.

Het bevoegd gezag 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.

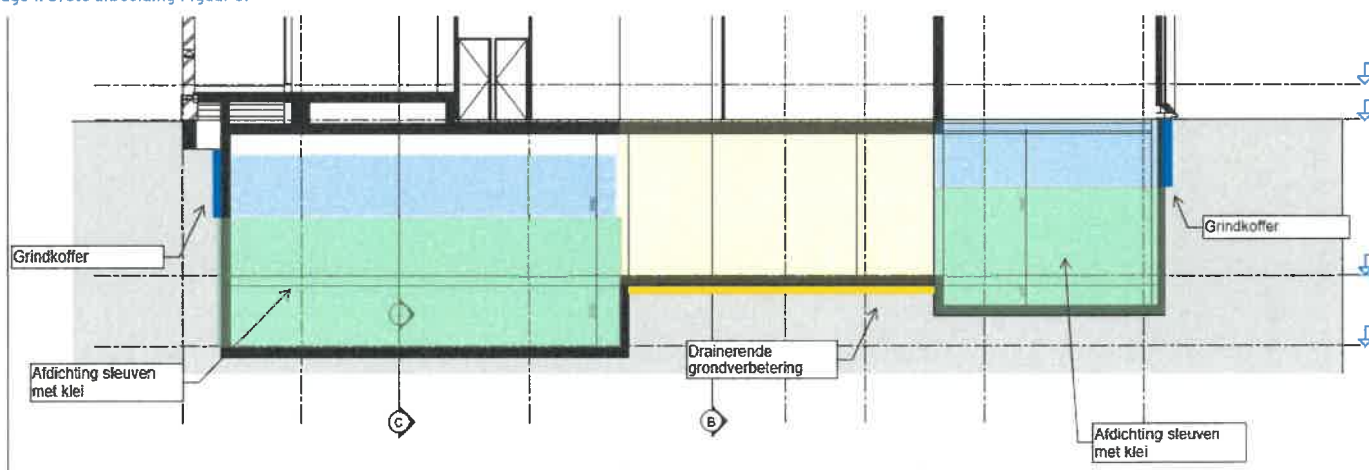
In deze notitie wordt een grondverbetering geadviseerd bestaande uit 2 onderdelen, namelijk grindkoffers aan de buitenzijde van de diepere kelderonderdelen (deel A en C) én zandkoffers i.c.m. een grondverbetering bij deel B.

De mitigerende maatregelen zijn getoetst aan de hand van een debietsberekening op kavelniveau en voldoen onder de voorwaarde dat de volgende uitgangspunten worden gehanteerd:

- een doorlatendheid van 25 m/d voor zandsleuven en 100 m/d voor grindkoffers
- grindkoffers en zandkoffers zijn elk 0,50m breed
- een grondverbetering van 0,50m dik onder Deel B wordt toegepast.

Geconcludeerd wordt dat de kelder grondwaterneutraal gerealiseerd kan worden, middels de mitigerende maatregelen.

Bijlage 1: Grote afbeelding Figuur 6.



Bijlage 2: Berekening verticaalevenwicht

Sheet	Toets opdrrijven		
Project	Raamplein 1 Amsterdam		
Projectnummer	22188		
Fase / onderdeel	Deel A		
Datum	29-6-2022		
Opsteller	swe		Opmerking: Check ten behoeve van advies grondwaterneutraal bouwen WVP
			versie v031 versiedatum 5-11-2021

Sheet	Toets oprijven		
Project	Raamplein 1 Amsterdam		
Projectnummer	22188		
Fase / onderdeel	Deel A		
Datum	29-6-2022		
Opsteller	swe	Opmerking: Check ten behoeve van advies grondwaterneutraal bouwen wadland	versie v031 versiedatum 5-11-2021

Invordergegevens			Zandlaagte op bodem	
Ontgravingniveau	-6.5	m tov NAP		m
Waterpeil in ontgraving (lage waarde)	-6.5	m tov NAP		
Stijghoogte in w.v.p.	-3.4	m tov NAP		
Waterspanning tegen onderkant laag	6. Basisveer		☐ Taludrinvoed in rekening brengen	
Evenwichtsniveau	-12.5	m tov NAP	☐ Wijdte in rekening brengen	
Belastingfactor $\gamma_{\text{O3,de}}$	0.9			

Invoergegevens			
Ontgravingniveau	-6.5	m tov NAP	Zandlaagje op bodem m ☐ Talsudinvloed in rekening brengen ☐ Wrijvings in rekening brengen
Waterpeil in ontgraving (lage waarde)	-6.5	m tov NAP	
Stijghoogte in w.v.p.	-5.2	m tov NAP	
Waterspanning tegen onderkant laag	3. kleiige wasafzettingen		
Evenwichtsniveau	-8.5	m tov NAP	
Belastingfactor $\gamma_{0,15b}$	0.9		

Berekenende veiligheid: gewicht d_2			
d_1 (afstand maaiveld - ontgravingniveau)	1	m	n.v.t., geen talud invloed
d_2 (afstand ontgraving - evenwichtsniveau)	6	m	
Druk omlaag	89.3	kh/m ²	
Druk omhoog	89.3	kh/m ²	
Veiligheidsfactor	SF	1.0	-/-
Unity check	n.v.t.	1.0	-/-
Veiligheid tegen oprijven:	Vol doet		

Berekende veiligheid: gewicht d_1			
d_1 (afstand maaiveld - ontgravingniveau)	-	m	n.v.t., geen talud invloed
d_2 (afstand ontgraving - evenwichtsniveau)	2	m	
Druk omlaag	32.4	kN/m ²	
Druk omhoog	32.4	kN/m ²	
Veiligheidsfactor	SF	1.0	-/-
Unity check	u.c.	1.0	-/-
Veiligheid fogen oprijven:	Voldoet		

Berekening gewicht grond onder ontgraving (in d.j.)						neerwaarts	opwaarts
laag	b.k.laag m tov NAP	o.k.laag m tov NAP	γ_s kN/m ³	dikte m	G_v kN/m ²	G_{d2} kN/m ²	waterdruk kN/m ²
3 kleiige wadafzettingen	-6.5	-8.3	18.0	2.0	36.0	32.4	
4 zandige wadafzetting	-8.5	-9.7	19.0	1.2	22.8	20.52	
5 Hydrobia klei	-9.7	-12.0	15.2	2.3	34.96	31.46	
6 Basisveen	-12.0	-12.5	11.0	0.5	5.5	4.95	
				6.0	99.3	totaal: 89.3	89.3

Berekening gewicht grond onder ontgraving (in G)						neerwaarts	opwaarts
laag	b.k.laag m tov NAP	o.k.laag m tov NAP	γ kN/m^3	dikte m	G_k kN/m^2	G_{kj} kN/m^2	waterdruk kN/m^2
3 kleiige wadafzettingen	-6.7	-8.7	18.0	2.0	36.0	32.4	
					2.0	36.0	
totaal:						32.4	32.4

**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. M.J. Profittlich

Versiebeheer

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

INHOUDSOPGAVE

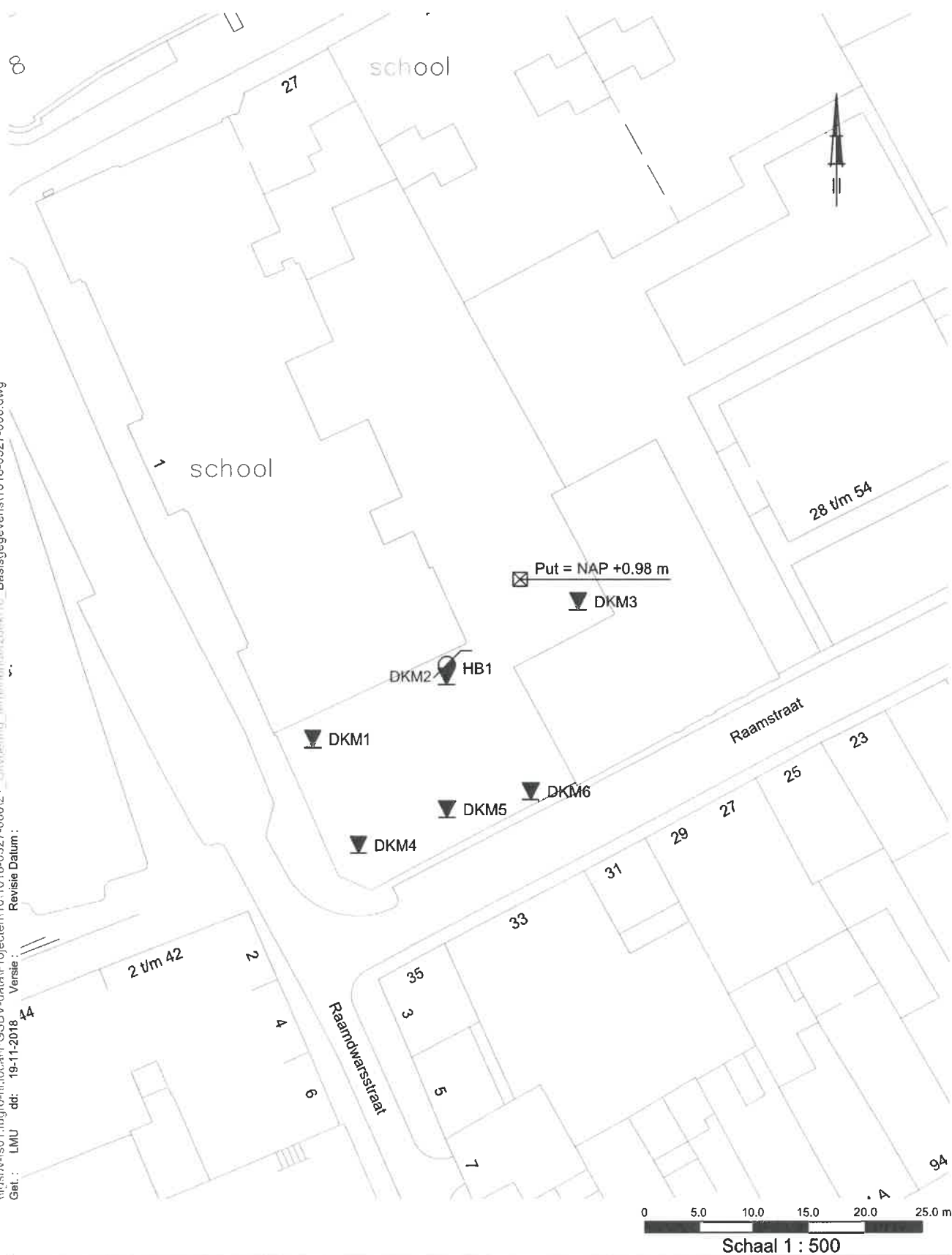
- 1. RAPPORTAGE OVERZICHT**
- 2. SITUATIETEKENING**
- 3. ONDERZOEKSDATA**
- 4. TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK**
- 5. CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN**
- 6. LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN**

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. totaaldruk
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		

\\fshv-fs01.fugro.nl\local\FGSSV-datal\Projecten\1018-0327-000\21 Uitvoering terreinonderzoek\10_Basisgegevens\1018-0327-000.dwg
 Get : LMU dd: 19-11-2018
 Revisie Datum :
 Versie : 44

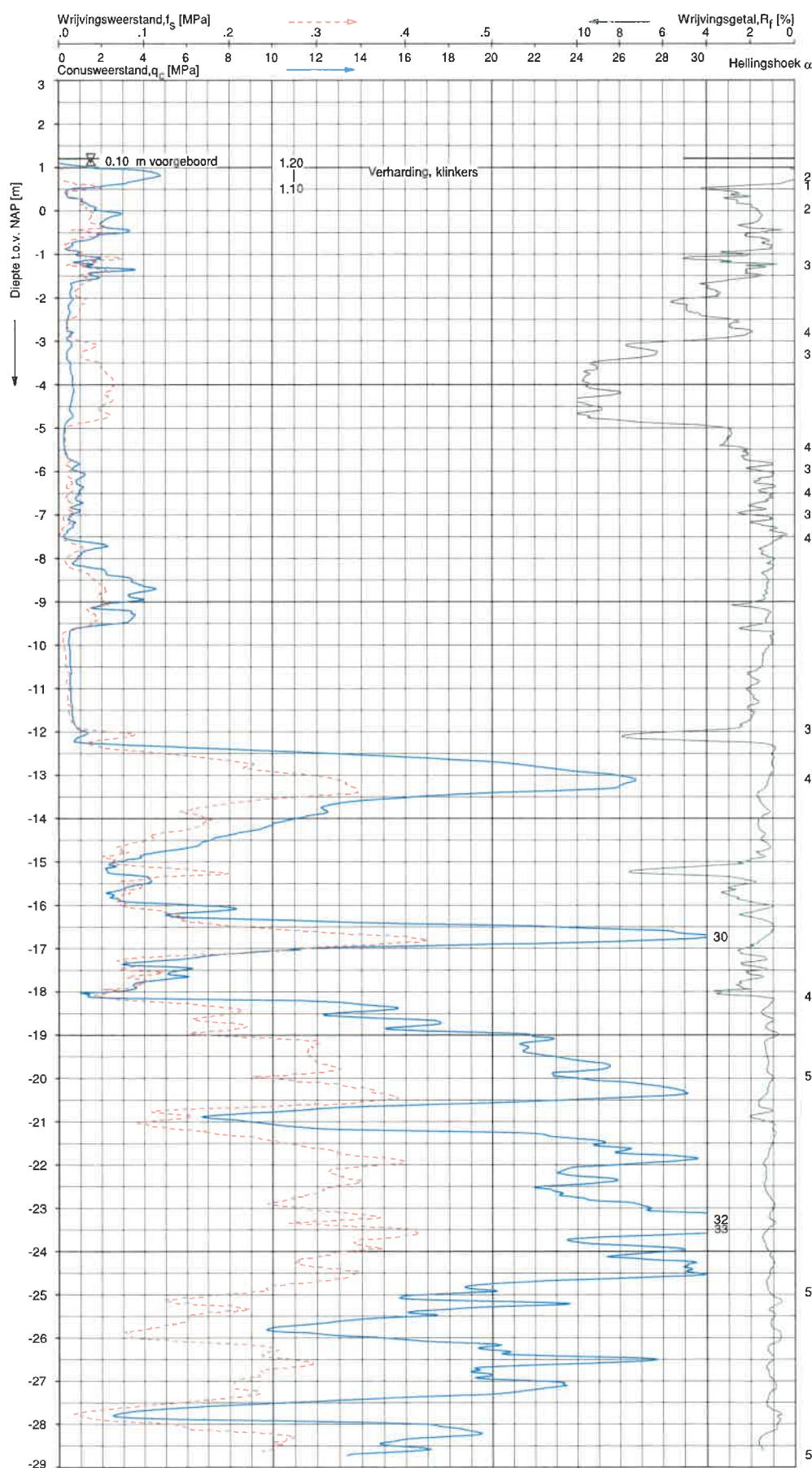


SITUATIE

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.)

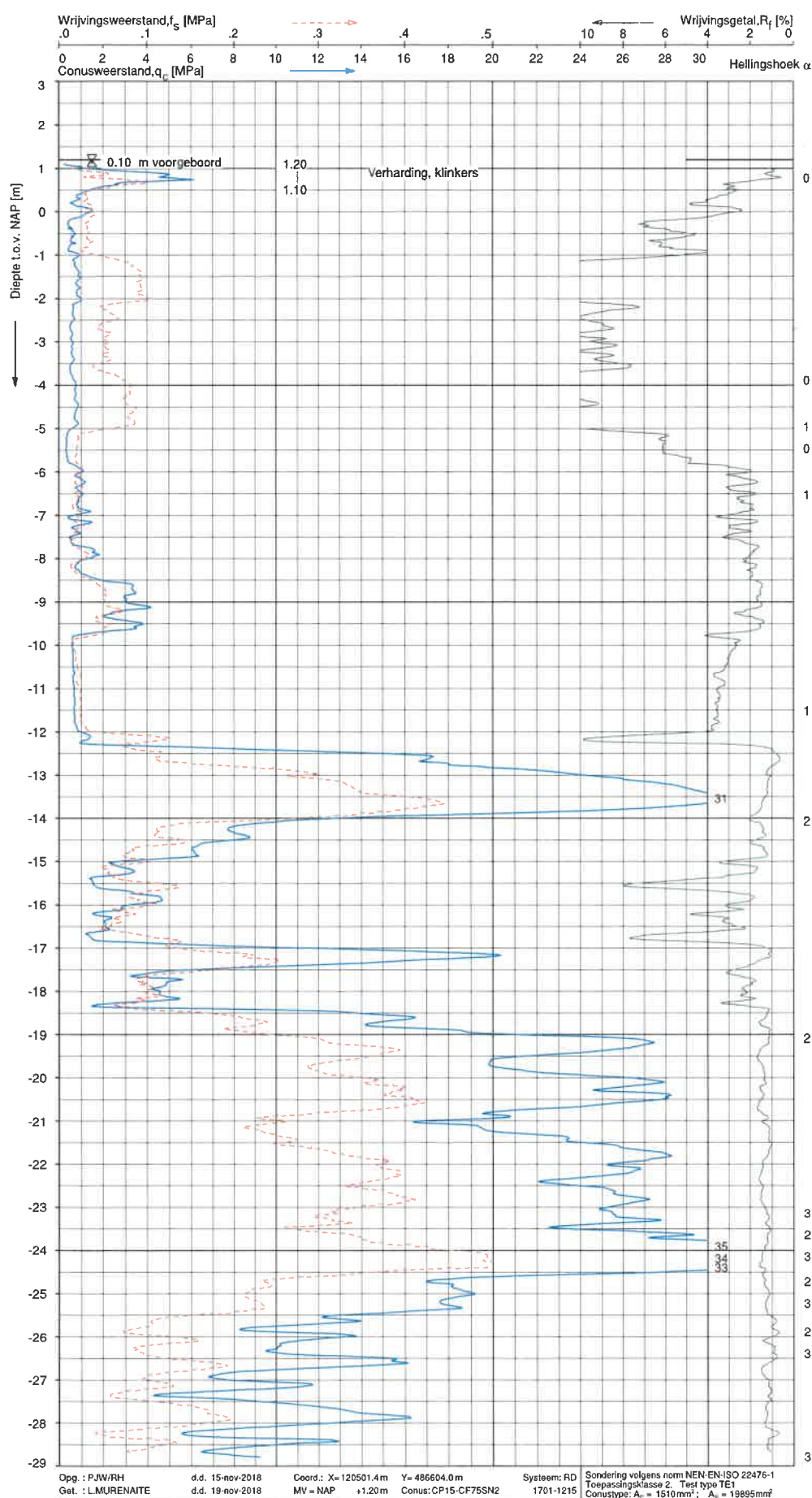


Opg.: P.W/RH d.d. 15-nov-2018 Coord.: X= 120489.1 m Y= 466598.4 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 19-nov-2018 MV = NAP +1.20 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2, Test type TE1
 Conus type: A₁ = 1510 mm²; A₂ = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. 1018-0327-000
 Sond. DKM1



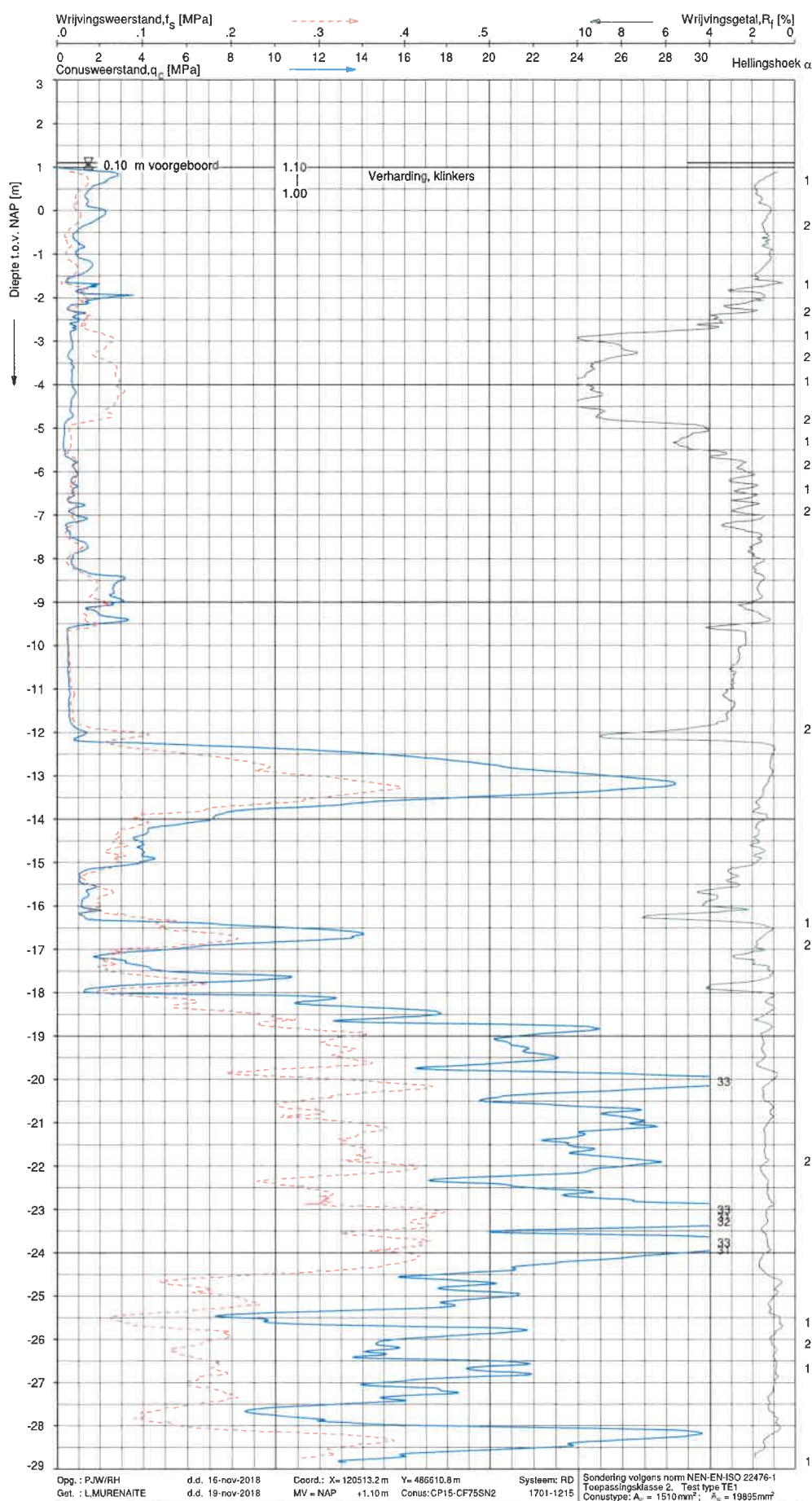
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



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.)



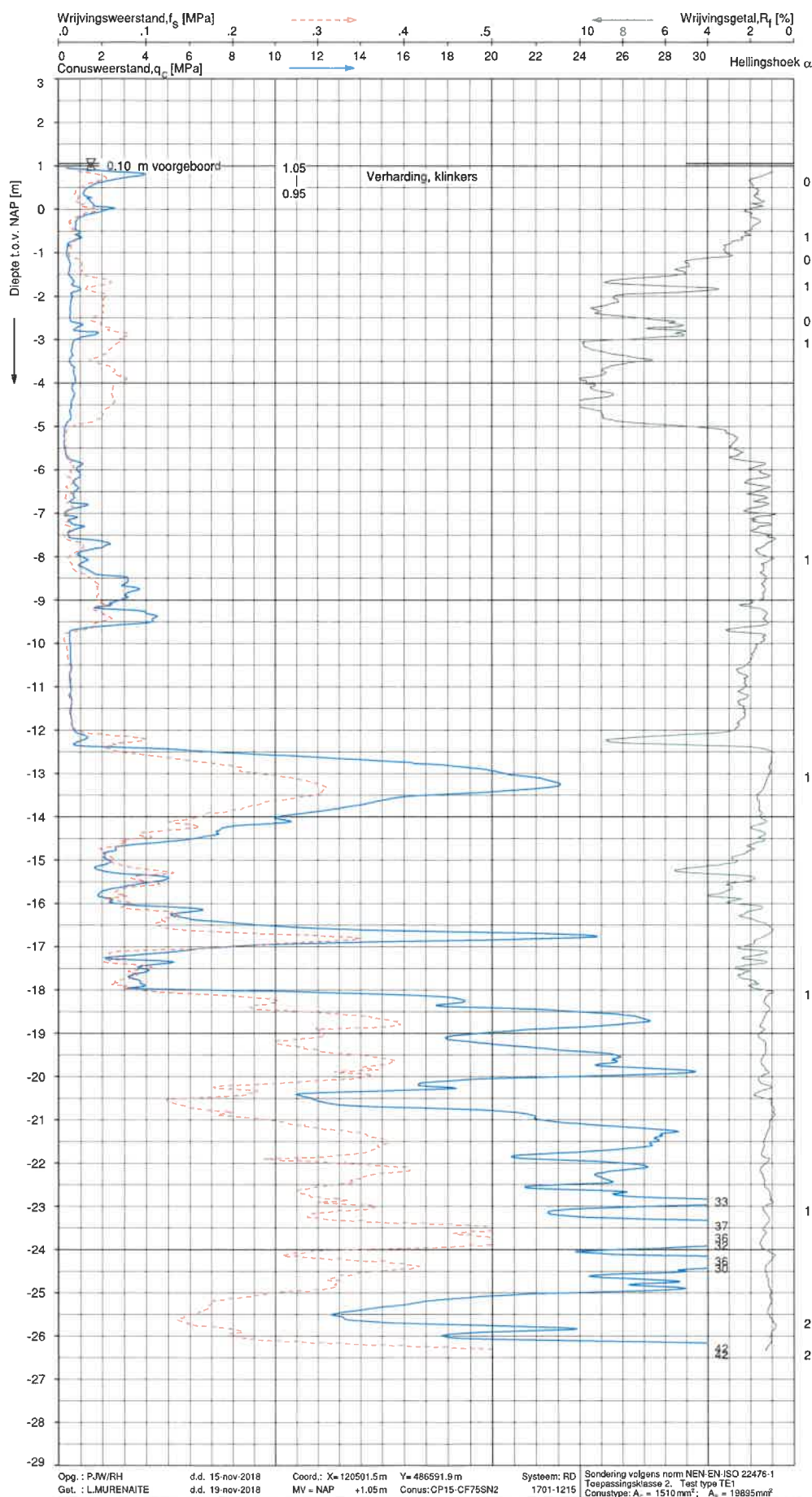
Opg.: P.J.W./RH d.d. 16-nov-2018 Coord.: X=120513.2 m Y=466510.8 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 19-nov-2018 MV = NAP +1.10 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2, Test type TE1
 Conus type: $A_{90} = 1510 \text{ mm}^2$; $R_{90} = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

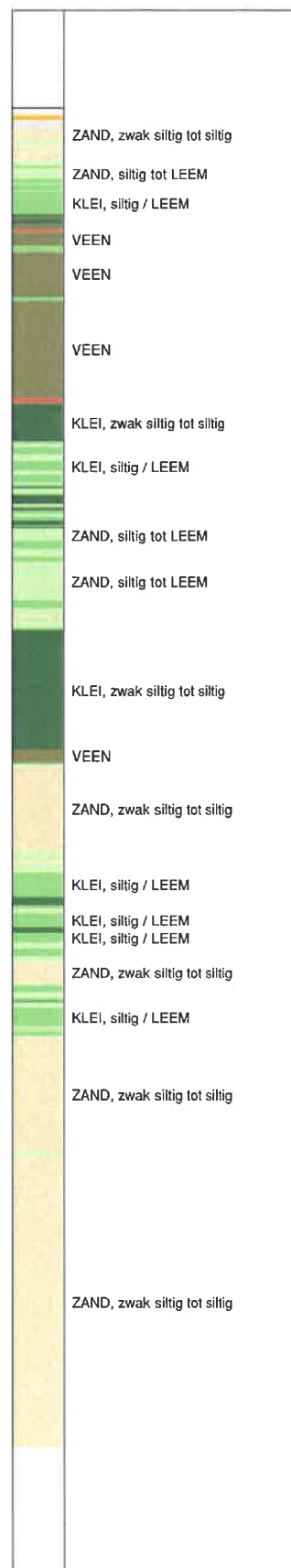
NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. 1018-0327-000
 Sond. DKM3





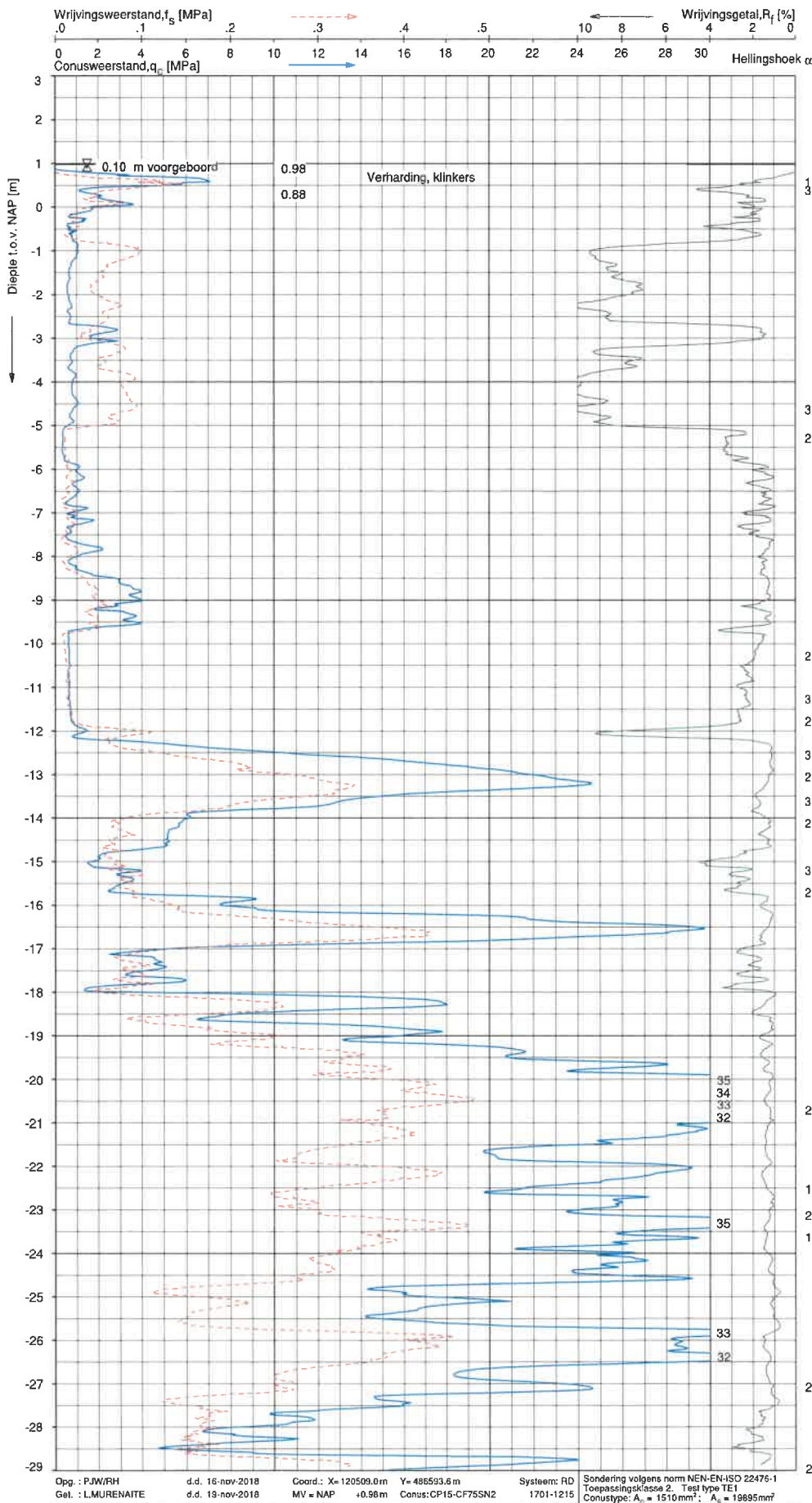
Indicatieve bodembeschrijving Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



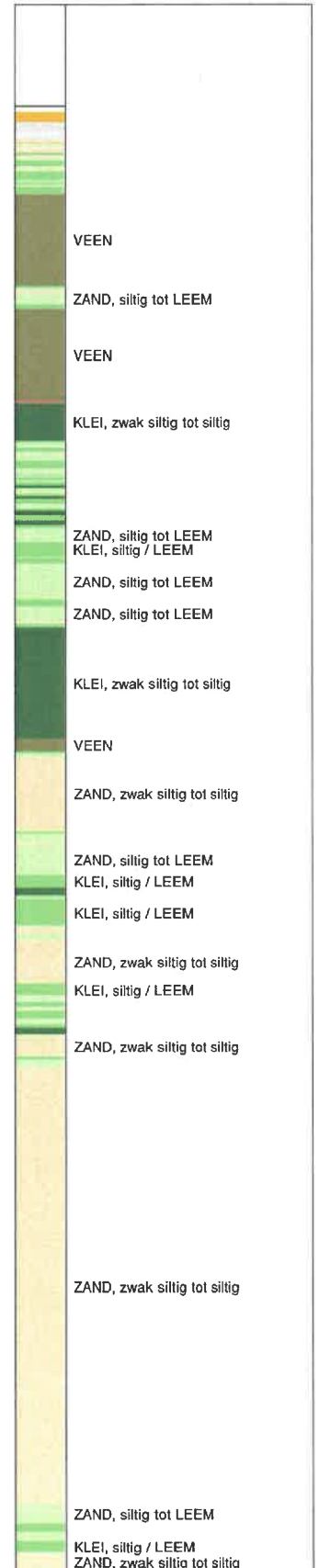
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

Opdr. 1018-0327-000
Sond. DKM5



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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

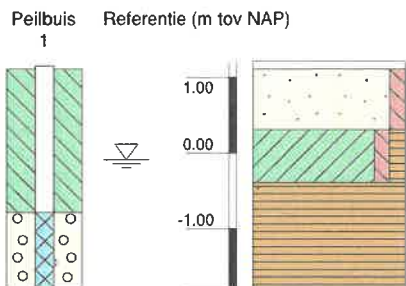
NIEUWBOUW RAAMPLEIN 1 AMSTERDAM

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: pijw

Geclassificeerd door: pijw

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Nieuwbouw Raamplein 1 Amsterdam

1018-0327-000

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 diepte aanduiding 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 *beneden* 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

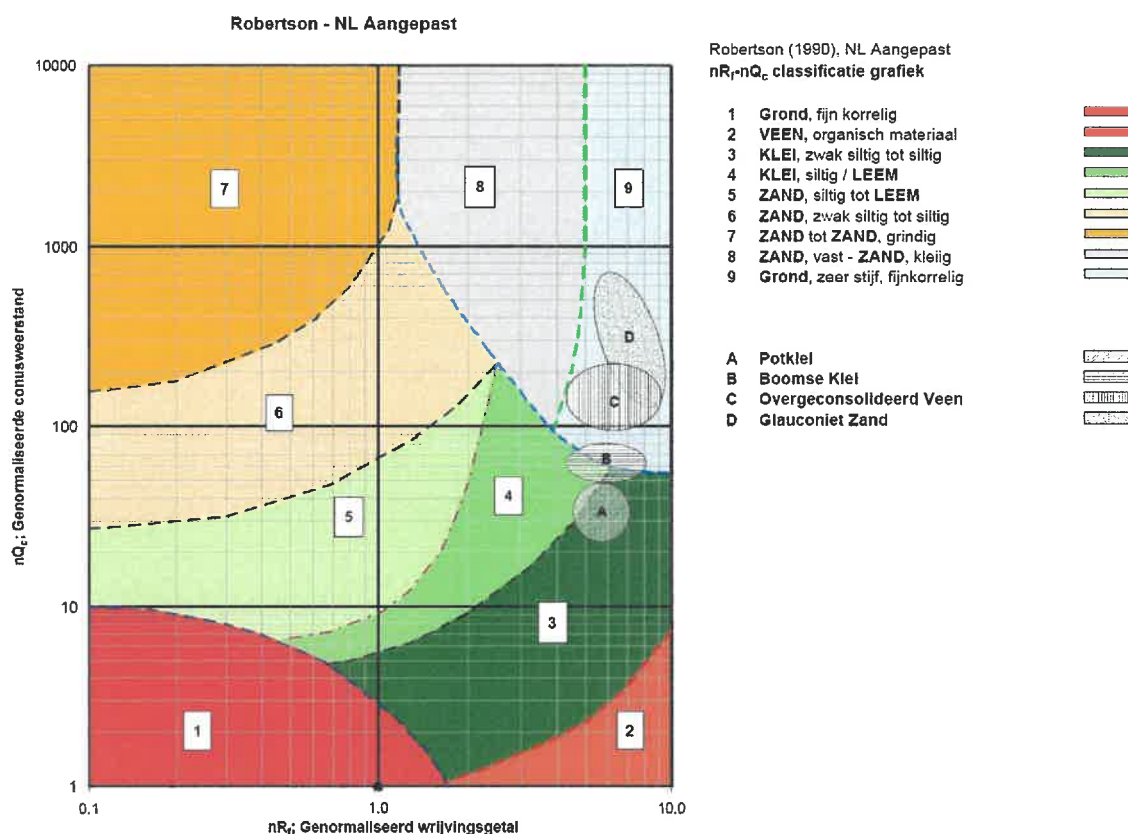
In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

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 geïdentificeerd.



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.

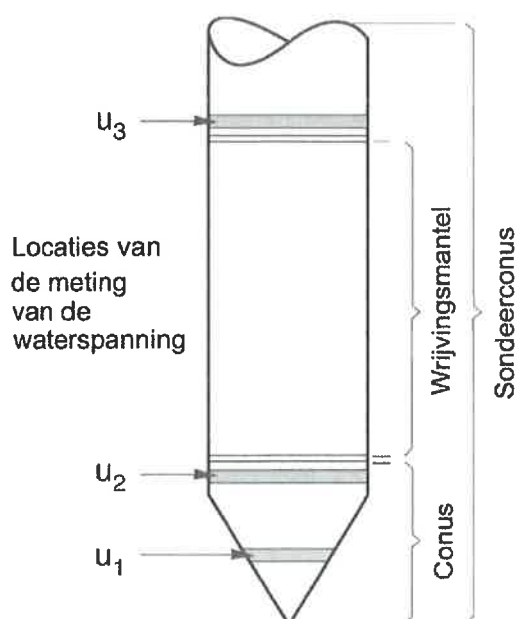
De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen 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 ontluicht 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 membraan, 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 membraan 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 wateroverspanningsindex 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 wateroverspanningsindex 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 sondeerclassen worden de sondeerclassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie volgende tabel.

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid *	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 % 10 kPa 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 toepassingsklasse 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, kleiig
-  Zand, zwak siltig
-  Zand, matig siltig
-  Zand, sterk siltig
-  Zand, uiterst siltig

Veen

-  Veen, mineraalam
-  Veen, zwak kleiig
-  Veen, sterk kleiig
-  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

