

Stortplaats Doonweg in Eerbeek

Nader geotechnisch onderzoek



Sweco Nederland B.V. 30129769
Onderwerp Eerbeek bovenafdichting
Projectnummer 51011469
Klant Stort Doonweg B.V.
Auteur [Redacted] 5.1.2e
Datum 2023-12-11
Versie Definitief
Documentnummer NL23-648800269-66031

Gecontroleerd door [Redacted] 5.1.2e en [Redacted] 5.1.2e

Vrijgegeven door [Redacted] 5.1.2e
[Redacted] 5.1.2e
Digitaal ondertekend door [Redacted] 5.1.2e
DN: [Redacted] 5.1.2e, o=NL, ou=Sweco Nederland B.V., ou=BU
Waterbouw, email=[Redacted] 5.1.2e
Datum: 2023.12.11 14:51:31 +01'00'

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding.....	4
1.2	Uitgevoerde werkzaamheden	4
2	Gebruikte documenten	5
3	Stabiliteit en wetgeving.....	5
4	Beschrijving onderzoeken	6
4.1	Grondonderzoek	6
4.2	Hoogtemetingen.....	8
5	Analyse taludstabiliteit.....	8
5.1	Inleiding	8
5.2	Beschouwing 1: Afname taludhelling	9
5.3	Beschouwing 2: effect bovenafdichting.....	10
5.4	Beschouwing 3: Proeven	10
5.5	Mogelijkheden om de taludstabiliteit te verbeteren.....	10
5.5.1	Algemeen.....	10
5.5.2	Verflauwen talud	11
5.5.3	Damwand.....	11
5.5.4	Geogrids	12
5.6	Aanvullend onderzoek.....	12
6	Beschouwing zetting.....	12
7	Conclusies en aanbevelingen	16
7.1	Stabiliteit.....	16
7.2	Zetting	16
7.3	Aanbevelingen.....	16
Bijlage 1	Sondeergrafieken en boorbeschrijvingen	17
Bijlage 2:	Monsterdieptes.....	18
Bijlage 3:	Triaxiaalproeven.....	19
Bijlage 4:	Grondwaterstanden.....	20
Bijlage 5:	Hoogtemetingen Sweco	21
Bijlage 6:	Vershil dronemeting oktober 2022-augustus 2023	22
Bijlage 7:	Tekening Ploegam PL344-UO-TEK-GRW-001 Grondwerkzaamheden afdekking stortplaats.....	23
Bijlage 8:	Hoogteverandering noordtalud (sept.2020-juni2023)	24
Bijlage 9:	Effect aanleg bovenafdichting op stabiliteit.....	25

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Stort Doonweg B.V. is voornemens de gehele stortplaats te voorzien van een water- en gasdichte bovenafdichting om daarmee de milieuhygiënische situatie van de stortplaats te verbeteren. Met de aanleg van een bovenafdichting zullen de emissies naar de bodem zeer sterk verminderen.

In het voortraject zijn, vanwege de vormwijziging van de stortplaats en het aanbrengen van de staalslakken, macrostabiliteitsberekeningen uitgevoerd. Deze berekeningen zijn beschouwd in het rapport van afdichting en er is geconcludeerd dat de planaire stabiliteit (afschuiven langs talud) voldoende gewaarborgd is, dat de macrostabiliteit mogelijk onvoldoende is en dat de gemeten zakkingsnelheden nog te hoog zijn.

In het rapport van afdichting (Sweco, 2023, par. 3.11) wordt over de macrostabiliteit geconcludeerd:

“Op basis van de huidige inzichten concluderen wij:

- *De veiligheidsfactor (direct na aanleg staalslakken) is onvoldoende (Factor of safety = 0,85).*
- *De veiligheidsfactor (direct na aanleg bovenafdichting) is onvoldoende (Factor of safety = 0,90).*

Consequentie van het bovenstaande is dat de aanleg van een bovenafdichting op korte termijn niet verantwoord is. Bovenstaande is een gevolg van de beperkte kennis van de sterkte van het onderliggend afvalpakket.

Sweco adviseert om:

- *Nader geotechnisch onderzoek te gaan uitvoeren naar de opbouw en sterkte van het afvalpakket. Aan de hand van de dan verzamelde informatie kunnen aanvullende macrostabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd.*
- *Periodiek hoogtemetingen te gaan uitvoeren van vaste punten teneinde het huidige zettingsgedrag te gaan volgen.”*

1.2 Uitgevoerde werkzaamheden

In de afgelopen periode, eind 2022 tot heden, is het nader onderzoek uitgevoerd, zijn metingen verricht en zijn de resultaten geanalyseerd. Doel van de analyse is om input te geven aan de discussie of het verantwoord is de bovenafdichting op korte termijn aan te leggen.

De volgende onderzoeken/metingen zijn uitgevoerd:

- grondonderzoek in de vorm van sonderingen, boringen, plaatsen peilbuizen en laboratoriumproeven;
- waterstandsmetingen in peilbuizen in het afvalpakket;
- hoogtemetingen van meetpunten op het bovenvlak van de stortplaats;
- hoogtemetingen middels een drone.

2 Gebruikte documenten

De volgende documenten zijn gebruikt:

- Fugro (2023a) Rapportage van Fugro: "Project aan de Doonweg te Eerbeek, Rapportage geotechnisch onderzoek", documentnummer: 2423-234198-21-R01, datum 12-06-2023;
- Fugro (2023b) Rapportage van Fugro: "Project aan de Doonweg te Eerbeek, Rapportage Laboratoriumonderzoek", opdrachtnummer: 2423-234198, datum 15-08-2023;
- Hoogveld (2020) Rapportage van Hoogveld: "Veldrapport betreffende grondonderzoek ten behoeve van: zonnepark van de 5.1.2e 4 te Eerbeek", opdrachtnummer HA-18081, datum 20 augustus 2020;
- NEN 9997-1 (2017) Nederlandse norm: "Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels", datum november 2017;
- Ploegam (2019) tekening Ploegam PL344-UO-TEK-GRW-001 Grondwerkzaamheden afdekking stortplaats, datum 27-8-2019;
- Sweco (2022) notitie van Sweco: "Stortplaats Doonweg te Eerbeek, Geotechnisch beschouwing eindafdichting", documentnummer NL22-648800269-31461 d.d. 9 augustus 2022;
- Sweco (2023) Rapport van afdichting stortplaats Doonweg te Eerbeek. Documentnummer NL-23-648800269-498857 d.d. 5 mei 2023;
- Terradvies (2022) Rapportage van Terradvies: "Zakkingsprognose Stortplaats Doonweg te Eerbeek", rapportnummer 220421-02 definitief, datum april 2022;
- VROM (1991) Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen. Publikatiereeks bodembescherming nr. 1991/2. Ministerie van VROM. 1991.

3 Stabiliteit en wetgeving

Conform vergunningvoorschrift 7.3.3 dient onder andere de stabiliteit te worden beschreven. In de richtlijn dichte eindafwerking (VROM, 1991) wordt alleen aandacht besteedt aan de planaire stabiliteit (afschuiving langs het talud).

Onderzoek naar macrostabiliteit (optreden cirkelvormige glijvlakken) is bij stortplaatsen ongebruikelijk en (zeer) lastig uit te voeren vanwege de (diverse) aard van de gestorte materialen dat een, ten opzichte van bodem afwijkend gedrag vertoont. Vanwege de specifieke samenstelling van de gestorte materialen in stortplaats Doonweg is besloten hier toch onderzoek naar te doen.

Omdat in de vergunningsvoorschriften geen norm voor macrostabiliteit wordt voorgeschreven, is de Nederlandse norm: "Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels" (NEN9997-1, 2017) gehanteerd. In deze norm is vastgelegd wat de beginselen en eisen zijn voor veiligheid van geotechnische constructies.

In de norm wordt onderscheid gemaakt in drie betrouwbaarheidsklassen: RC1 (laagste), RC2 en RC3 (hoogste). Daarnaast wordt de observatiemethode beschreven, die mag onder voorwaarden (zie opmerking) worden gebruikt indien het moeilijk is om het geotechnisch gedrag te voorspellen. Bij deze methode wordt het ontwerp gedurende de bouw beoordeeld en zo nodig bijgesteld.

De stortplaats is in principe ingedeeld in betrouwbaarheidsklasse RC1, ervan uitgaande dat het terrein niet openbaar toegankelijk is en blijft zodat mensen er niet verblijven. RC1 mag in verband worden gezien met gevolgklasse CC1. Deze is binnen het normenstelsel, waar voornoemde norm onderdeel van is, gedefinieerd als: geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of kleine of verwaarloosbare economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.

Opmerking: de voorwaarden waaronder de observatiemethode mag worden toegepast staan beschreven in NEN9997-1 (2017). Op voorhand kan worden gesteld dat niet zonder meer (eenvoudig) aan alle voorwaarden kan worden voldaan. Daarnaast heeft Doonweg B.V. aangegeven dat de onzekerheden, die optreden als op basis van de observatiemethode wordt gestart, niet wenselijk zijn. Om deze redenen is de observatiemethode niet verder beschouwd.

4 Beschrijving onderzoeken

4.1 Grondonderzoek

Om de (variatie in de) opbouw van de gestorte materialen langs de noordrand te bepalen en ter beoordeling van de sterkte van de gestorte materialen is grondonderzoek uitgevoerd. Bij de start van dit grondonderzoek op 30 november 2022 is één sondering (nr. 121) uitgevoerd. Bij sondering 120 bleek de ondergrond te slap en is de sondeerwagen scheefgezakt (zie figuur 1).



Figuur 1: Sondeerwagen bij sondering 120 (na optreden slappe plek, 30 nov. 2022)

De oorzaak lijkt te liggen in het verweken van materiaal dicht onder het oppervlak, mogelijk ten gevolge van een stationair draaiende vrachtwagen. Besloten is om het verdere grondonderzoek uit te stellen tot het voorjaar van 2023. Eind april/begin mei 2023 zijn op de geselecteerde onderzoekslocaties

rijplaten aangebracht en is een sleuf gegraven (breed 0,40 m, lang 5 m, diepte variabel zie onderstaande tabel) waarbij de staalslakken zijn verwijderd en vervangen door zand.

Tabel 1: Aangebrachte sleuven

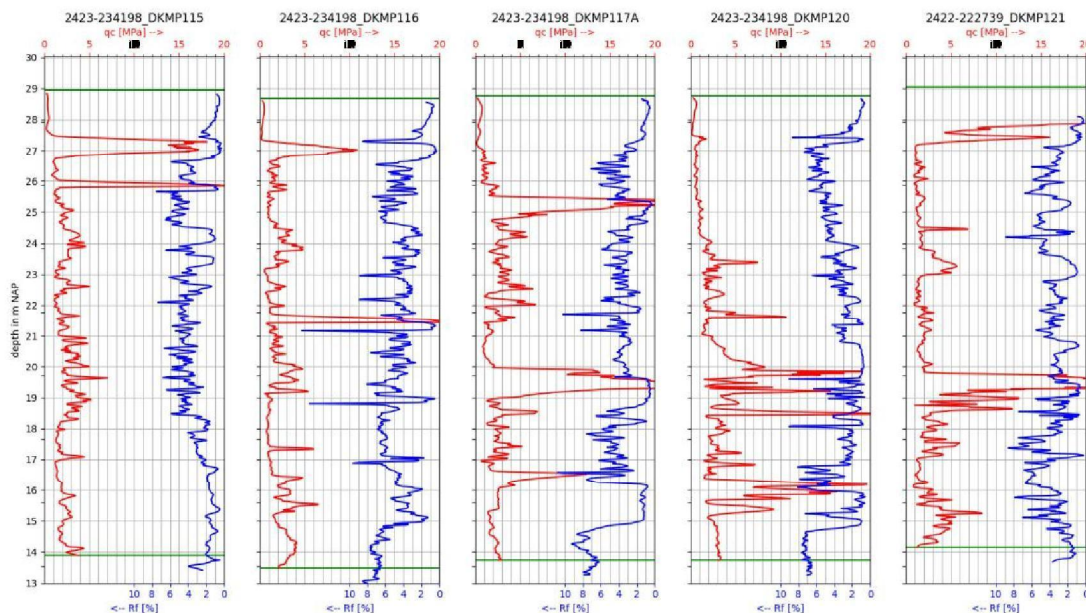
Locatie	115	116	117	120	121
Diepte (m)	1,65	*)	1,95	*)	1,35

*) = Geen gerapporteerde diepte

In mei 2023 zijn op het hoogste deel van het bovenzvlak de vier (overige) sonderingen en twee boringen uitgevoerd. Tijdens het boren zijn Ackermanbussen gestoken ter verkrijging van ongeroerde monsters voor triaxiaalproeven. De boringen zijn afgewerkt met peilbuizen ter bepaling van de waterstand.

Als eerste zijn de sonderingen uitgevoerd en op basis daarvan zijn de locaties van de boringen, monsterdieptes en filterniveaus voor de peilbuizen bepaald. De sondeergrafieken en boorbeschrijvingen zijn opgenomen als bijlage 1.

Het uit de sonderingen verkregen sondeerbeeld is vergelijkbaar met dat uit eerder onderzoek (Hoogveld, 2020). De vijf uitgevoerde sonderingen zijn weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 2: sondeerbeeld langs de noordrand (links = west en rechts = oost)

Vanwege het voorkomen van onder meer plastic, metaal en puin bleek het boren en steken van monsters zeer moeizaam. Derhalve zijn de boringen niet op de gewenste diepte gekomen en bleek het ook niet mogelijk om op de vooraf, aan de hand van de eerder uitgevoerde sonderingen, bepaalde niveaus monsters van de gestorte materialen te nemen. Op een aantal dieptes, waar het naar inzicht van de boormeester mogelijk leek, is getracht een bus te steken. Uit de uiteindelijk zes gestoken bussen konden (met moeite) drie monsters geselecteerd worden die (naar schatting) goed genoeg waren voor beproeving middels een triaxiaalproef. In de overige bussen was onvoldoende of te veel

verstoord materiaal aanwezig. De monsterniveaus zijn in bijlage 2 weergegeven in de sondeergrafieken.

De resultaten van de triaxiaalproeven zijn opgenomen in bijlage 3. De monsterkwaliteit bleek uiteindelijk slecht, zodat de proefresultaten als niet betrouwbaar moeten worden beschouwd (zie ook de opmerkingen in de rapportage van Fugro).

De boringen zijn afgewerkt met peilbuizen, de filterniveaus zijn terug te zien in de boorbeschrijvingen in bijlage 3. De peilbuiswaarnemingen zijn opgenomen als bijlage 4. De waarnemingen laten geen eenduidig beeld zien in die zin dat de grondwaterstand per peilbuis/filterniveau een (sterk) verschillende waarde heeft. Dit beeld volgt ook uit de waterspanningsmetingen die tijdens het sonderen zijn gedaan.

4.2 Hoogtemetingen

Om inzicht te krijgen in het zakkingsgedrag van de stortplaats is een monitoringsprogramma ingericht. De hoogte van in totaal 66 meetpunten, min of meer gelijkmatig over het bovenvlak van de stortplaats verdeeld, worden regelmatig ingemeten ten opzichte van NAP. De 66 meetpunten betreffen 42 hoekpunten van betontegels (onderdeel fundering zonnepanelen) en 24 in de staalslakken geslagen buizen. Deze buizen zijn specifiek ten behoeve van de monitoring geïnstalleerd.

De situering van de meetpunten en de metingen zijn opgenomen als bijlage 5.

De nulmeting heeft plaatsgevonden op 22 maart 2023. 5.1.2e zijn vier herhalingsmetingen uitgevoerd op 13 april 2023, 21 juni 2023, 17 augustus 2023 en 6 november 2023. De in deze periode van zeven en een halve maand gemeten maaiveldzakkingen liggen globaal gesproken tussen de 0 en 65 mm. Aan de noordelijke (hoogste) zijde worden de hoogste waarden gemeten, met aan deze zijde een gemiddelde zakking van 57 mm in 229 dagen. Hetgeen overeenkomt met een zakkingsnelheid van circa 0,10 m per jaar. Na het aanbrengen van de staalslakken(30-9-2020) en meting (23-6-2023) is circa 0,5 m zakking opgetreden (zie bijlage 8).

In oktober 2022 en in juni 2023 is de stortplaats middels een drone ingemeten door 5.1.2e. In bijlage 6 is het verschil in hoogte tussen beide metingen weergegeven. De ordegrootte van de zakkingsnelheid alsmede de verdeling over het gebied is in lijn met de gemeten maaiveldzakkingen. *(Opmerking: het betreft hier een voorlopige versie van de bijlage in afwachting van (reeds opgevraagde) meer gedetailleerde dronebeelden).*

5 Analyse taludstabiliteit

5.1 Inleiding

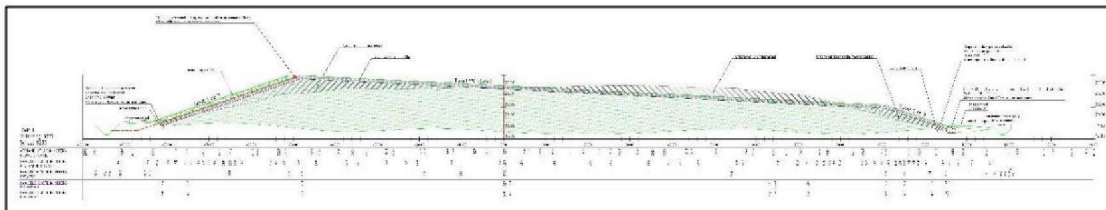
In paragraaf 4.1 is beschreven dat de triaxiaalproeven niet tot een betrouwbaar inzicht in de sterkte van het afval hebben geleid. Derhalve is het niet mogelijk om iets te zeggen over de absolute veiligheid op taludinstabiliteit.

Om besluitvormers inzicht te geven in de veiligheid is de taludstabiliteit op drie manieren beschouwd. Het betreft vereenvoudigde beschouwingen ter bepaling van de ordegrootte van de veiligheid. De beschouwing is gedaan voor het noordelijk (hoogste) talud, zie figuur 3.

De volgende beschouwingen zijn gedaan:

1. Het bepalen van de toename van de veiligheid op taludinstabiliteit als gevolg van de afname van de taludhelling door zakking.
2. Het bepalen van het effect op de veiligheid op instabiliteit als gevolg van het aanbrengen van de bovenafdichting.
3. Op basis van de proeven (ondanks de slechte monsterkwaliteit).

In figuur 3 is de huidige situatie zoals aangebracht in 2020 weergegeven, deze tekening is ook opgenomen als bijlage 7. De voormalige tonronde vorm van de stortplaats is gewijzigd naar een van noord naar zuid aflopend vlak (helling 5%).



Figuur 3: Wijziging vormgeving stortplaats in 2020 (Ploegam, 2019)

5.2 Beschouwing 1: afname taludhelling

Als gevolg van klink van de gestorte materialen wordt de taludhelling steeds flauwer. Ervan uitgaande dat het talud direct na aanleg van de staalslakken (net) stabiel was, kan de toename van de veiligheid worden berekend uit de afname van de taludhelling. Het betreft een relatieve toename die niets zegt over de absolute veiligheid. De aanname is dat de sterkte-eigenschappen van het afval in de tijd niet slechter worden. Eventuele positieve effecten als gevolg van consolidatie in het afval zijn niet meegenomen.

Helaas is er geen aaneengesloten meetreeks waarmee de zakking van de bovenzijde van de stortplaats, na aanleg van de staalslakken, kan worden bepaald. Door gebruik te maken van revisietekeningen (30/09/2020) van de aannemer die de staalslakken heeft aangebracht en de dronemeting die gedaan is op 23/06/2023 is afgeleid (zie bijlage 8) dat aan de hoge zijde ongeveer 0,5 m zakking is opgetreden sinds de aanleg van de staalslakken in 2020.

Het talud bij aanleg in 2020 was 11 m hoog en had een taludhelling van 1:3 (geschat op basis van inmetingen aannemer). Na een zakking van 0,5 m is de theoretische taludhelling in juni 2023 1: 3,15. Hiermee is de rekenkundige veiligheid op instabiliteit met circa 5% toegenomen.

Ter indicatie van de verdere toename van de taludstabiliteit is deze ook berekend op de momenten dat vanaf nu nog 0,5 m en 1,0 m zakking optreden:

- Vanaf nu nog 0,5 m zakking (totaal 1,0 m sinds aanleg slakken): toename circa 10% sinds aanleg staalslakken.
- Vanaf nu nog 1,0 m zakking (totaal 1,5 m sinds aanleg slakken): toename circa 15% sinds aanleg staalslakken.

Vooruitlopend op de uitkomsten in hoofdstuk 6 wordt gesteld dat de aangegeven zakking (vanaf nu) van 0,5 m en 1,0 m pas over lange tijd (>> 10 jaar) zullen zijn opgetreden. Hierin is (veiligheidshalve) geen rekening gehouden met een eventuele extra maaiveldzakking als gevolg van de aanleg van de bovenafdichting.

5.3 Beschouwing 2: effect bovenafdichting

Uit de verkennende berekening die gemaakt is ten behoeve van het rapport van afdichting (Sweco 2023) blijkt dat de aanleg van de bovenafdichting een positief effect heeft op de taludstabiliteit. Uit een vergelijkende berekening (zie bijlage 9) blijkt dat de veiligheid op taludinstabiliteit door de aanleg van een circa 1,0 m dikke bovenafdichting circa 5% toeneemt in vergelijking met de situatie zonder bovenafdichting. Hierbij is uitgegaan van een taludhelling 1:3 en dat er geen zakkingen optreden als gevolg van de aanleg van de bovenafdichting.

5.4 Beschouwing 3: proeven

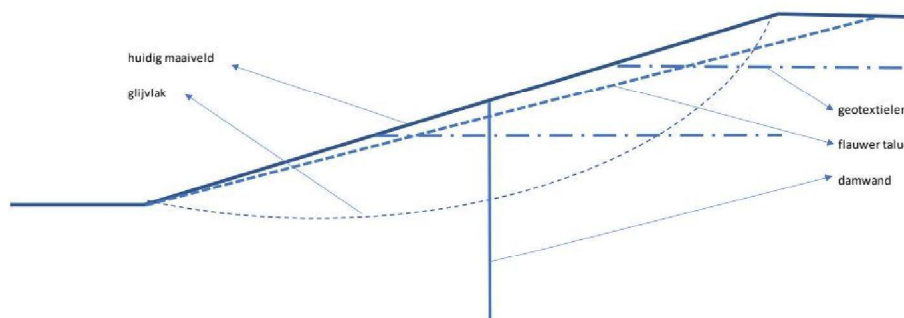
De met de (drie) triaxiaalproeven gemeten hoeken van inwendige wrijving liggen tussen de 36° en 57° (voor vervormingspercentages > 5%). Deze waarden zijn normaal gesproken hoog genoeg voor een stabiel talud. Echter is, zoals eerder aangegeven, de monsterkwaliteit slecht en is niet te bepalen in hoeverre de proeven representatief zijn voor de daadwerkelijk sterkte van de gestorte materialen.

5.5 Mogelijkheden om de taludstabiliteit te verbeteren

5.5.1 Algemeen

In het bovenstaande is beschreven dat de stabiliteit in de tijd toeneemt als gevolg van zettingen. Het talud wordt namelijk flauwer. Naar verwachting is de zettingssnelheid dusdanig laag dat de toename van de veiligheid in de komende jaren niet significant is.

Gangbare maatregelen om de taludstabiliteit te verbeteren zijn het toepassen van een flauwer talud als fysieke maatregel, het plaatsen van een stabiliteitsdamwand of het toepassen van geotextiel(en). Deze principeoplossingen zijn weergegeven in figuur 4. In het vervolg van deze paragraaf wordt verkennend ingegaan op deze mogelijkheden. Tot slot wordt ingegaan op nut en noodzaak van aanvullend grondonderzoek.



Figuur 4: principe oplossingen ter verbetering taludstabiliteit

In deze paragraaf ligt de focus op de eindsituatie. Om de genoemde oplossingsrichtingen te realiseren is de inzet van machines een vereiste. De wijze waarop een en ander veilig kan worden uitgevoerd dient nader te worden beschouwd.

Ten behoeve van onderstaande paragrafen zijn enkele (vereenvoudigde) verkennende berekeningen gemaakt van de taludstabiliteit waarbij de volgende uitgangspunten zijn aangehouden (conform NEN9997-1 (2017)):

- Uitgegaan is van betrouwbaarheidsklasse RC1 (zie hoofdstuk 3).
- De laag-karakteristieke waarde van de hoek van inwendige wrijving van het afval is gelijk gekozen aan de taludhelling direct na aanleg (circa 18°) ervan uitgaande dat het talud toen (net) stabiel was. Voor de staalslakken en leeflaag zijn respectievelijk 45° en 21,5° aangehouden.
- Op de laag-karakteristieke waarde van de hoek van inwendige wrijving moet een materiaalfactor worden toegepast om te komen tot de rekenwaarde. De materiaalfactor op de hoek van inwendige wrijving bedraagt 1,2.
- De veiligheid op taludinstabiliteit dient 1,0 te bedragen.
- De grondwaterstand (ook in de afvalberging) ligt beneden het omringende maaiveldniveau.

Daarnaast is als uitgangspunt is gekozen dat de teen van het talud op de huidige positie wordt gehandhaafd en niet naar buiten kan worden verplaatst.

5.5.2 Verflauwen talud

Vanuit geotechnisch oogpunt lijkt de meest praktische methode een verflauwing van het talud te zijn. Het vrijkomende materiaal kan worden verwerkt op het bovenzak (op voldoende afstand van de insteek van het talud) met als nadeel dat dit extra zettingen tot gevolg zal hebben.

Een verkennende berekening laat zien dat de insteek van het huidige talud ordegrrootte 5 m naar binnen moet worden verplaatst. Dit betekent het afgraven van staalslakken en afvalstoffen.

5.5.3 Damwand

Vanwege de ligging van het glijvlak (zie figuur 4) is het plaatsen van een damwand het meest effectief zijn als deze halverwege het talud wordt gepositioneerd. Een verkennende berekening laat zien dat de damwand minimaal (circa) 7,5 m lang moet zijn om de glijcirkel voldoende ver naar beneden te dwingen. Of de damwand voldoende inklemming in het afval kan vinden is onzeker en op dit moment nog niet onderzocht.

Aandachtspunten bij eventuele verder uitwerking:

- Inklemming damwand.
- Vanwege de positie van de damwand halverwege het talud is (omvangrijk) grondwerk nodig om een werkplateau te maken. Dit betekent het afgraven (en later terugplaatsen) van staalslakken en afvalstoffen.
- De installeerbaarheid van damwanden (inclusief het genereren van wateroverspanningen in het afval).
- Corrosie van damwanden.

5.5.4 Geogrids

Bij deze oplossingsrichting worden een of meerdere lagen geogrids aangebracht in de ophoging. Het meest effectief zijn deze wapeningslagen als ze laag in de ophoging worden aangebracht. Een verkennende berekening laat zien dat minimaal een geogrid noodzakelijk is met een lengte van 15 m op een diepte van 4 m (gerekend vanaf de bovenzijde van de stortplaats). Dit betekent het afgraven van staalslakken en afvalstoffen. Onzeker in deze oplossing is of de (noodzakelijk) krachtsoverdracht tussen geogrid en het gestorte materiaal mogelijk is.

Aandachtspunten bij eventuele verdere uitwerking:

- krachtsoverdracht tussen geogrid en het gestorte materiaal;
- levensduur geogrid.

5.6 Aanvullend onderzoek

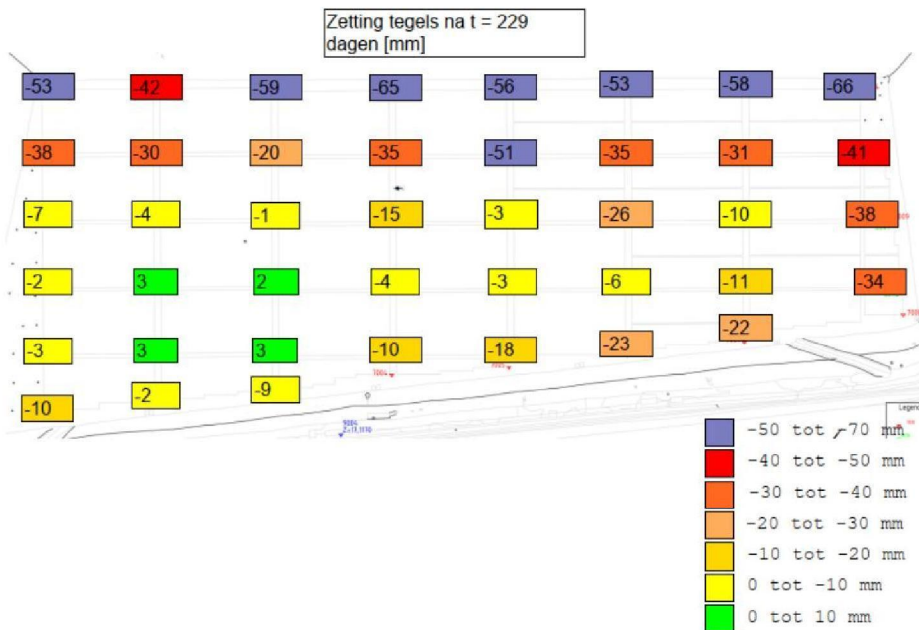
Gezien de ervaringen van het reeds uitgevoerde onderzoek is een aanvullend onderzoek niet zinvol.

6 Beschouwing zetting

Vanuit zettingsmetingen in het verleden zijn diverse meetreeksen beschikbaar. De belangrijkste meetreeksen betreffen zakbaakmetingen in de periode van 1999 tot en met 2013 en de periode 2019/2020. De laatste periode betreft de zakbaken die zijn geplaatst in verband met de aanleg van de staalslakken in 2019/2020. Deze zakbaken zijn overigens niet meer aanwezig door de aanleg van het zonnepark.

In de rapportage (TerraAdvies, 2022) zijn op basis van de genoemde bijlage meetreeksen, zettingsanalyses gedaan ter bepaling van de mate van zetting en de ligging van het bovenvlak in 2150 (ordegrootte meters). In het rapport van afdichting (Sweco 2023) is ook een zettingsanalyse uitgevoerd waarin dezelfde ordegrootte van zetting is gevonden als in (TerraAdvies, 2022) maar dat andere conclusies voor wat betreft het bovenvlak worden getrokken (zie ook hoofdstuk 3). Belangrijkste onzekerheden in de voorspellingen zijn het niet op elkaar aansluiten van de meetreeksen, er is na 2020 niet doorgemeten en het feit dat niet bekend is welke (extra) zetting de aanleg van de bovenafdichting tot gevolg heeft.

Om een deel van de onzekerheden weg te nemen is een monitoringsprogramma ingericht zoals beschreven in hoofdstuk 4. De gemeten zettingen in de periode vanaf de nulmeting op 22-3-2023 tot de 4^e herhalingsmeting op 6-11-2023 zijn weergegeven in figuur 5.



Figuur 5: gemeten zettingen bovenvlak (van 22/3/2023 tot 6/11/2023 = 229 dagen)

Het betreft hier de zakking van de tegels (fundering zonnepanelen) in millimeters. De metingen van de (in de staalslakken geslagen) buizen laten een vergelijkbaar beeld zien behoudens één meetpunt in de zuidwesthoek (in de figuur links onder). Bij de daar geplaatste buis is een veel grotere zetting gemeten dan bij de tegels. In de volgende meetronde zal het betreffende meetpunt worden gecontroleerd.

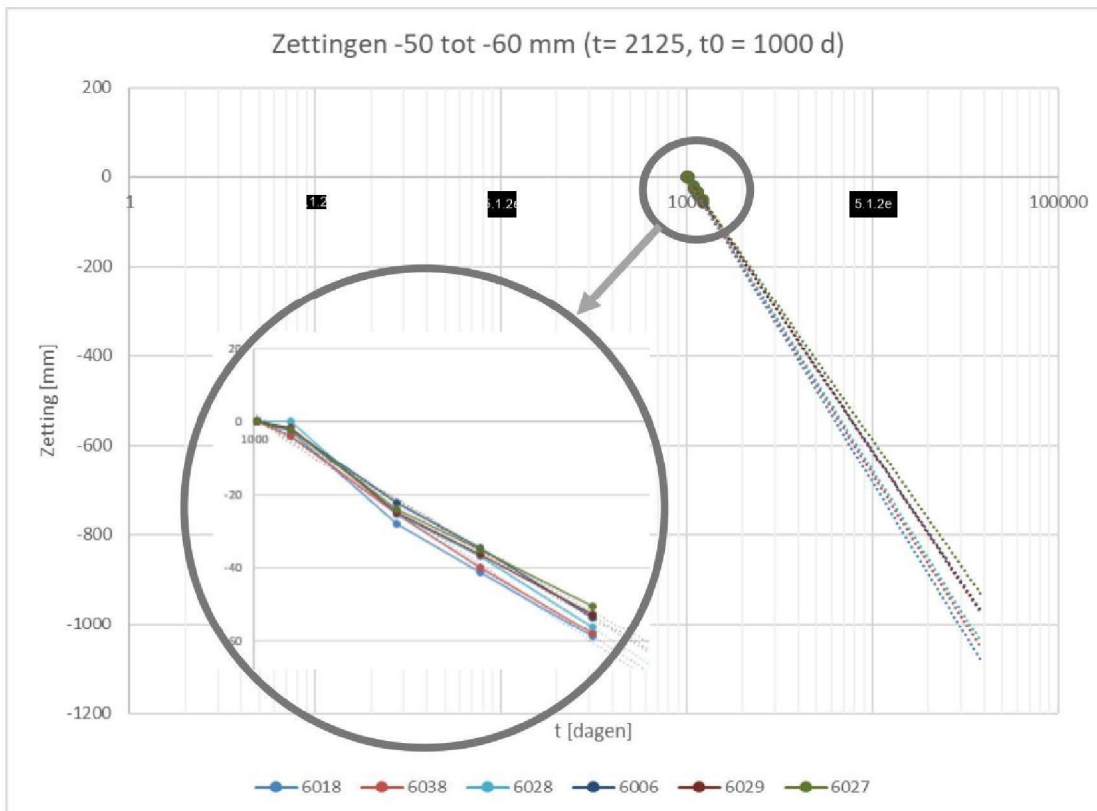
Door extrapolatie van de metingen is een voorspelling gemaakt van de zakkingen over een periode van honderd jaar (2125) en op basis daarvan een indicatie van de eindhoogte, zie figuur 6. Ook dit is alleen voor de tegels gedaan. De voorspelling is gedaan op basis van het uitgangspunt dat de zettingssnelheid lineair verloopt op een logaritmische tijdschaal, de meetresultaten tot dusver lijken dit, met inachtneming van de meetruis, te bevestigen. Eventuele extra zetting als gevolg van de aanleg van de bovenafdichting, in ((TerraAdvies 2022)) geschat op ordegrrootte 0,4 m, is niet meegenomen.

Belangrijke parameters die bepalend zijn voor de uitkomsten van de extrapolatie zijn de meetnauwkeurigheid en de tijdschaal, met name het nulpunt. De meetnauwkeurigheid ligt in de ordegrrootte van millimeters, hetgeen geëxtrapolerd over honderd jaar een significante afwijking kan geven (ordegrrootte 10%). Qua tijdschaal is onderscheid gemaakt tussen de meetpunten langs de randen van de stortplaats en de overige meetpunten. Dit omdat ten tijde van het aanbrengen de staalslakken de stortplaats is gheprofileerd waarbij langs de randen een (aanzienlijke) ophoging heeft plaatsgevonden en in het midden de staalslakken min of meer belastingneutraal zijn aangebracht.

In verband hiermee is voor de meetpunten langs de rand eind 2020 (aanbrengen staalslak) als nulpunt aangehouden, de huidige metingen liggen dan rond $t = 1.000$ dagen. Voor de overige meetpunten is eind jaren 90 (laatste

afval gestort) als nulpunt aangehouden, de huidige metingen liggen dan rond $t = 9.000$ dagen.

In onderstaande figuur zijn ter illustratie voor een aantal meetpunten de metingen en extrapolatie weergegeven vanaf 2023 naar 2125. Het betreft hier meetpunten langs de (noordelijke) rand van de stortplaats.

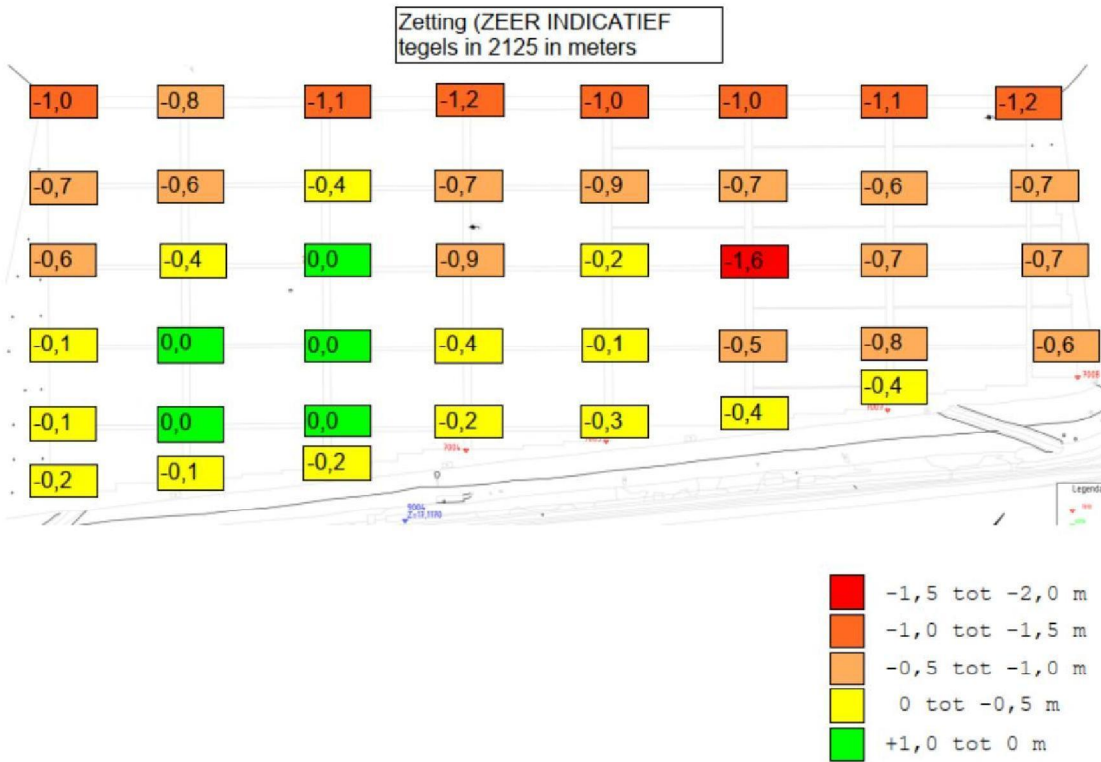


Figuur 6: extrapolatie metingen

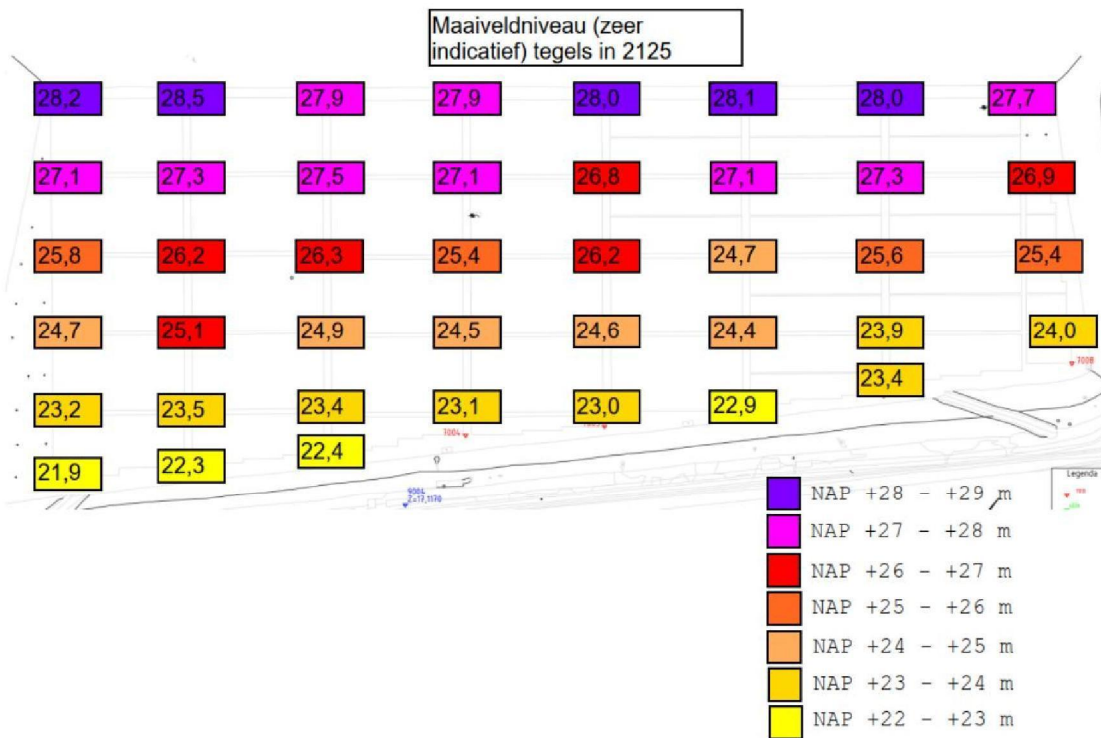
De uitkomsten van de extrapolatie moeten als zeer indicatief worden beschouwd vanwege:

- Het beperkt aantal metingen (dat zich in de tijd kort op elkaar bevinden vanwege de logaritmische tijdschaal) en in verband daarmee (relatief) grote invloed van de meetnauwkeurigheid op de uitkomsten.
- De keuze voor de tijdschaal is sterk bepalend voor de uitkomsten, zeker voor die langs de rand van de stortplaats. Ter illustratie: als voor de meetpunten in figuur 2 in plaats van 1.000 dagen 1.300 dagen wordt aangehouden, worden de berekende eindzakkingen over honderd jaar circa 0,2 m groter.

In figuur 7 is de, op basis van extrapolatie, berekende zakking van het bovenvlak weergegeven, in figuur 8 de daarop gebaseerde ligging van het bovenvlak.



Figuur 7: indicatie voorspelde zakking in meters in 2125



Figuur 8: indicatie ligging bovenvlak (in meters +NAP) in 2125.

Vanwege de genoemde onzekerheden in de voorspelling wordt slechts op hoofdlijn de conclusie getrokken dat de voorspelde zakking tot 2125 in de ordegrootte van 0 m tot 2 m ligt en daarmee wat lager lijkt te zijn dan eerdere voorspellingen ((TerraAdvies, 2022), opgenomen in (Sweco, 2023)).

Het wordt aanbevolen de hoogtes te blijven meten om de voorspelling van de zakkingen te verbeteren. In de loop der tijd neemt de onzekerheid ten gevolge van de meetruis af en kan de aanname dat de zakkingen lineair verlopen op een logaritmische tijdschaal beter worden geverifieerd. Als de zakkingen niet lineair verlopen moet het nulpunt worden aangepast.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Stabiliteit

De veiligheid op instabiliteit van het talud is niet in absolute zin te bepalen. Er kan niet worden aangetoond dat de veiligheid voldoet aan de eisen in NEN9997-1 (2017).

In relatieve zin is de inschatting dat de taludstabiliteit ten opzichte van de situatie direct na aanleg van de staalslakken in 2020 met circa 5% is toegenomen als gevolg van de opgetreden verflauwing van het talud. Deze verflauwing is het gevolg van samendrukking van het afvalpakket. In de toekomst neemt, door verdere samendrukking van het afvalpakket, de taludstabiliteit toe. Op basis van de nu beschikbare gegevens gaat dit langzaam.

Om de stabiliteit te verbeteren is een aantal fysieke maatregelen verkennend beschouwd: verflauwing van het talud, het plaatsen van een stabiliteitswand (damwand) en het toepassen van geogrids. De conclusie is getrokken dat voor alle maatregelen staalslakken en afval moeten worden ontgraven. De haalbaarheid van een damwand en geogrids is onzeker en dient nader te worden onderzocht. Onzekerheden worden bijvoorbeeld gezien in de krachtsoverdracht tussen damwand/geogrids en het afval.

7.2 Zetting

Op basis van extrapolatie van de hoogtemetingen is een schatting gemaakt van de zakkingen van het bovenvlak van de stortlocatie. De berekende zakkingen liggen qua ordegrootte tussen de 0 m en 1,6 m. Hierbij is geen rekening gehouden met extra zettingen als gevolg van het aanbrengen van een bovenafdichting en eventuele wijzigingen in de vorm.

De gevoeligheid van de voorspelling voor de gedane aannames is groot zodat de berekende zettingen hooguit als indicatief kunnen worden beschouwd.

7.3 Aanbevelingen

Op basis van het voorgaande wordt aanbevolen om de hoogtemetingen (1x per 3 maanden), dronemetingen (1x per 6 maanden) en waterstandsmetingen (1x per 3 maanden) te blijven uitvoeren.

Bijlage 1 Sondeergrafieken en boorbeschrijvingen



Project aan de Doonweg te Eerbeek

Rapportage geotechnisch onderzoek | Eerbeek

2423-234198 | 12-06-2023

Definitief

Sweco Nederland B.V.

Documentbeheer

Documentgegevens

Projectnaam	Project aan de Doonweg te Eerbeek
Documentnaam	Rapportage geotechnisch onderzoek
Fugro-projectnr.	2423-234198
Fugro-documentnr.	2423-234198-21-R01
Versienummer	1.0
Versiestatus	Definitief
Fugro entiteit	Fugro NL Land B.V.
Adres Fugro-kantoor	Grondzijk 16, 5.1.2e 5.1.2e Groningen
Telefoonnummer	5.1.2e 5.1.2e 5.1.2e

Klantgegevens

Klant	Sweco Nederland B.V.
Klant adres	Postbus 203, 5.1.2e 5.1.2e DE BILT
Contact klant	5.1.2e

Versiebeheer

Versie	Datum	Status	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
1.0	12-06-2023	Definitief	Initiële versie	LM	BB	HDB

Projectteam

Initialen	Naam	Rol
HDB	5.1.2e	Projectmanager

Inhoudsopgave

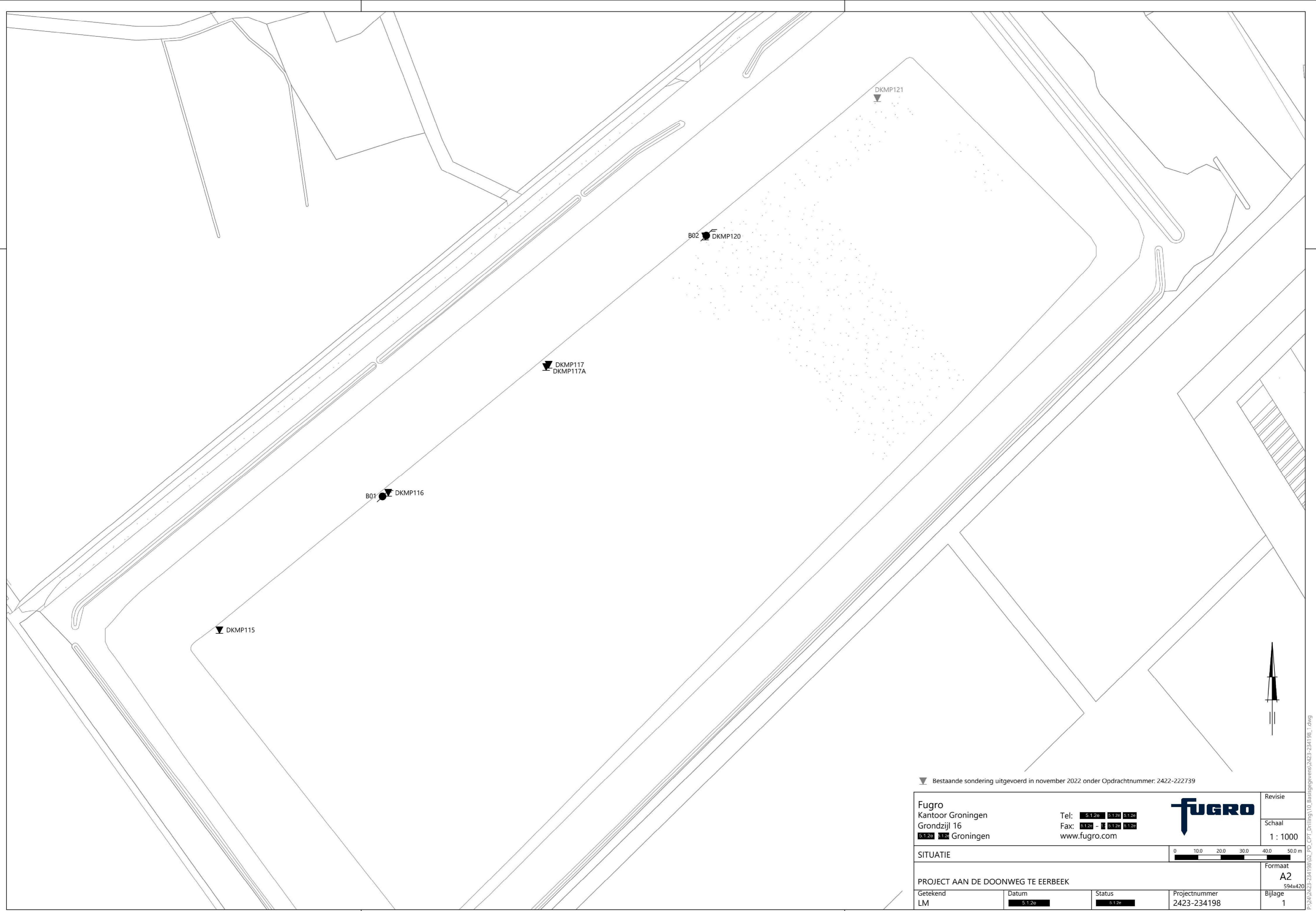
1. Rapportageoverzicht
2. Situatietekening(en)
3. Onderzoeksdata
4. Toelichting geotechnisch onderzoek
5. Continu elektrisch sonderen
6. Legenda terreinproeven

Rapportageoverzicht

Projectnaam: Project aan de Doonweg te Eerbeek
Fugro-projectnr.: 2423-234198

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m) t.o.v. NAP	Grondwaterstand (m) t.o.v. NAP	Opmerking
	X	Y			
DKMP115	202035.7	456782.3	+28.94		
DKMP116	202109.0	456841.9	+28.68		
DKMP117	202178.6	456897.5	+28.79		Gestaakt, obstakel(s)
DKMP117A	202177.5	456896.5	+28.78		
DKMP120	202246.6	456953.2	+28.78		
B01	202106.4	456840.1	+29.07	+26.07	Gestaakt, huisvuil/plastic
B01-pb1			+28.97	+25.37	
B02-pb2			+29.01	+27.06	
B02	202247.0	456953.4	+29.16	+22.16	Gestaakt,obstakel(s)/huisvuil/plastic
B02-pb1			+29.01	+21.74	
B02-pb2			+29.05		

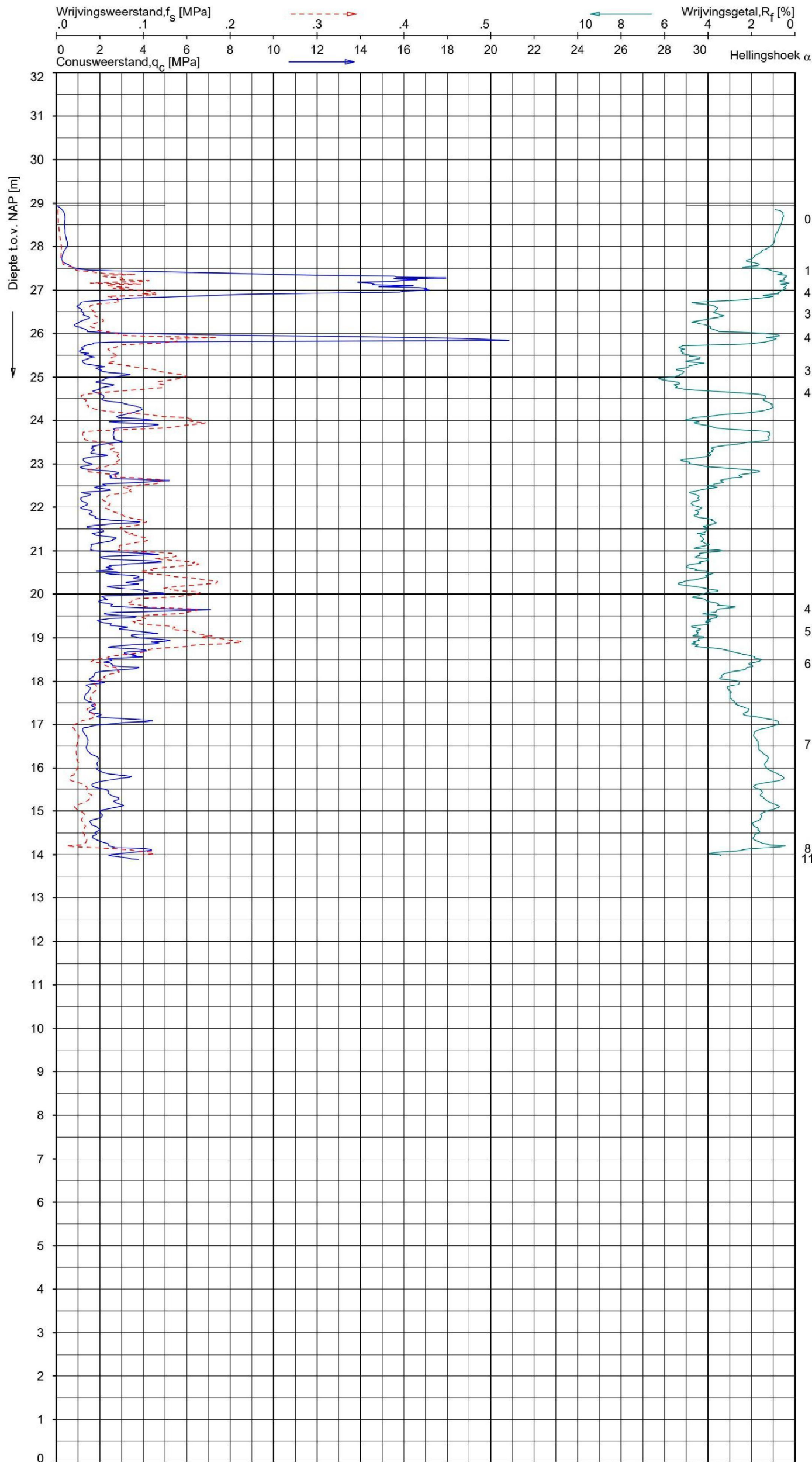
Alle sondeer- en boorlocaties zijn door de opdrachtgever voorgegraven (sleuf). Deze sleuf is vervolgens door de opdrachtgever aangevuld met zand.



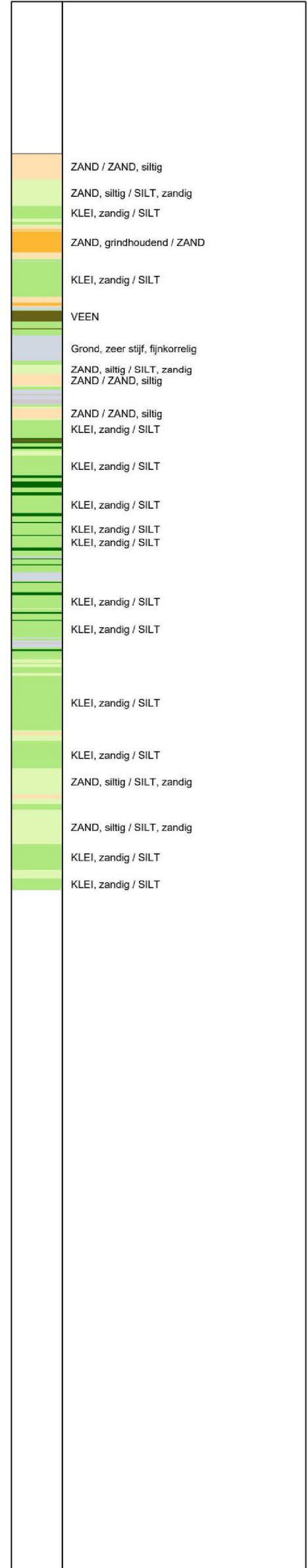
▼ Bestaande sondering uitgevoerd in november 2022 onder Opdrachtnummer: 2422-222739

Fugro Kantoor Groningen Grondzijk 16 9712B Groningen		Tel: 5.126 5.126 5.126 Fax: 5.126 - 5.126 5.126 www.fugro.com		Revisie Schaal 1 : 1000	
SITUATIE					
PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK				Formaat A2 594x420	
Getekend LM	Datum 5.126	Status 5.126	Projectnummer 2423-234198	Bijlage 1	

P:\24\2423-234198\02_PD_CPT_Drilling\10_Basisgegevens\2423-234198_1.dwg



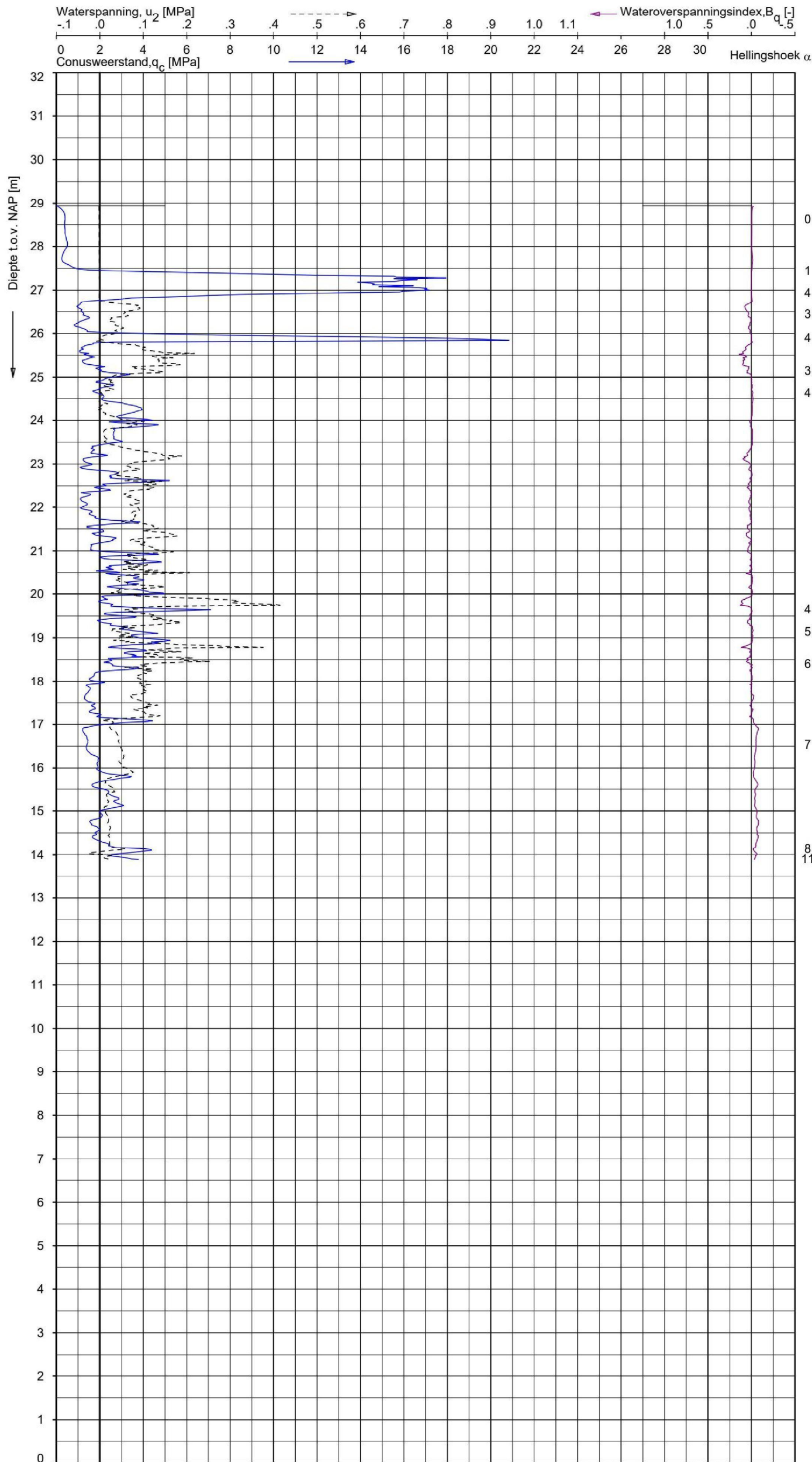
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



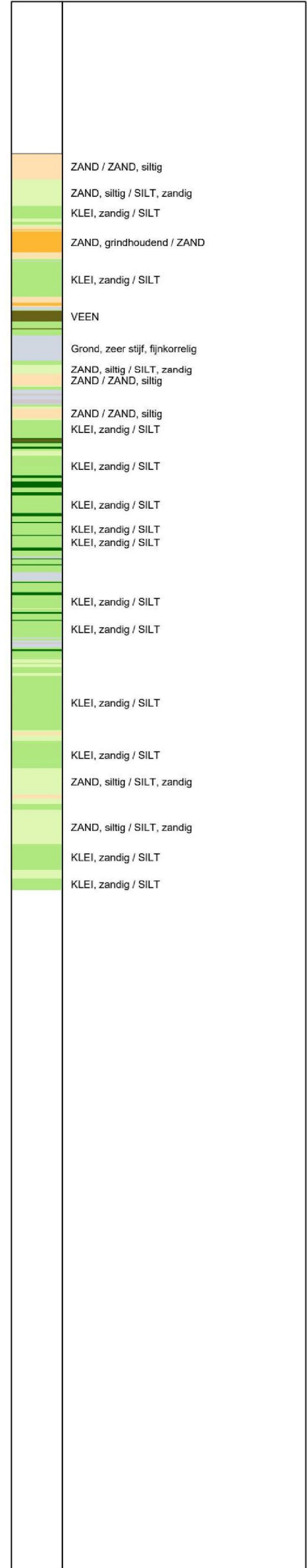
Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202035.7 m Y= 456782.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LM d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.94 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683 Toepassingsklasse 2 Test type TE2
 Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK Opdr. 2423-234198 Sond. DKMP115





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

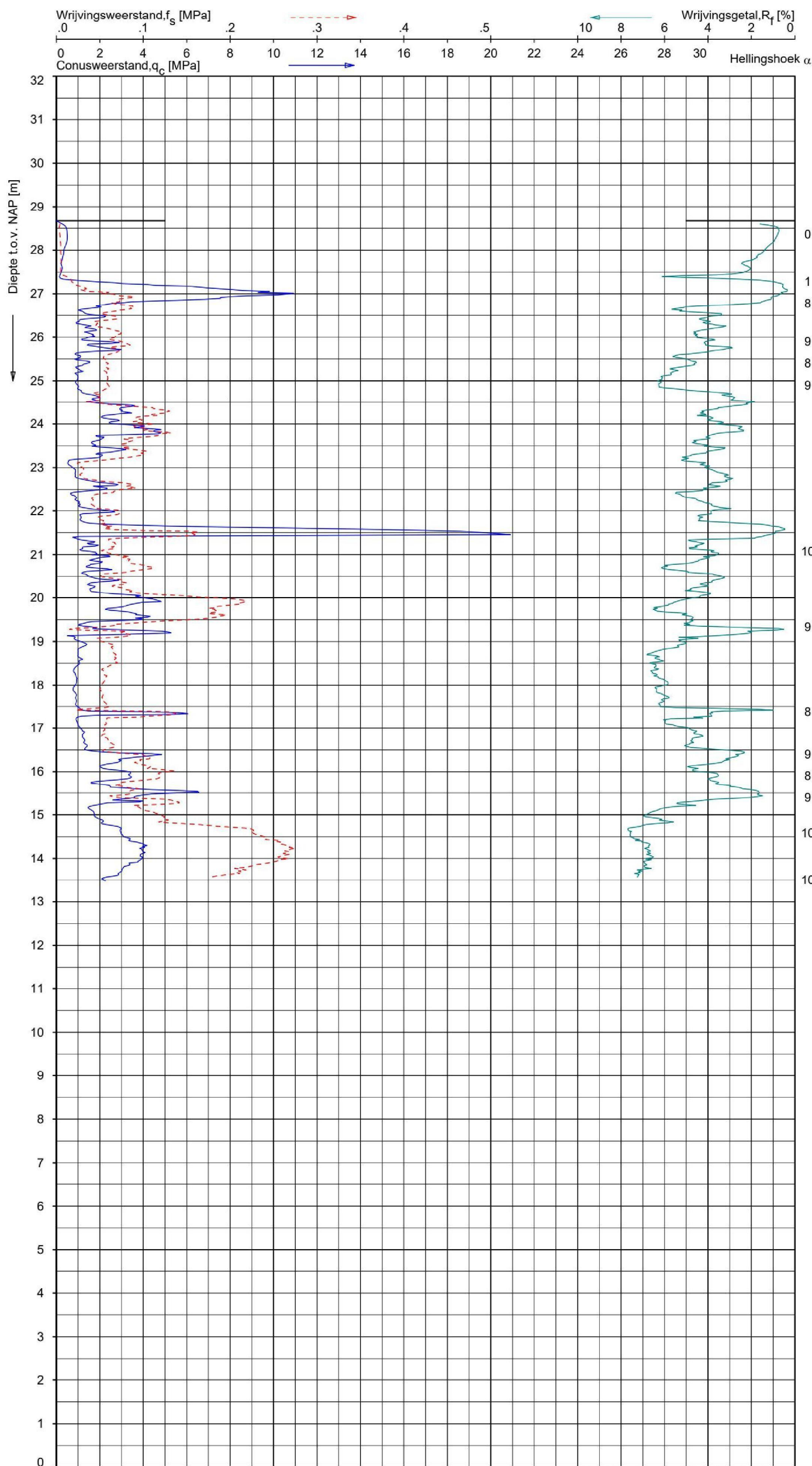


Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202035.7 m Y= 456782.3 m Systeem: RD
 Get. : LM d.d. 08-jun-2023 MV = NAP +28.94 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

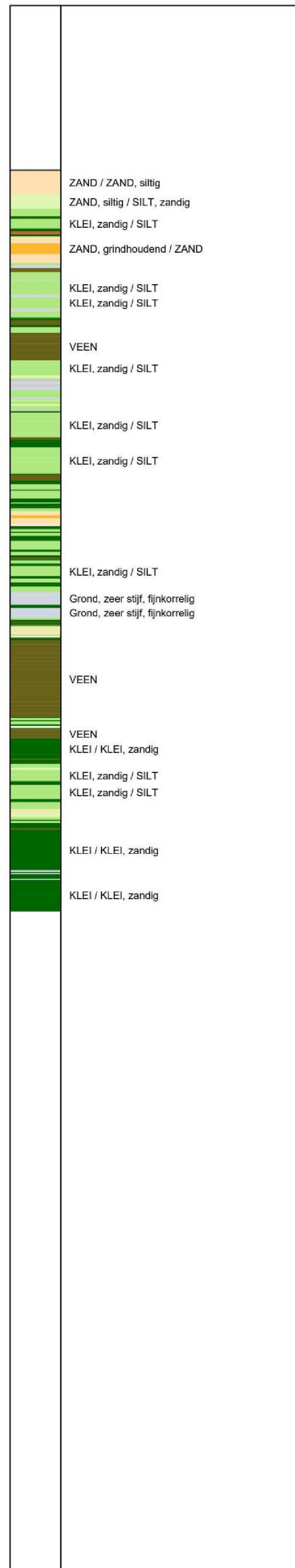
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP115



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

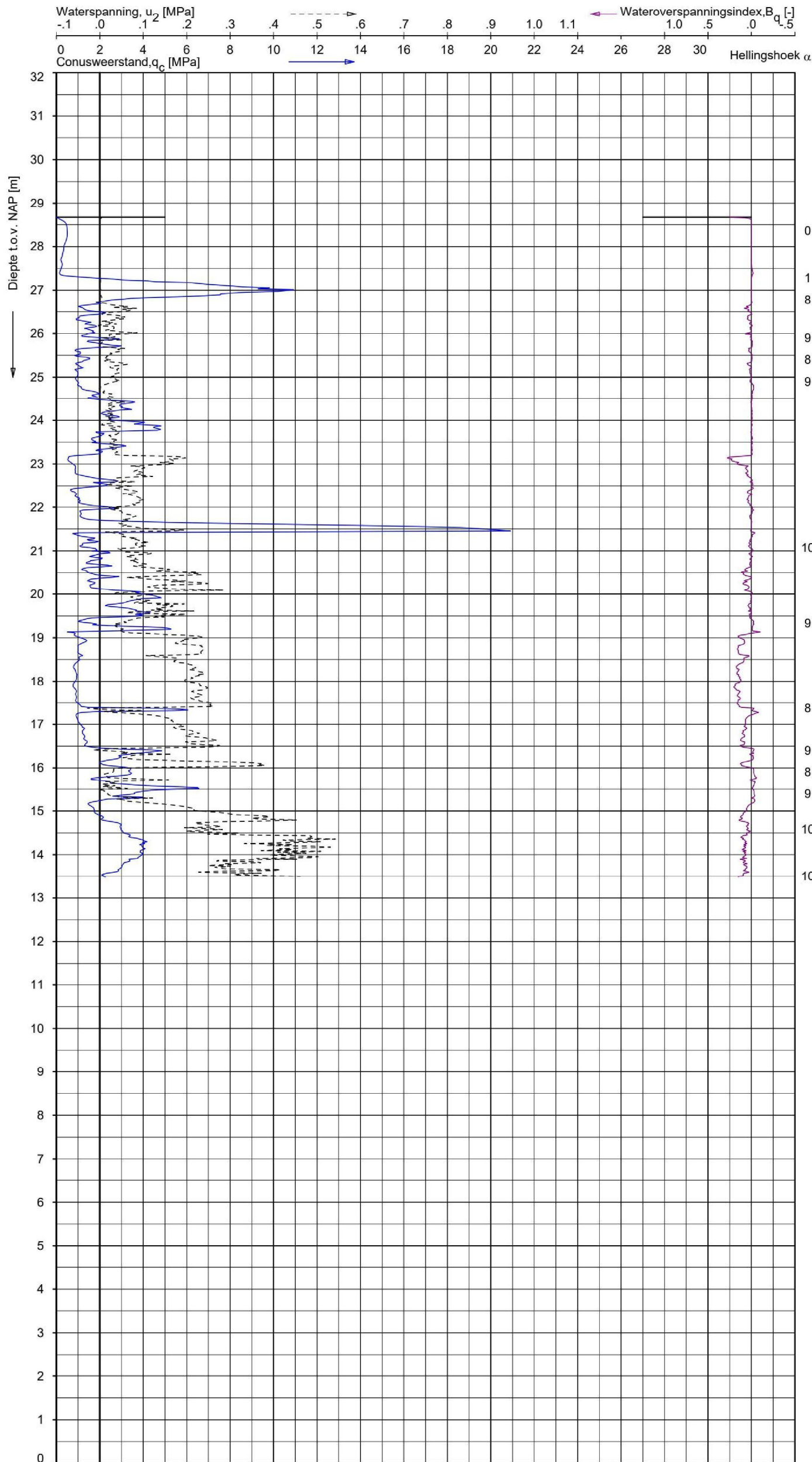


Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202109.0m Y= 456841.9m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LM d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.68m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

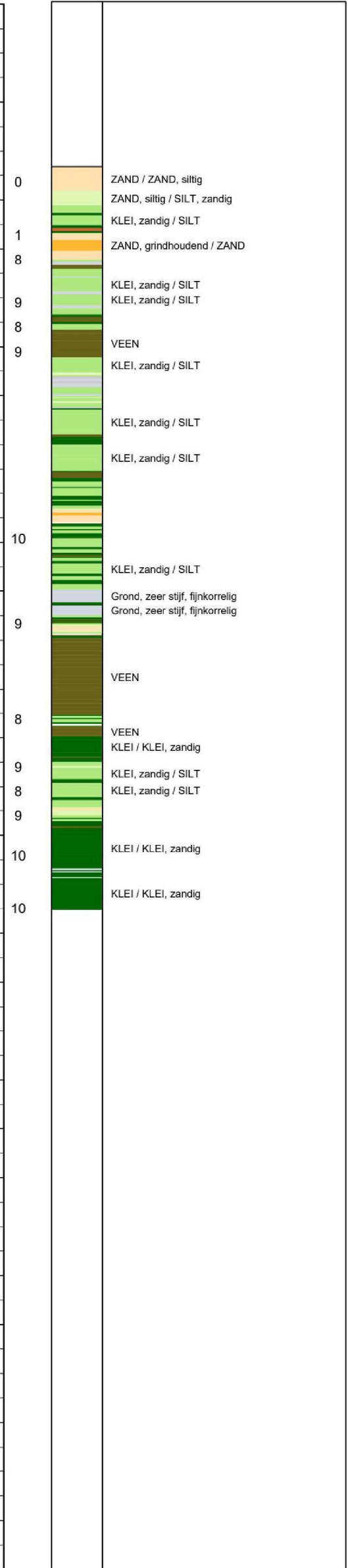
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP116



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

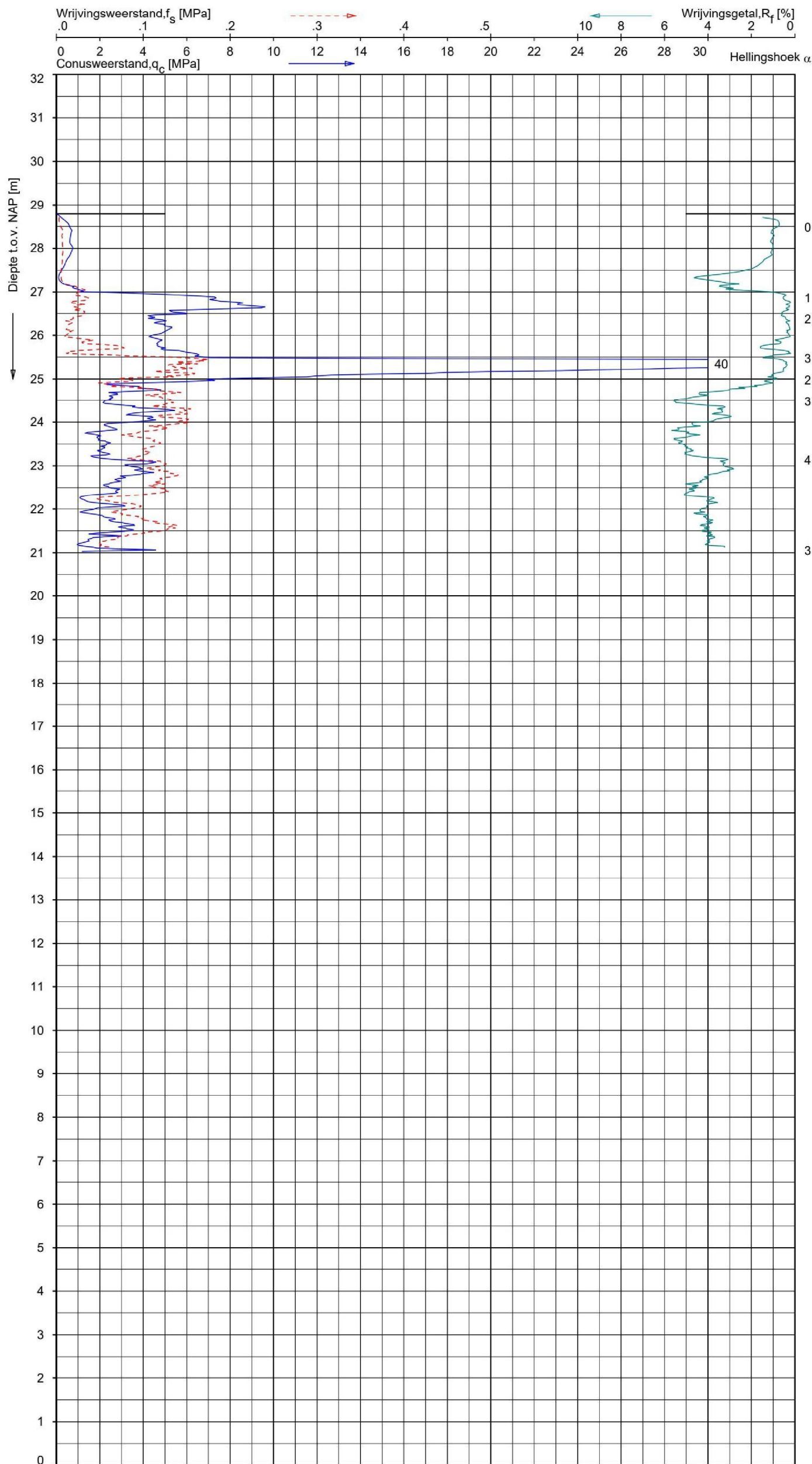


Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202109.0m Y= 456841.9m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LM d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.68m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

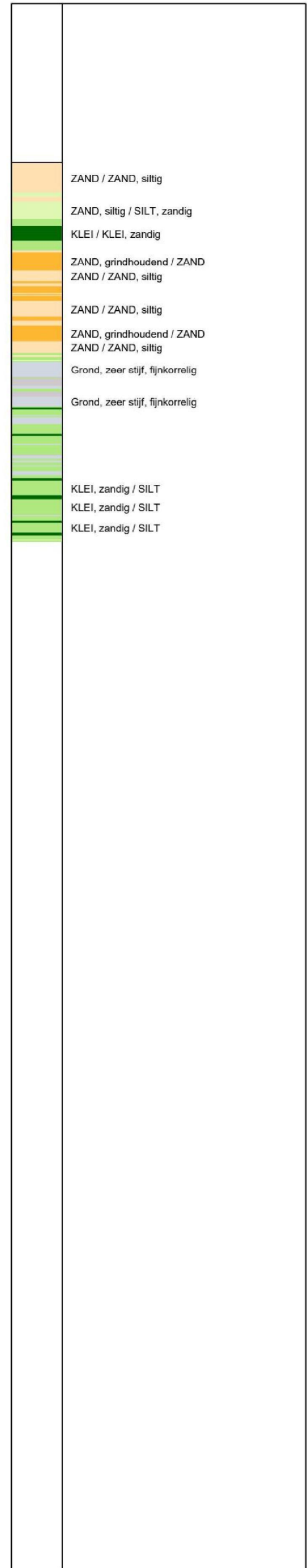
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP116



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

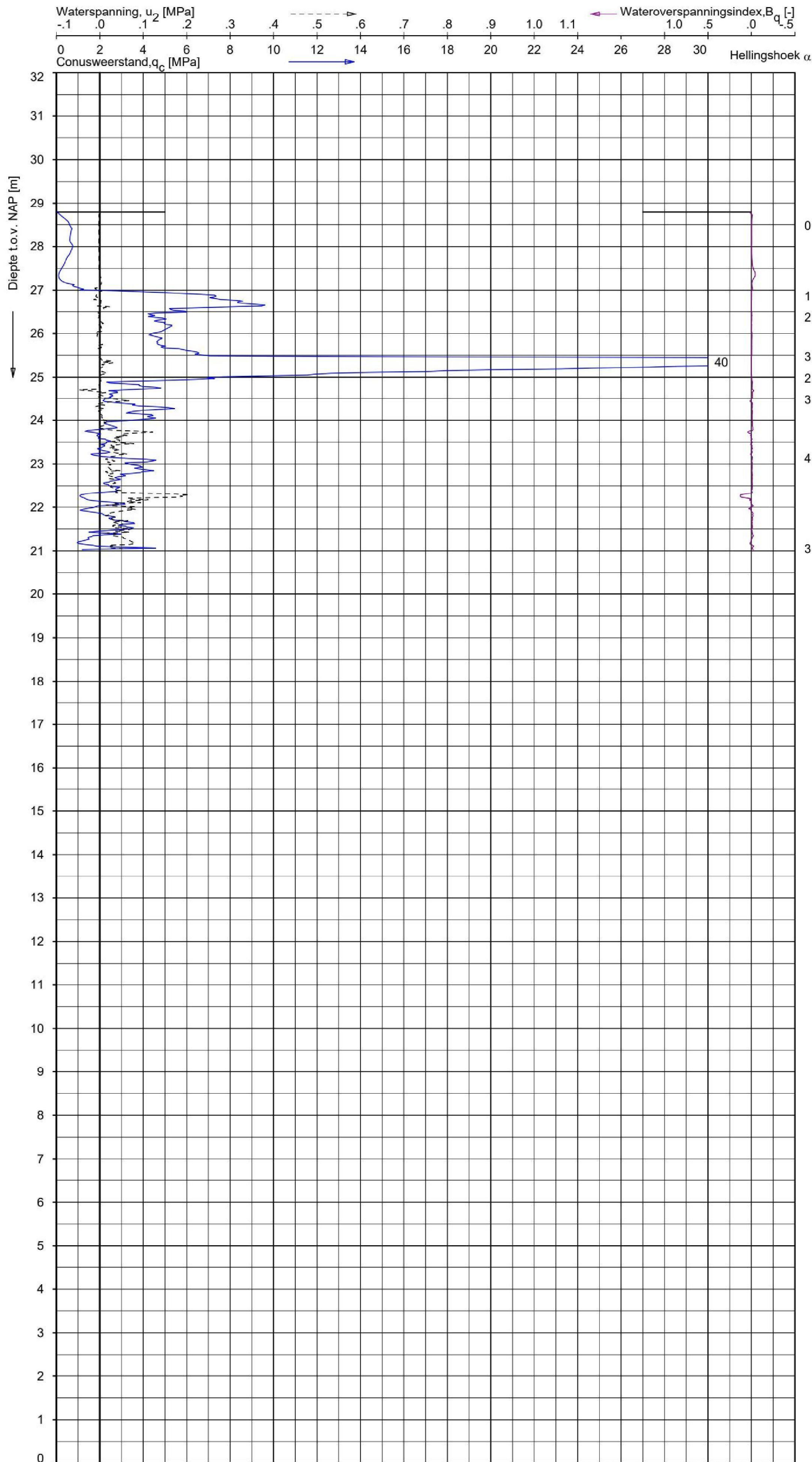


Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202178.6m Y= 456897.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : PJG d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.79m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683 Toepassingsklasse 2 Test type TE2
 Conustype: A_c = 1510mm²; A_s = 19895mm²

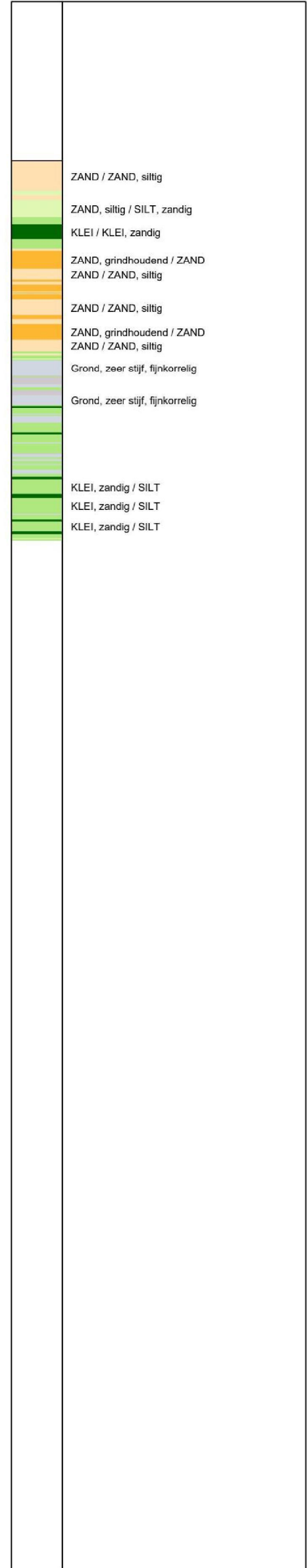
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP117



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

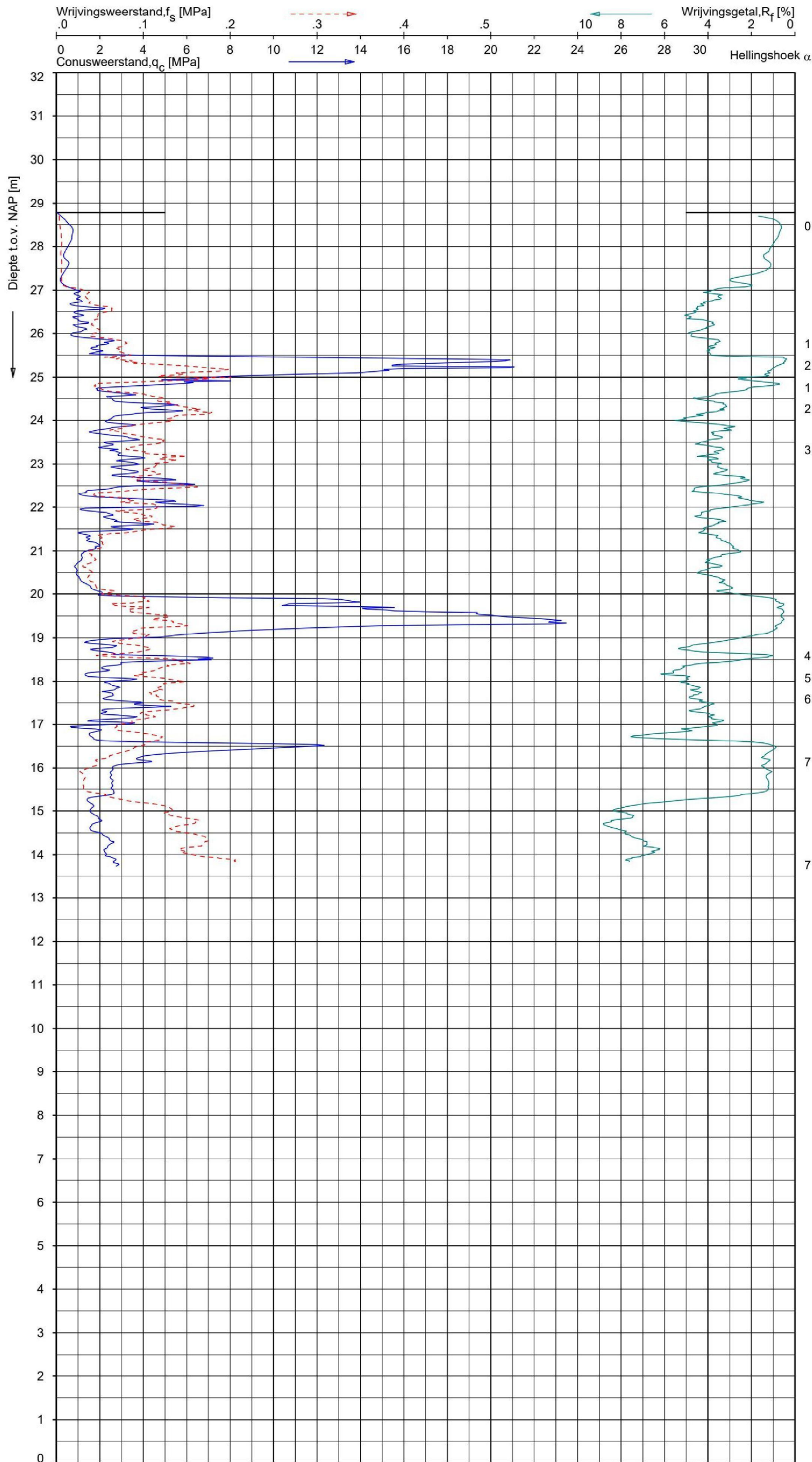


Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202178.6m Y= 456897.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : PJG d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.79m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683 Toepassingsklasse 2, Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

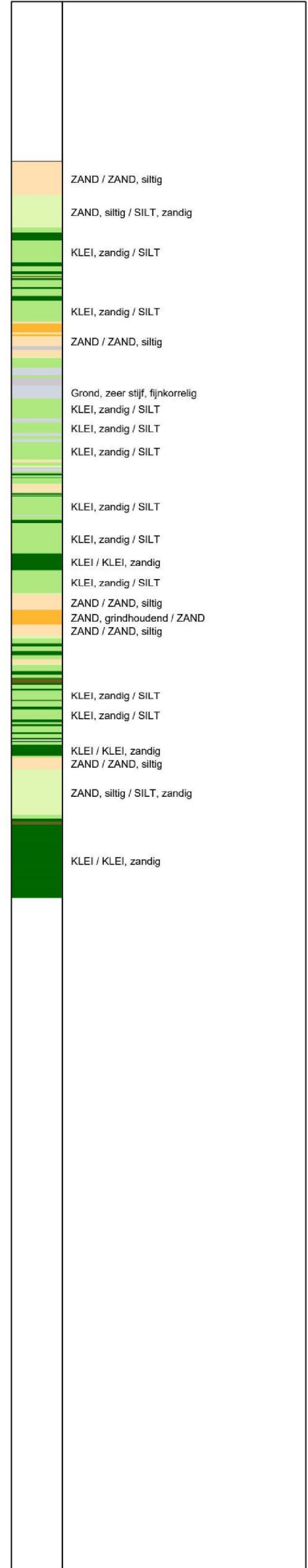
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP117



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

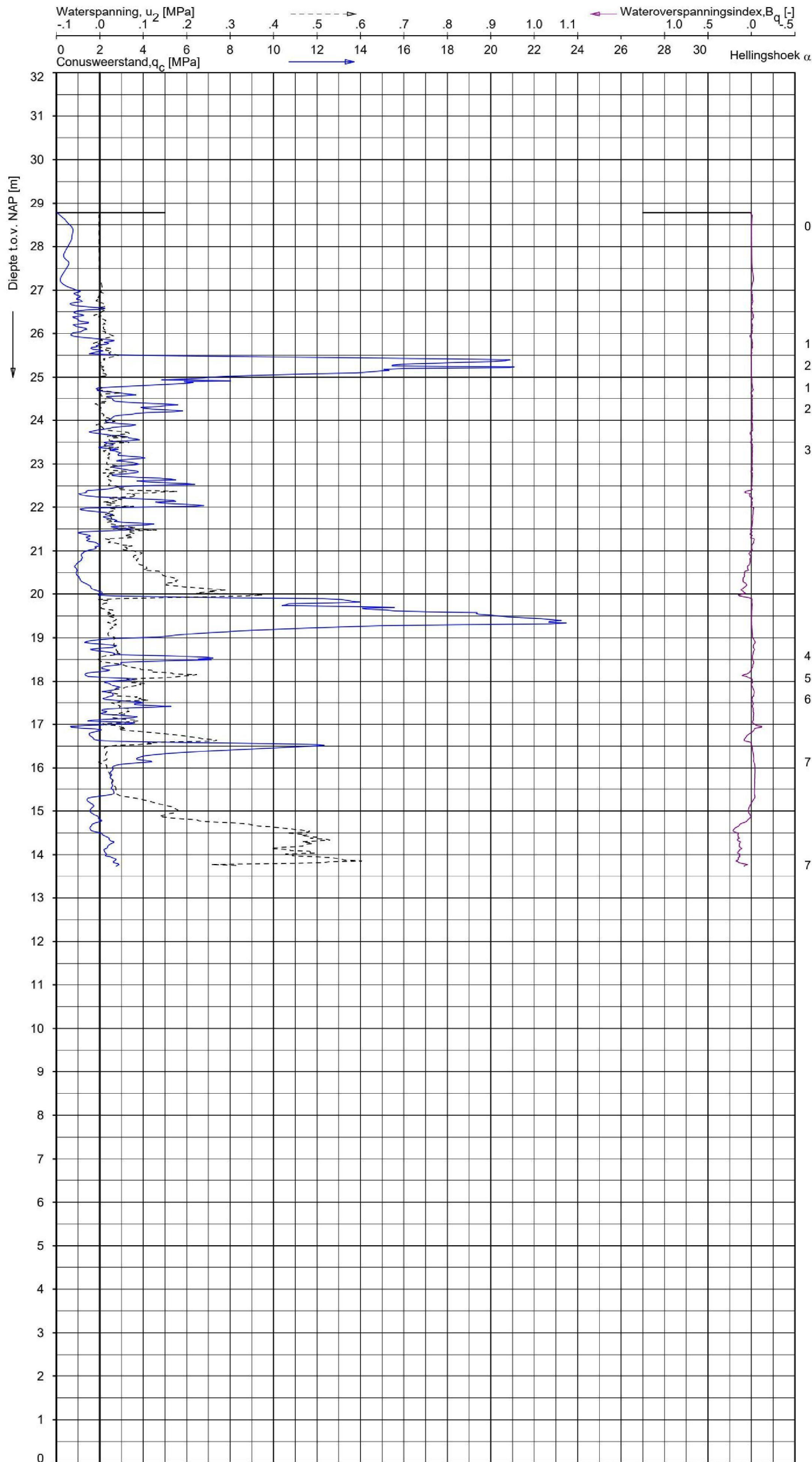


Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202177.5m Y= 456896.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LM d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.78m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

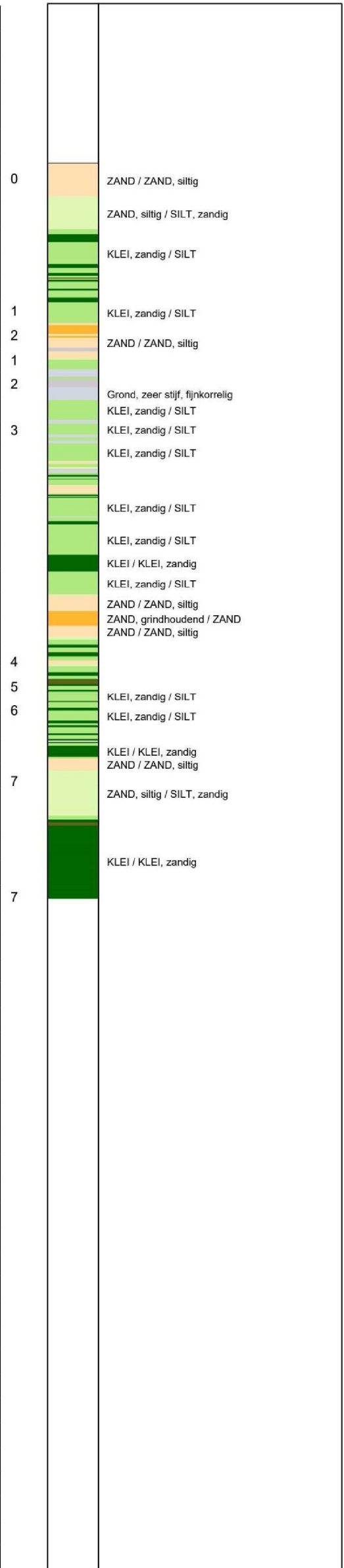
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP117A





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

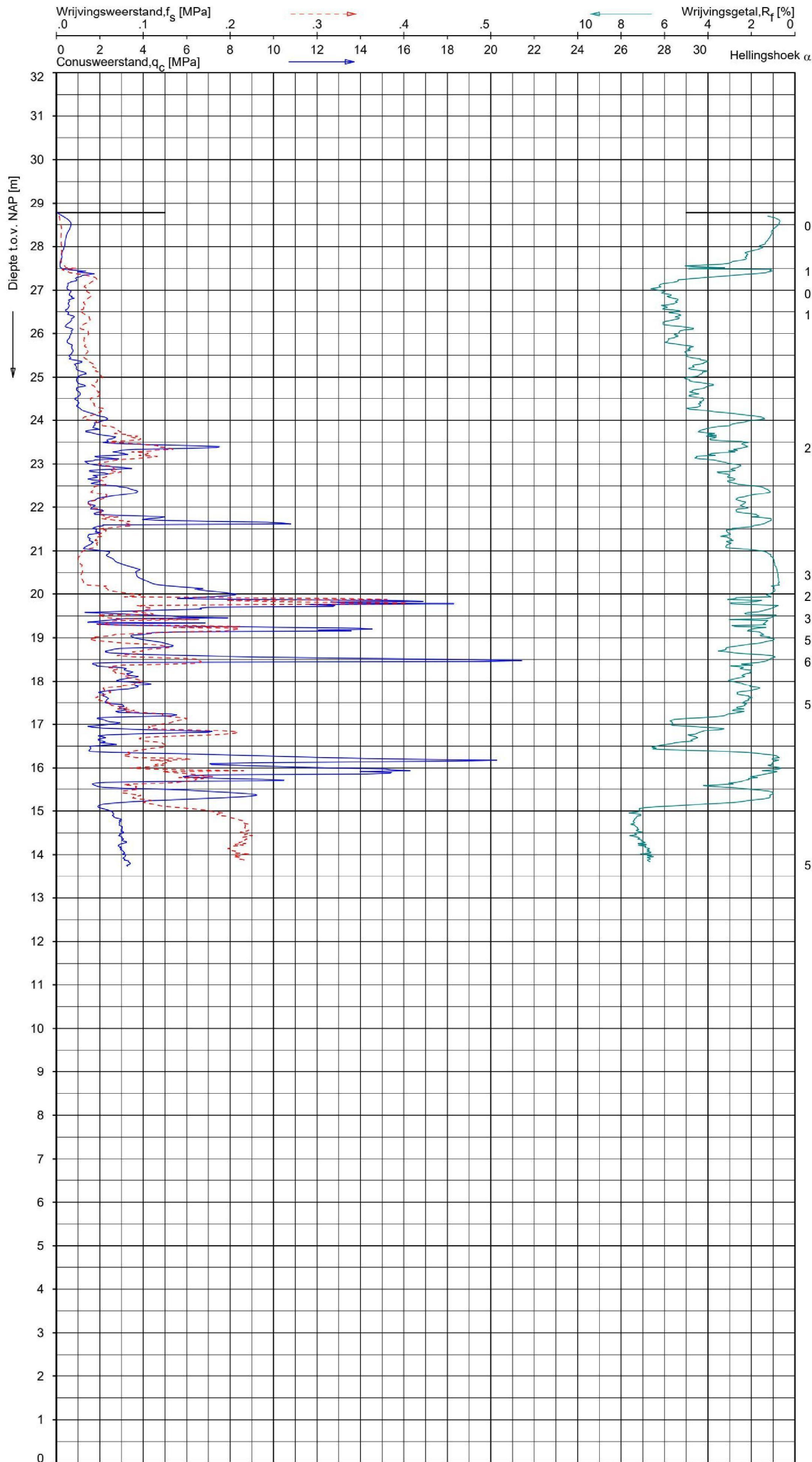


Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202177.5m Y= 456896.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LM d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.78m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conus type: A_c = 1510mm²; A_s = 19895mm²

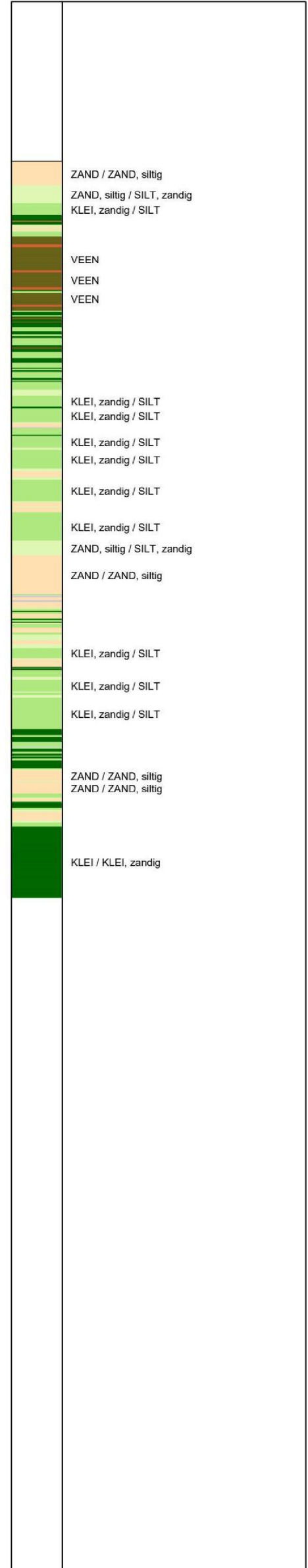
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP117A



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

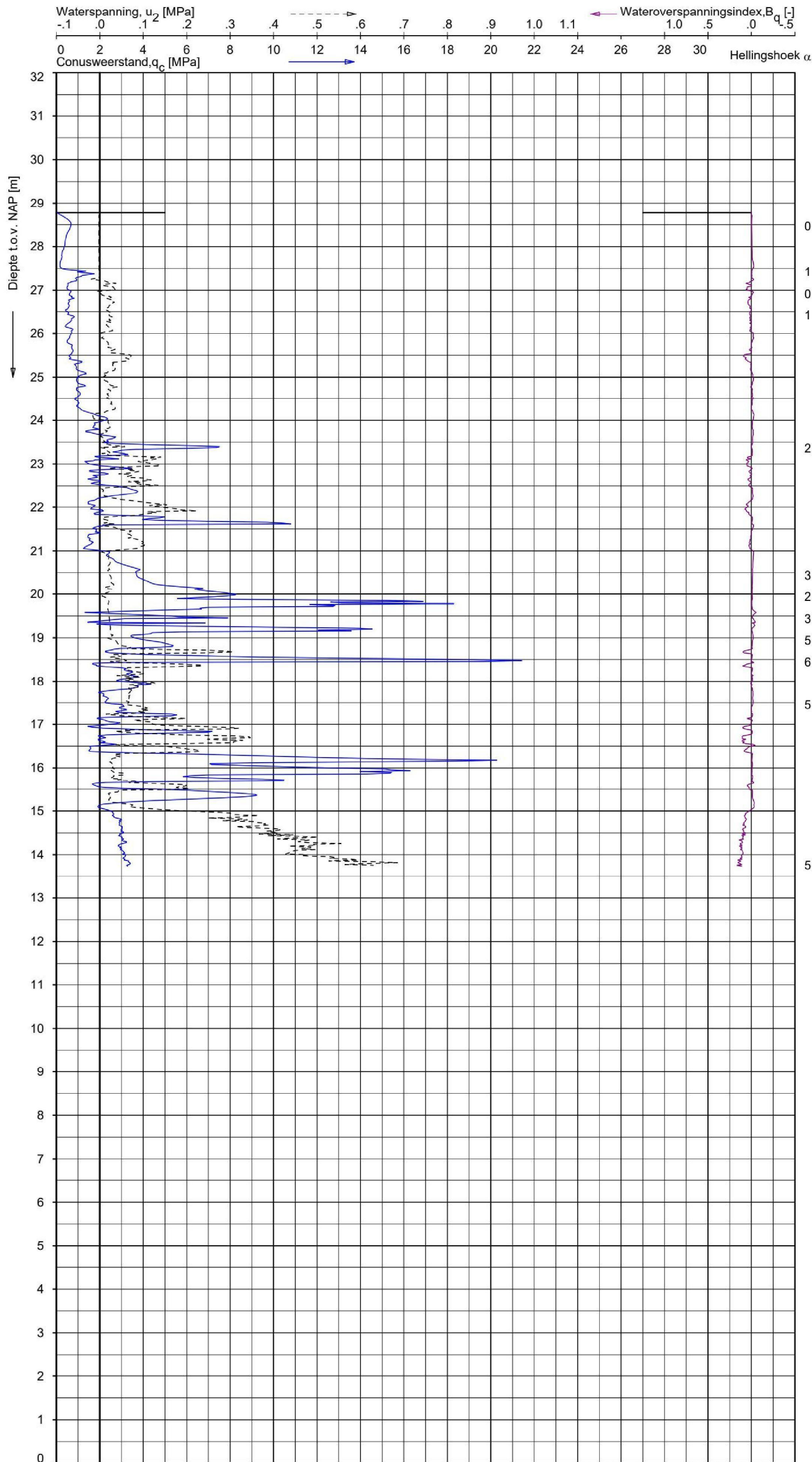


Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202246.6m Y= 456953.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : PJG d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.78m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683 Toepassingsklasse 2, Test type TE2
 Conus type: A_c = 1510mm²; A_s = 19895mm²

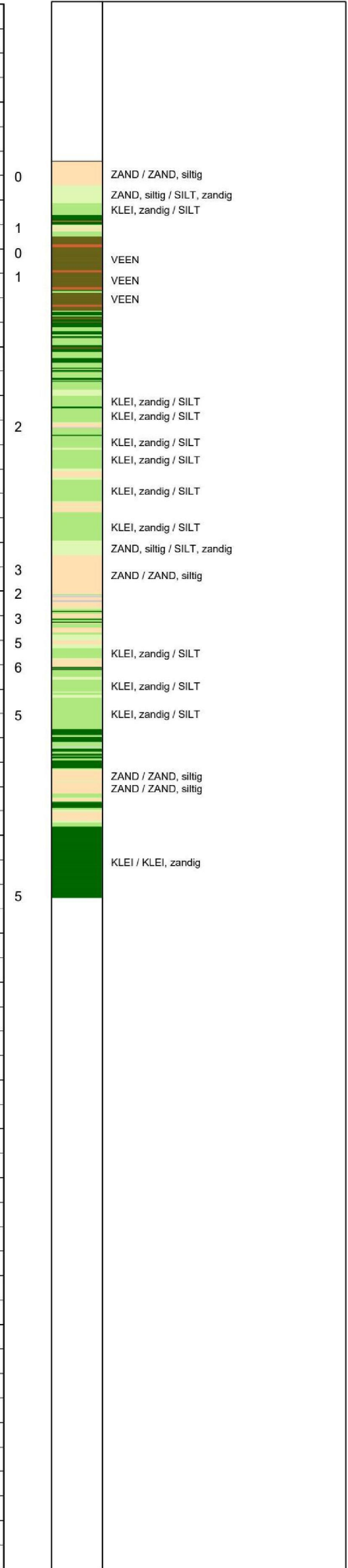
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP120



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



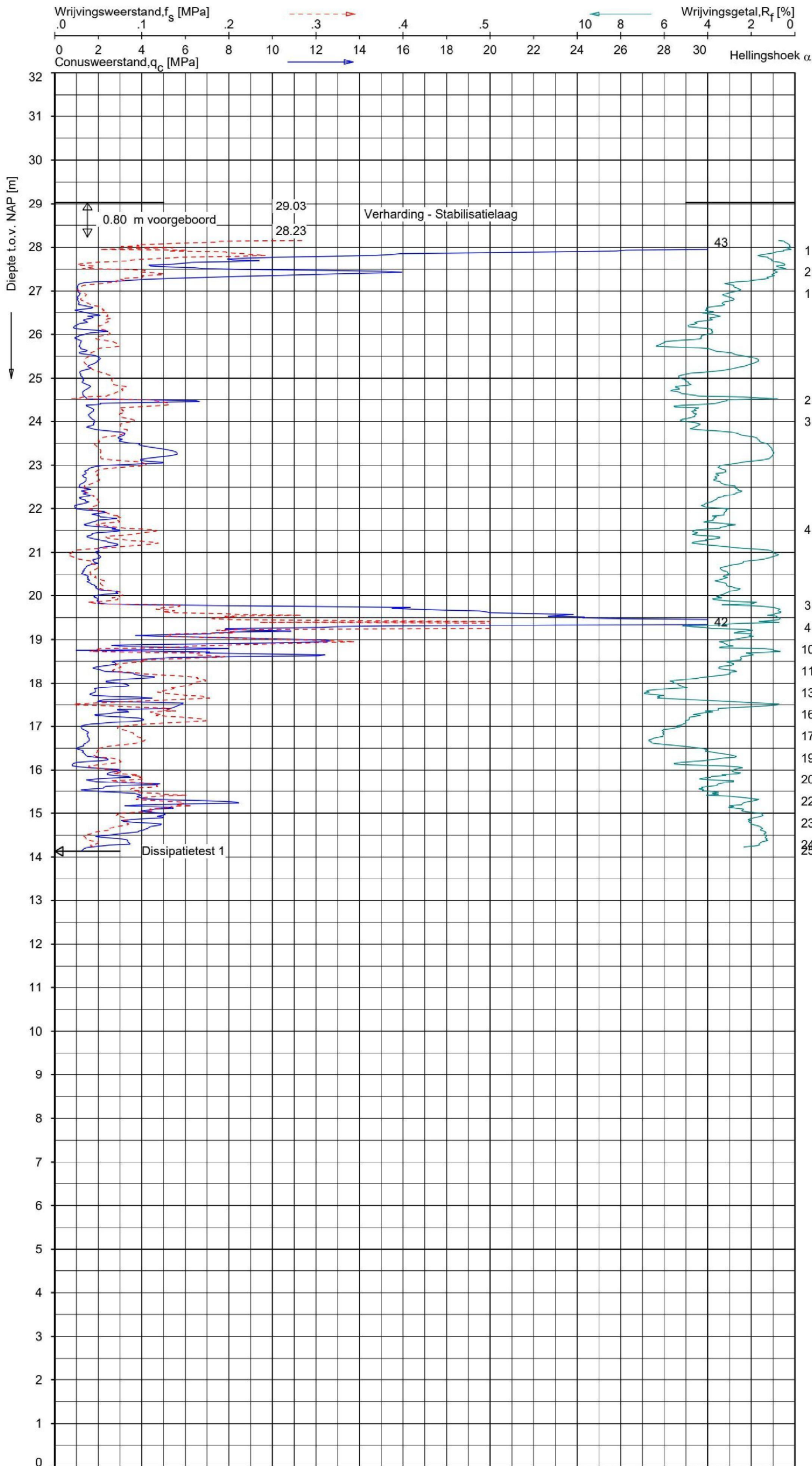
Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X= 202246.6m Y= 456953.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : PJG d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.78m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683 Toepassingsklasse 2. Type TE2
 Conustype: $A_c = 1510\text{mm}^2$; $A_s = 19895\text{mm}^2$

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

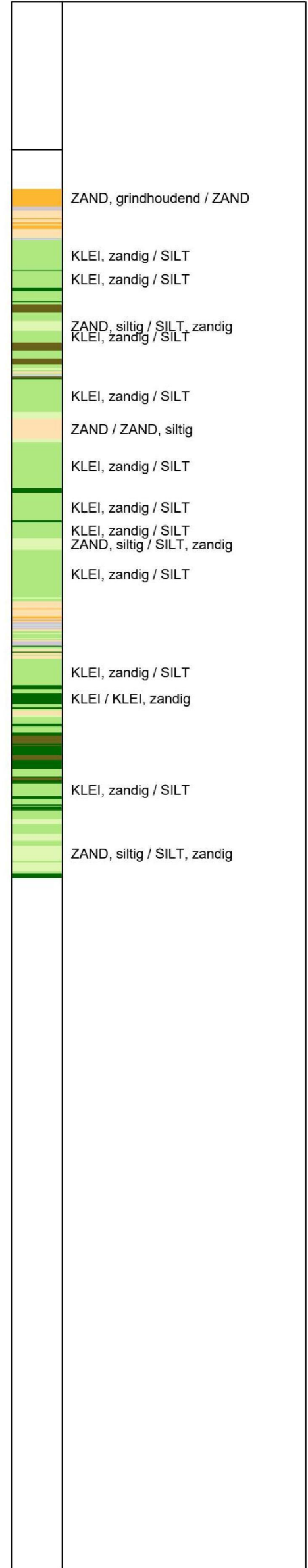
PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP120





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

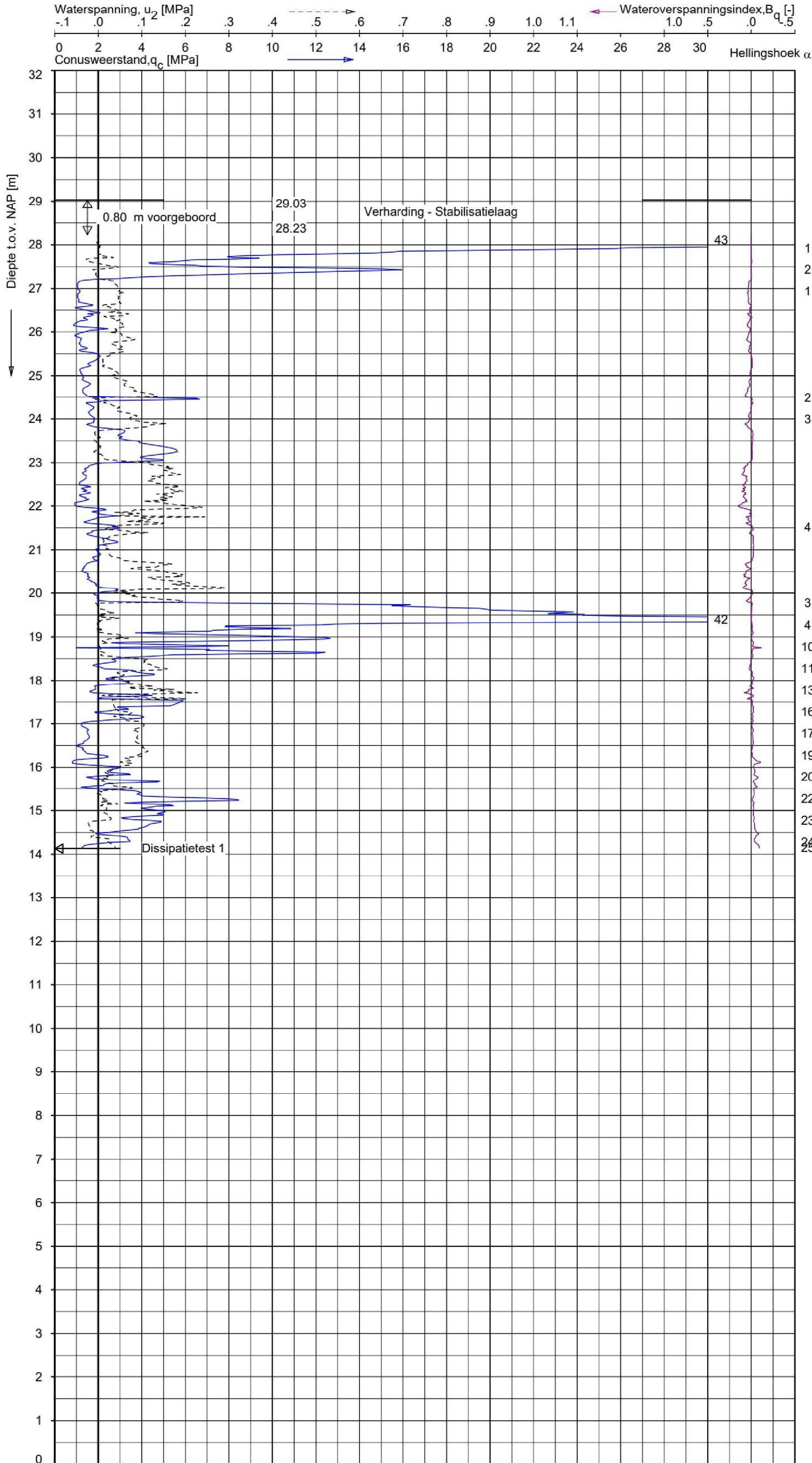


Opdr.: EW d.d. 30-nov-2022 Coord.: X= 202321.3m Y= 457013.2m Systeem: RD
 Get.: GBO d.d. 09-dec-2022 MV = NAP +29.03m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2756
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

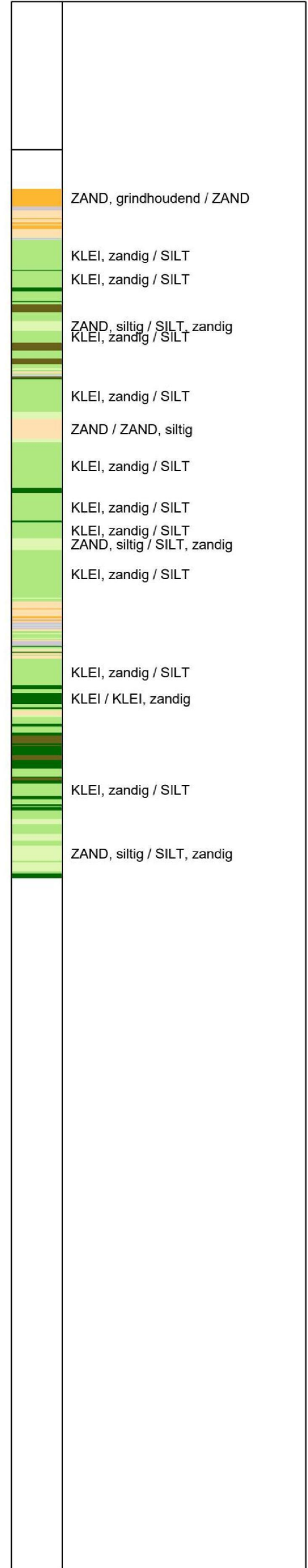
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2422-222739
 Sond. DKMP121



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

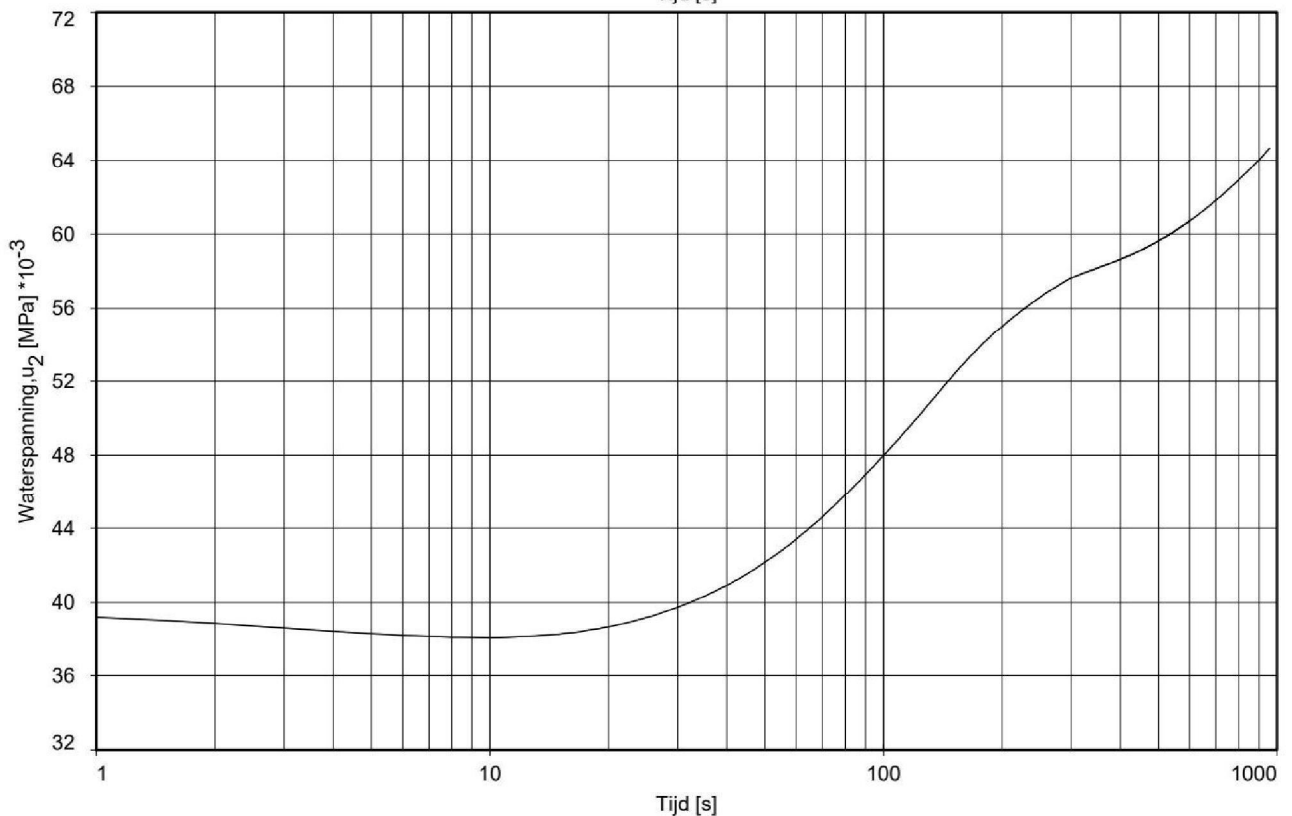
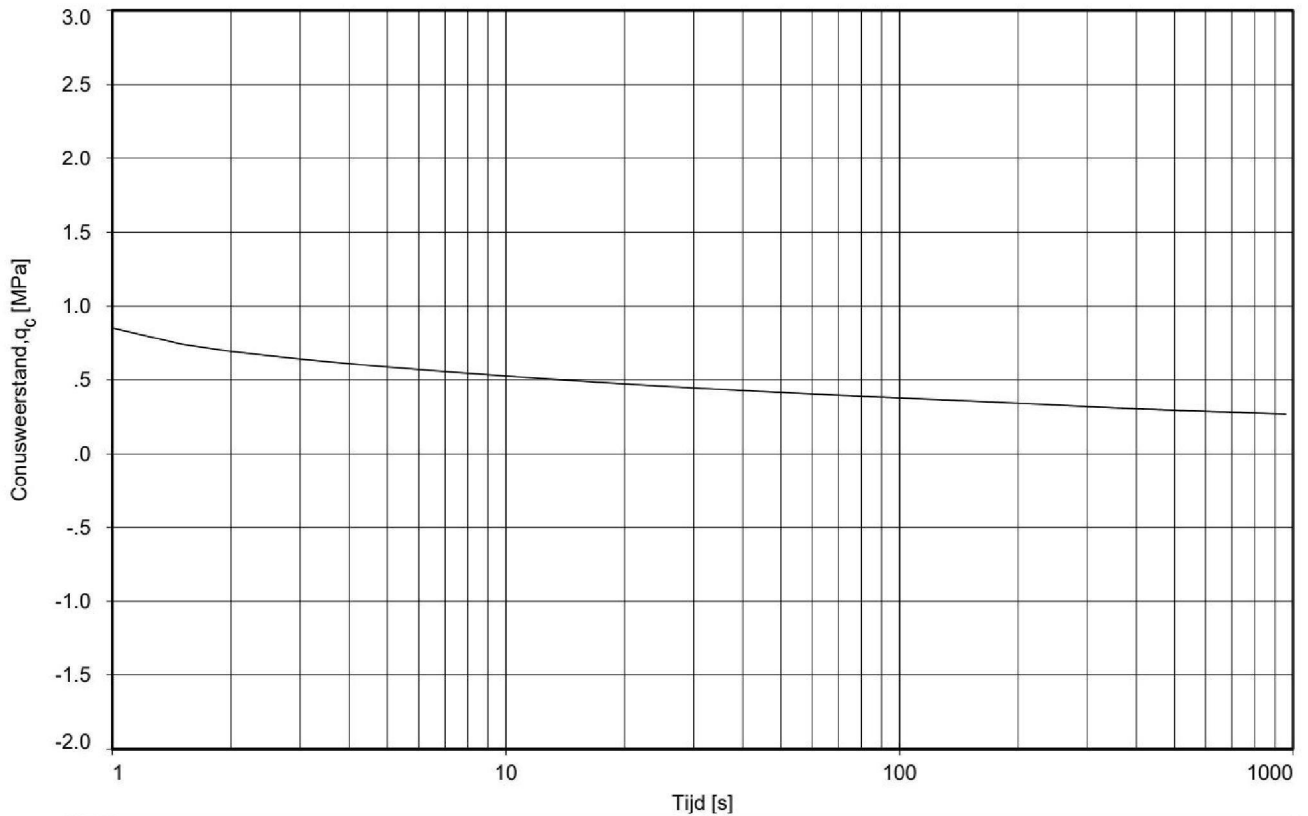


Opg. : EW d.d. 30-nov-2022 Coord.: X= 202321.3m Y= 457013.2m Systeem: RD
 Get. : GBO d.d. 5.1.2e 5.1.2e +29.03m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2756
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2422-222739
 Sond. DKMP121



Dissipatietest nummer	: 1		
Dissipatietest diepte	: NAP	14.13 m	MV = NAP +29.03m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.039	MPa	Opg. : EW d.d. 30-nov-2022
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.065	MPa	Get. : GBO d.d. 09-dec-2022

DISSIPATIETEST

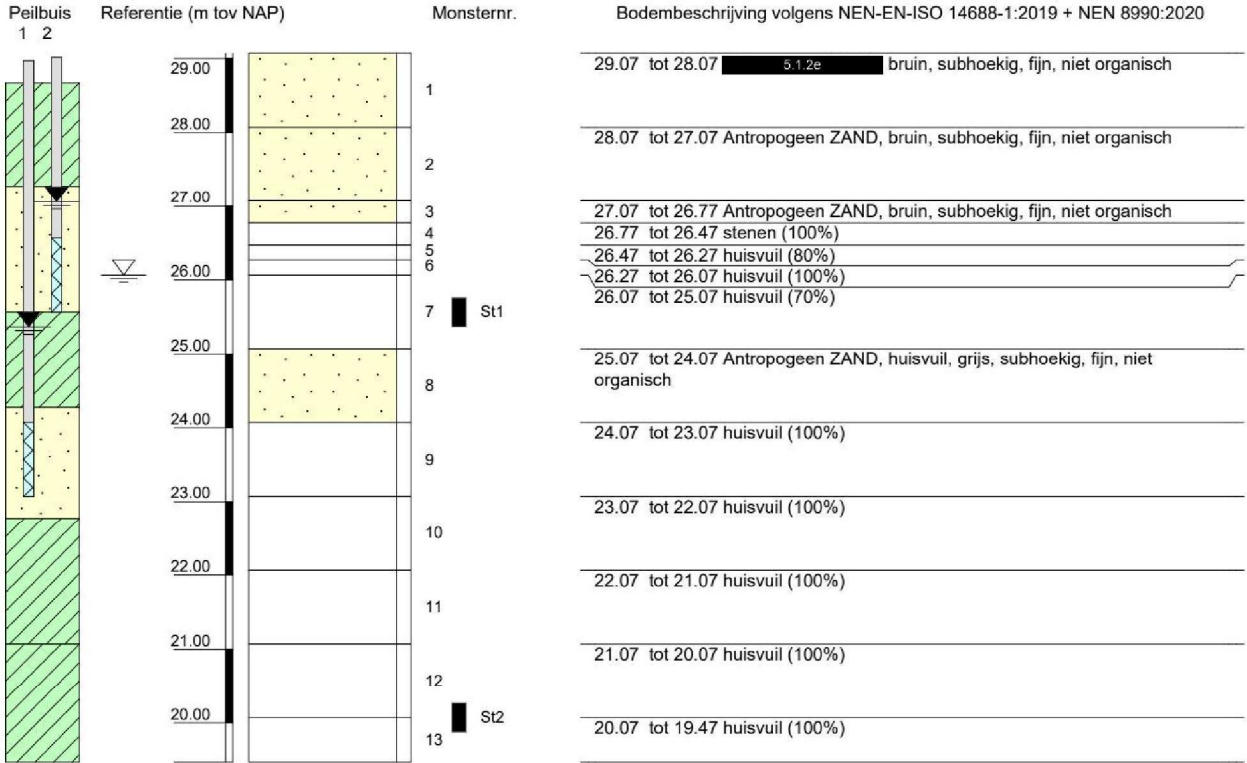
PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2422-222739
Sond. DKMP121



Boring: B01

Veldidentificatie



Versie 2020-08

Algemene opmerking:

X: 202106.4

Y: 456840.1

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 26.07

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 29.07

bk PB1 (m tov NAP): 28.97

bk PB2 (m tov NAP): 29.01

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvoelstof:

WS PB1 (m tov NAP): 25.37

WS PB2 (m tov NAP): 27.06

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 30-05-2023

Boormeester: MBV

Geïdentificeerd door: MBV

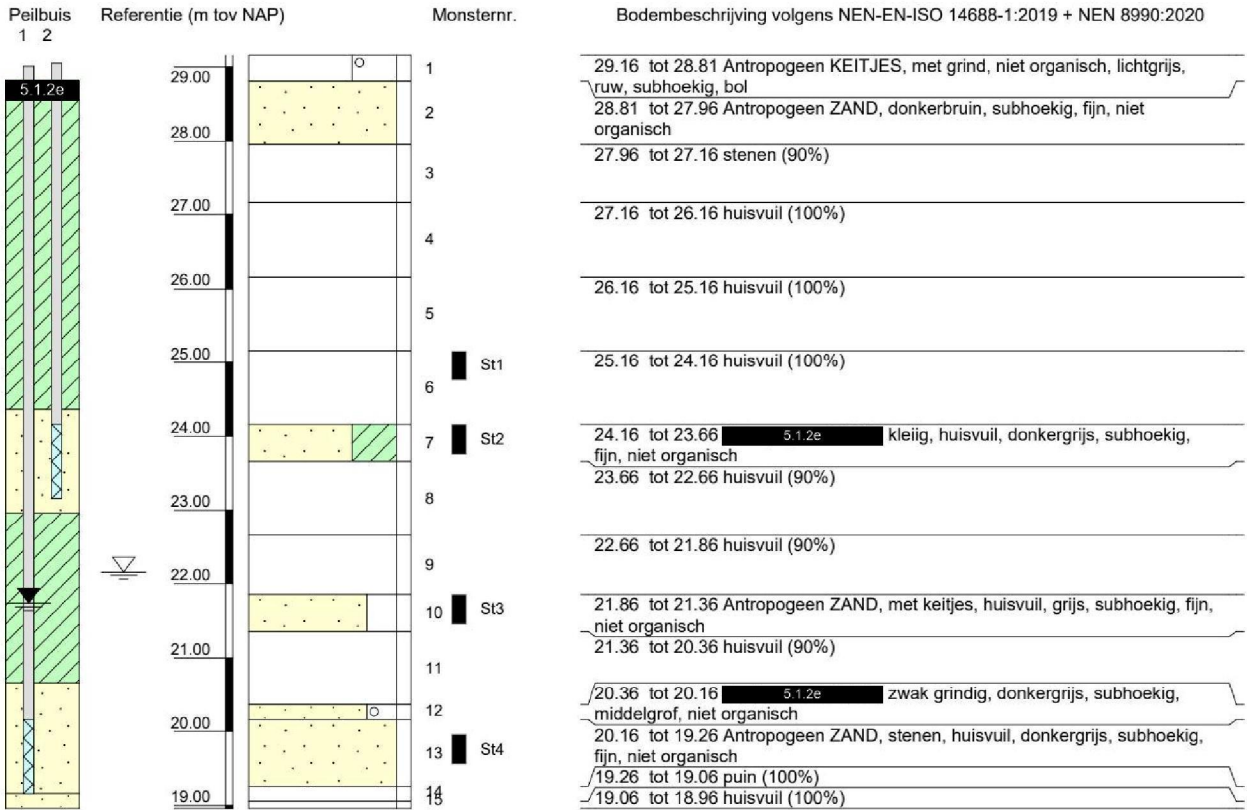
BORING VOLGENS ISO22475d1v2021

Project aan de Doonweg te Eerbeek

2423-234198

Boring: B02

Veldidentificatie



Versie 2020-08

Algemene opmerking:

X: 202247.0

Y: 456953.4

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 22.16

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 29.16

bk PB1 (m tov NAP): 29.01

bk PB2 (m tov NAP): 29.05

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): 21.74

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 01-06-2023

Boormeester: MBV

Geïdentificeerd door: MBV

BORING VOLGENS ISO22475d1v2021

Project aan de Doonweg te Eerbeek

2423-234198

Toelichting geotechnisch onderzoek

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 door middel 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 geïdentificeerd. Als er laboratoriumonderzoek volgt na het veldwerk, worden in het laboratorium de monsters gedetailleerd geïdentificeerd en/of geïdentificeerd. Bij eventuele verschillen tussen de veld- en laboratorium-identificatie is de laboratoriumidentificatie bepalend.

Op het beschrijven van grond is de NEN-EN-ISO 14688-1 of NEN 5104 van toepassing. Op de boorstaat staat aangegeven welke NEN Norm gehanteerd is.

(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 9001:2015 en VCA ** 2008/5.1.

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 teruggetrokken. 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. Onderzoek* 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

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

plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal nR_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.*

Tabel 1: Wrijvingsgetal per grondsoort

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, 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 5.1.2e [1990][†], 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 ingangsparementers.

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

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

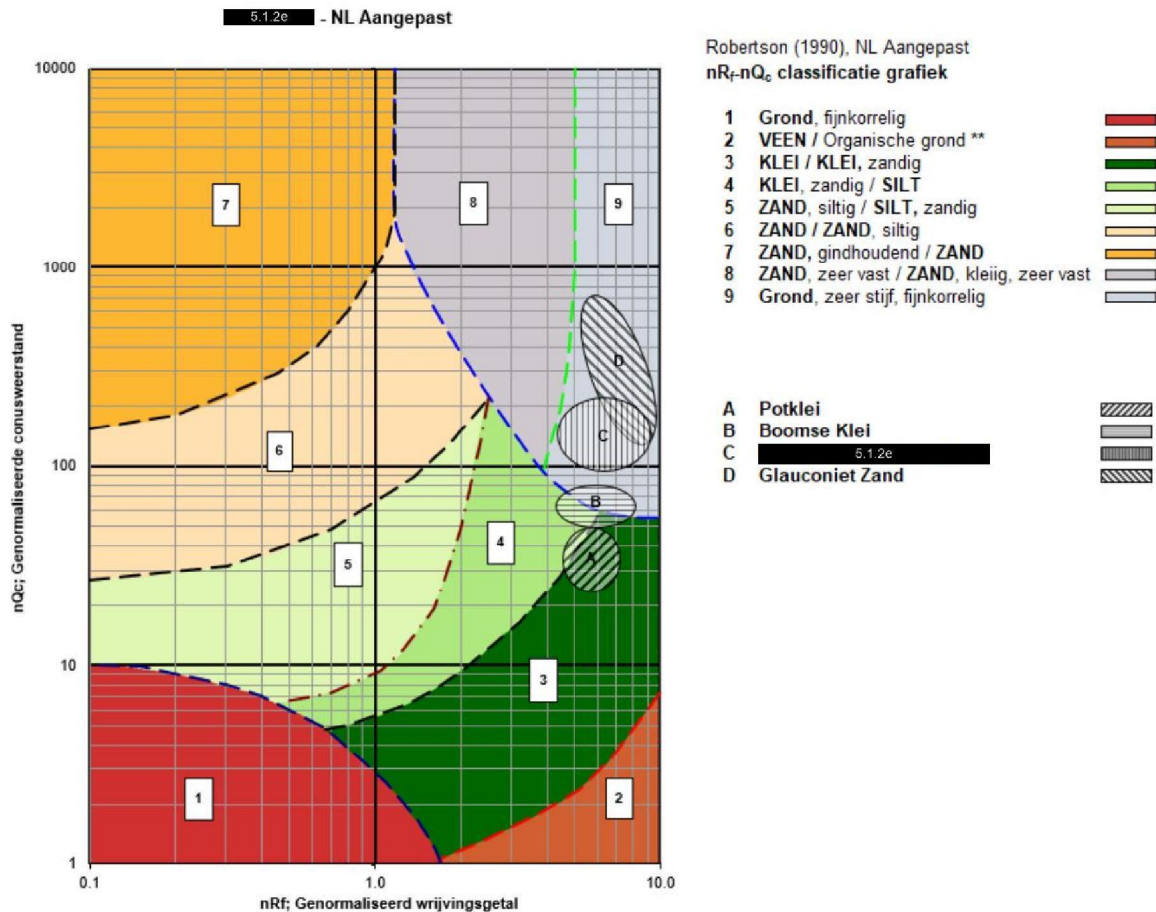
Vergelijking 2

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

[†] 5.1.2e [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-158

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van **5.1.2e** [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;
- 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 geïnterpreteerd.



** In Nederland is dit meestal VEEN. Op basis van boorgegevens en/of geologische gegevens kan nader onderscheid worden gemaakt in het type organische grond

Figuur 1: **5.1.2e** (1990), aangepast voor Nederlandse grondsoorten

Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiëthoudend 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.

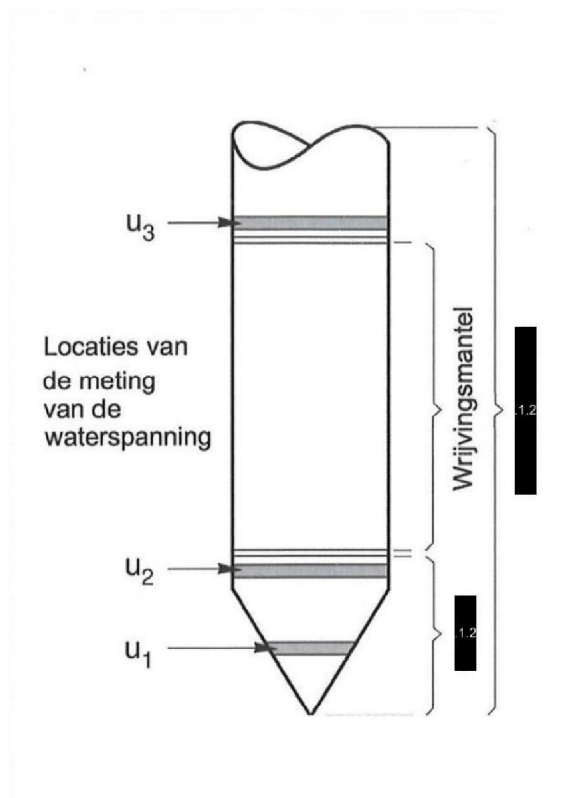
Tabel 2: Overzicht andere conustypen met toepassingsmogelijkheden

Type meting	Meetresultaten	Toepassingsmogelijkheden
Waterspanning	Waterspanning ter plaatse van de punt	<ul style="list-style-type: none"> ■ registreren waterremmende lagen; ■ indicatie stijghoogte grondwater; ■ classificatie / gelaagdheid bodem.
Magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	<ul style="list-style-type: none"> ■ blindgangeronderzoek; ■ onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers); ■ onderzoek paalpuntniveau / schoorstand funderingspalen; ■ onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden.
Geleidbaarheid	Elektrische geleiding grond en grondwater	<ul style="list-style-type: none"> ■ indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens; ■ onderzoek verspreiding verontreiniging.
Temperatuur	Temperatuurmeting op verschillende diepten	<ul style="list-style-type: none"> ■ warmteoverdracht in de bodem; ■ bepaling temperatuurgradiënt.
Schuifgolfsnelheid (seismisch)	Dynamische bodemparameters op verschillende diepten	<ul style="list-style-type: none"> ■ machinefunderingen; ■ windturbinefunderingen.
Versnelling	Versnellingen op verschillende diepten	<ul style="list-style-type: none"> ■ heitringingen; ■ verkeerstrillingen
MIP (Membrane Interface Probe)	Verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	<ul style="list-style-type: none"> ■ bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (Rapid Optical Screening Tool)	Verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	<ul style="list-style-type: none"> ■ bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen
HPT (Hydraulic Profiling Tool)	Doorlatendheid	<ul style="list-style-type: none"> ■ niet-stationaire grondwatermodellen ■ ontwerp bemalingen; ■ onderzoek infiltratiecapaciteit (DSI); ■ beoordeling pipinggevoeligheid dijken.

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 1). 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 1: Schematische weergave sondeerconus met meting van waterspanning

Uitvoeringswijze

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontvlucht 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 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.

Wateroverspanningsindex 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, rekening houdend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \frac{\beta \cdot (u_1 - u_0)}{q_{net}}$$

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_t = $q_c - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand
- q_t = $q_c + (1 - a) \cdot \{\beta(u_1 - u_0) + u_0\}$ voor een filter in de conuspunt
- q_t = $q_c + (1 - a) \cdot u_2$ 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 tabel 3 gegeven.

Tabel 3: β -factor per grondsoort

Grondgedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 – 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 – 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0,0* – 0,3
Silt, samendrukbaar	0,5 – 0,6
Silt, vast en dilatant gedrag	0,0* – 0,2
Zand, siltig, los gepakt	0,2 – 0,4
Opmerking: * = 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 tabel 4.

Tabel 4: Overzicht toepassingsclassen *EN-ISO 22476-1*






























Toepassing-klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort	Interpretatie
1	TE2	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conusweerstand ■ Mantelwrijving ■ 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	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conusweerstand ■ Mantelwrijving ■ 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	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conusweerstand ■ Mantelwrijving ■ 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	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conusweerstand ■ Mantelwrijving ■ Sondeerlengte 	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*
Opmerking: 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 MPa \cdot $q_c < 10$ MPa);				
	C	gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand 1,5 MPa \cdot $q_c < 3$ MPa) en zeer dichte zanden ($q_c > 20$ MPa);				
	D	zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3$ MPa) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20$ 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 uit *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 kalibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm voor het overgrote deel (>95%) in toepassingsklasse 2 vallen.

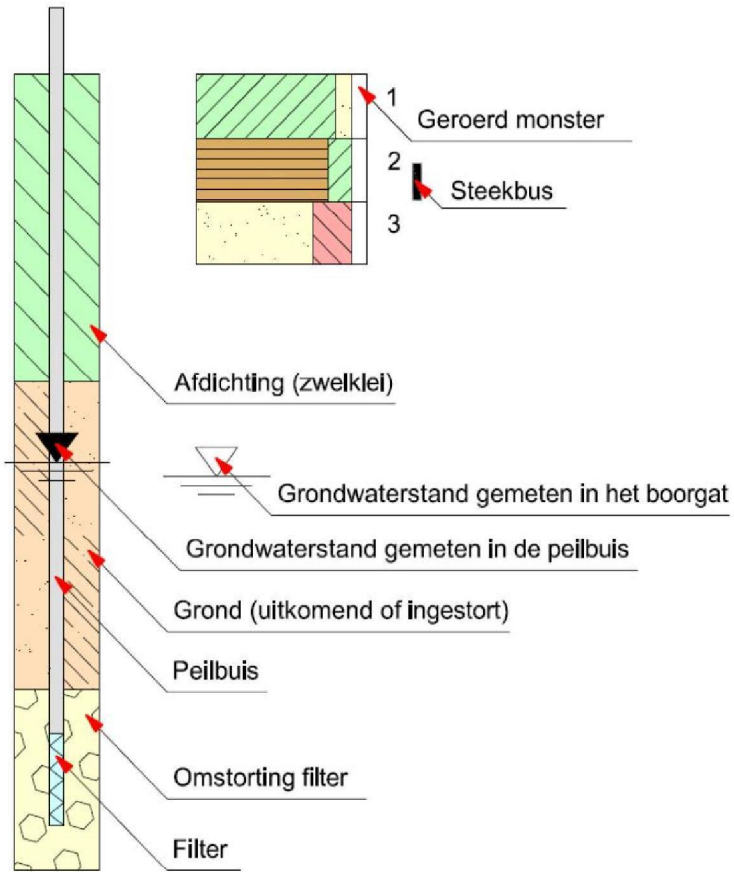
Voor sondering in toepassingsklasse 1 worden speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik toegepast. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van recente kalibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

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*.

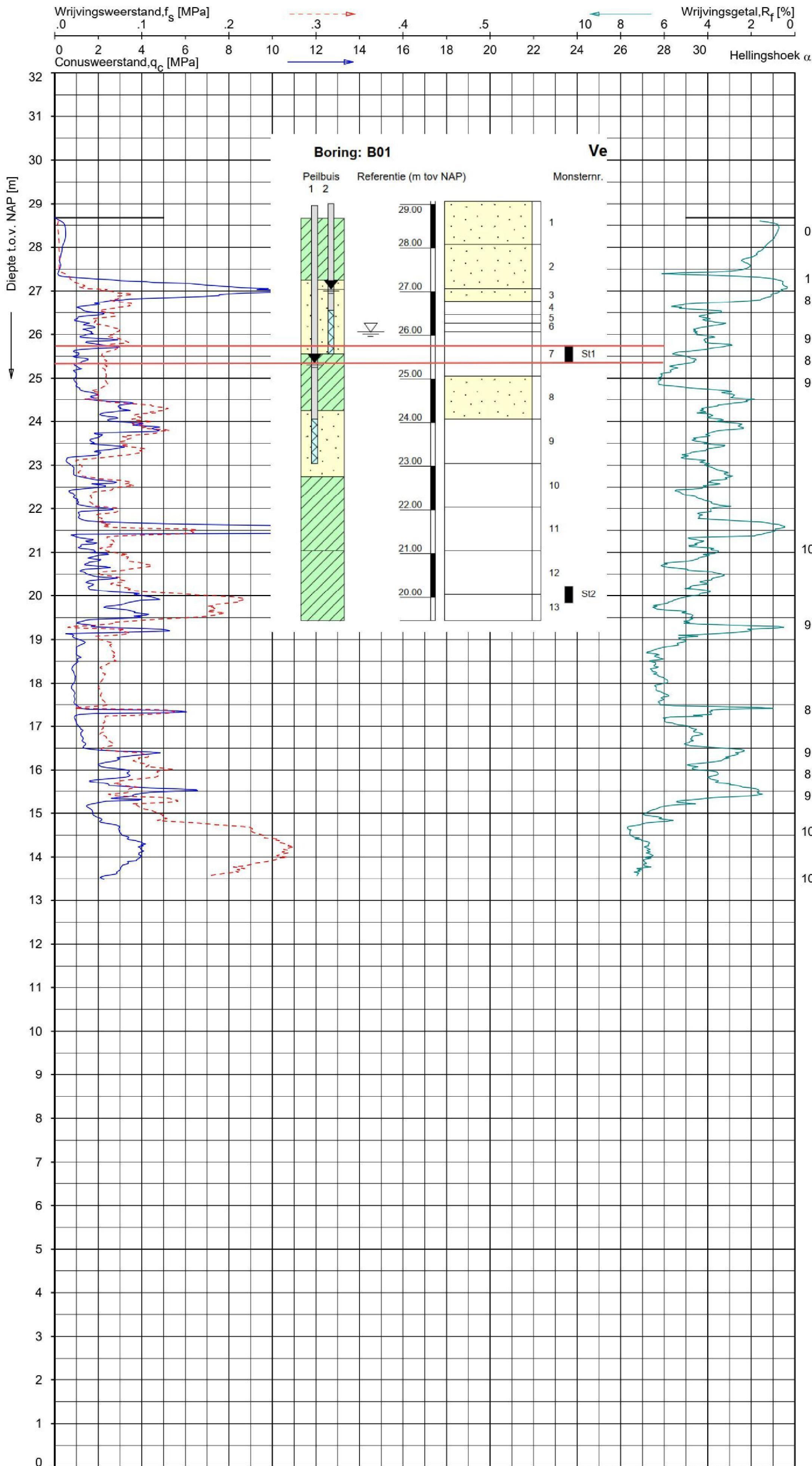
Legenda terreinproeven

Boringen / Peilbuizen	Sonderingen
 Handboring nog niet uitgevoerd	 Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
 Handboring uitgevoerd	 Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
 Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis	 Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
 Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen	 Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
 Mechanische boring nog niet uitgevoerd	 Slagsondering uitgevoerd
 Mechanische boring uitgevoerd	 Handsondering uitgevoerd
 Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis	 Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
 Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen	 Multigrondwatersondering uitgevoerd
 Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen	 Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
 Boring uitgevoerd door derden	 Sondering met bolconus uitgevoerd
 Boring uitgevoerd met peilbuis door derden	 Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
 Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd	 Waterspanningsmeter uitgevoerd
 Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd	 Sondering uitgevoerd door derden
	 Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
Overige symbolen	 Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
 Meetpunt	 Hellingmeterbuis uitgevoerd
 Hoogtemaat	
Type sonderingen	Toegevoegde metingen
D Diepsondering	KM Meting van de plaatselijke kleef
HS Handsondering	P Meting van de waterspanning
S Slagsondering	M Meting van de magnetische veldsterkte
	G Meting van de geleidbaarheid
	S Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
	T Meting van de temperatuur

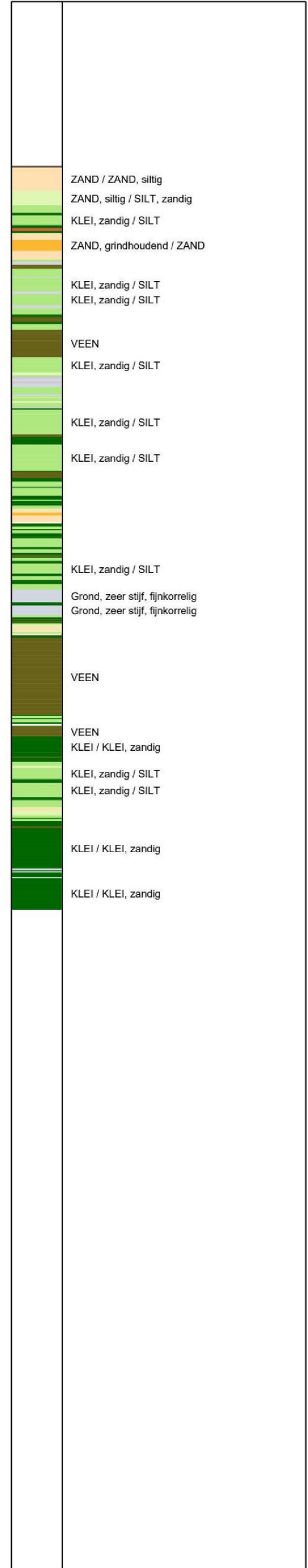
Peilbuis



Bijlage 2: Monsterdieptes



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

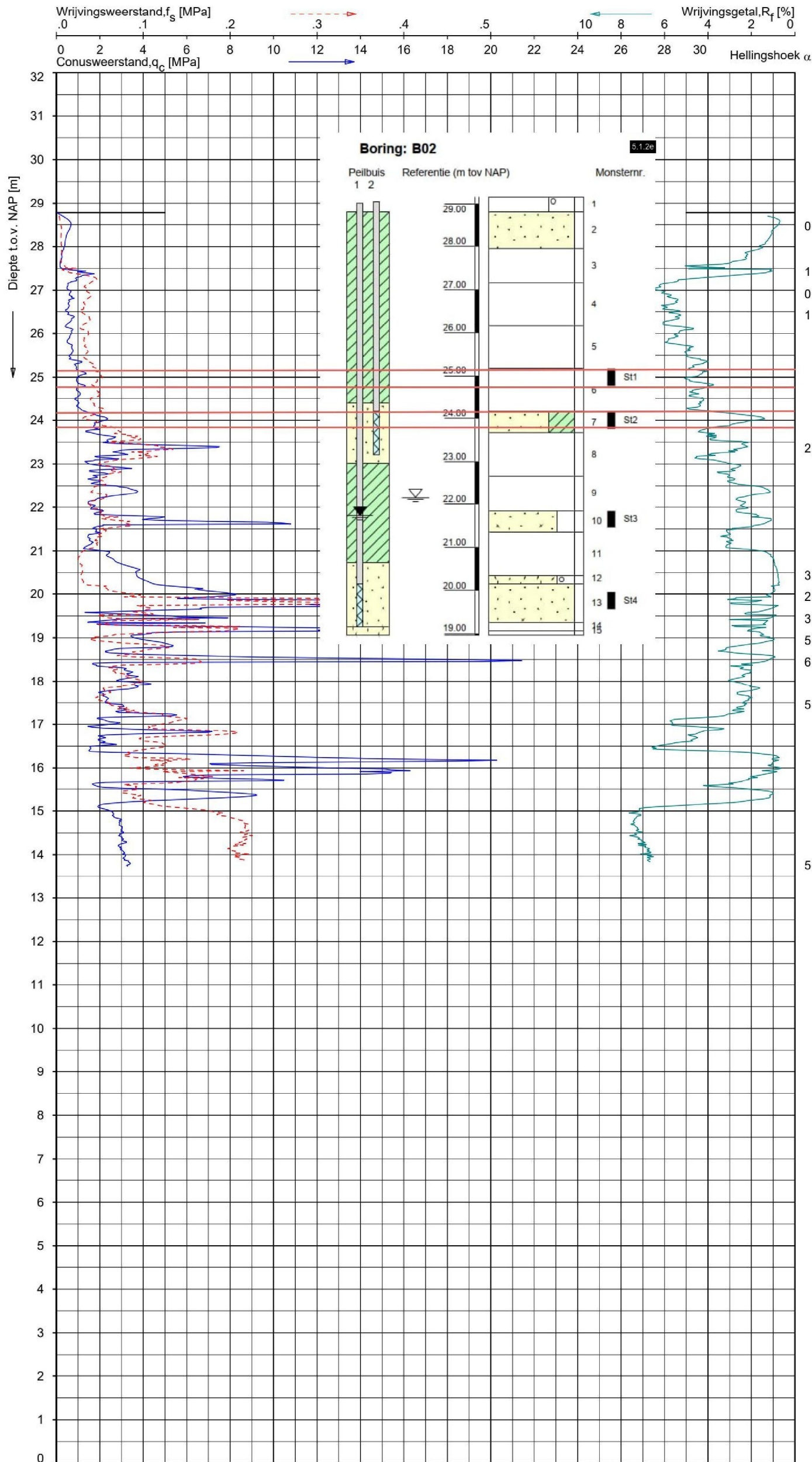


Opg. : RNB d.d. 22-mei-2023 Coord.: X=202109.0m Y=456841.9m Systeem: RD
 Get. : LM d.d. 5.1.2e 5.1.2e +28.68m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2683
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

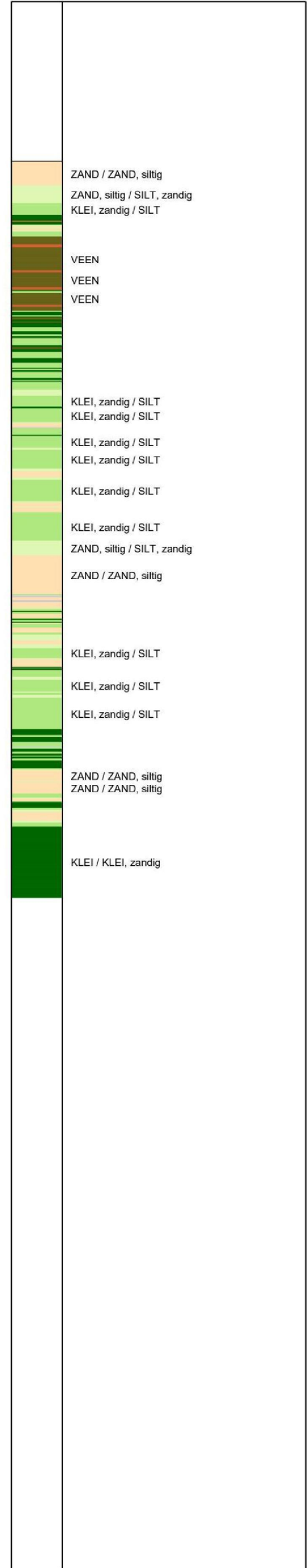
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP116



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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT AAN DE DOONWEG TE EERBEEK

Opdr. 2423-234198
 Sond. DKMP120

Bijlage 3: Triaxiaalproeven

RAPPORTAGE LABORATORIUMONDERZOEK

Project	Project aan de Doonweg te Eerbeek	Opdrachtnummer	2423-234198
Opdrachtgever	Sweco Nederland B.V.	Datum rapport	15-08-2023
Contactpersoon		Ontvangst monsters	05-06-2023
Monstername	Uitgevoerd door Fugro NL Land B.V. Afdeling Grondonderzoek		
Dit rapport bevat de resultaten van het in-situ- en/of laboratoriumonderzoek dat ten behoeve van bovengenoemd project is uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd door Fugro Laboratorium voor Geotechniek en Bouwstoffen. Eventueel uitbesteed onderzoek is duidelijk als zodanig gekenmerkt.			

Inhoudsopgave	Pagina
Voorblad onderzoeksrapport	1
Boorstaat lab identificatie [Q]	2 t/m 3
Volumiek gewicht / watergehalte [Q]	4
Triaxiaalproef CAU [Q]	5 t/m 16
Monsteroverzicht	17

OPMERKINGEN:
 Het Fugro Laboratorium voor Geotechniek en Bouwstoffen is een door de RvA (Raad van Accreditatie) geaccrediteerd Laboratorium (L034) conform ISO 17025, te raadplegen via <https://www.rva.nl/geaccrediteerdeorganisaties/alle-geaccrediteerden>.
 Alle testen die onder deze accreditatie zijn uitgevoerd worden aangeduid met "Q".

Tenzij anders aangegeven hebben verwijzingen naar RAW proefnummers betrekking op de Standaard RAW Bepalingen 2020.

Het rapport mag niet anders dan in zijn totaliteit worden gereproduceerd.

Dit rapport bevat de resultaten van het in-situ- en/of laboratoriumonderzoek dat ten behoeve van bovengenoemd project is uitgevoerd. Eventueel uitbesteed onderzoek is duidelijk als zodanig gekenmerkt.

Op deze rapportage zijn de afspraken van toepassing zoals opgenomen in de Algemene Uitvoeringsvoorwaarden Laboratorium welke op verzoek beschikbaar zijn.

De resultaten in dit rapport gelden alleen voor de geteste monsters zoals deze door het Fugro Laboratorium voor Geotechniek en Bouwstoffen zijn ontvangen.

De door de klant aangeleverde gegevens zullen herkenbaar worden gerapporteerd. Daar waar in de rapportage wordt aangegeven dat de monstername is uitgevoerd door de opdrachtgever [Monstername] Door Opdrachtgever wordt bedoeld dat het monstermateriaal, monsternaamgeving en monstername datum is aangeleverd door de opdrachtgever, en als zodanig is overgenomen in de rapportage.

2423-234198-17-R01-v1.0-20230815.doc

Wanneer u naar aanleiding van de resultaten van dit rapport nog vragen heeft verzoeken wij u contact op te nemen met ondergetekende.

Wij vertrouwen erop u hiermee van dienst te zijn geweest en uw opdracht naar wens te hebben uitgevoerd.

Met vriendelijke groet,

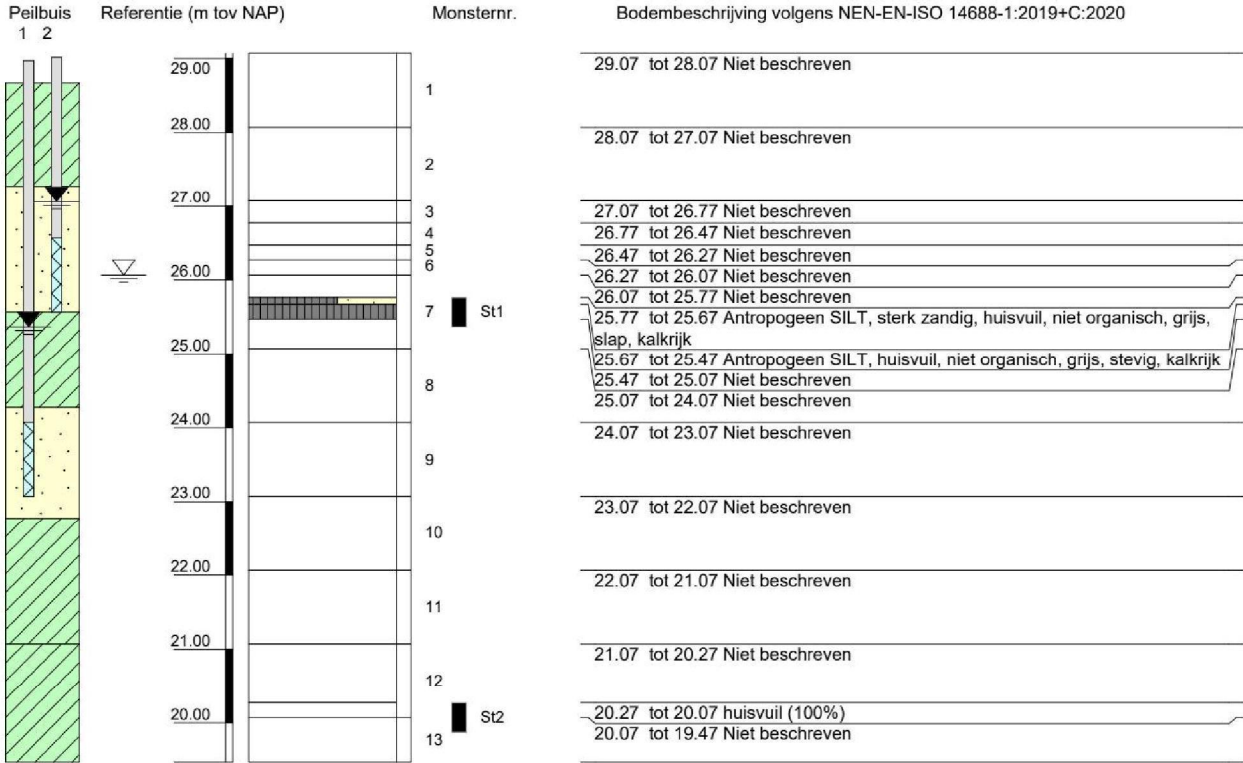
Fugro NL Land B.V.

5.1.2e
 Hoofdlaborant

5.1.2e

Boring: B01

Labidentificatie



Versie 2020-08

Algemene opmerking:

X: 202106.4

Y: 456840.1

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 26.07

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 29.07

bk PB1 (m tov NAP): 28.97

bk PB2 (m tov NAP): 29.01

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): 25.37

WS PB2 (m tov NAP): 27.06

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 30-05-2023

Boormeester: MBV

Datum identificatie laboratorium: 29-06-2023

Geïdentificeerd door: JCW

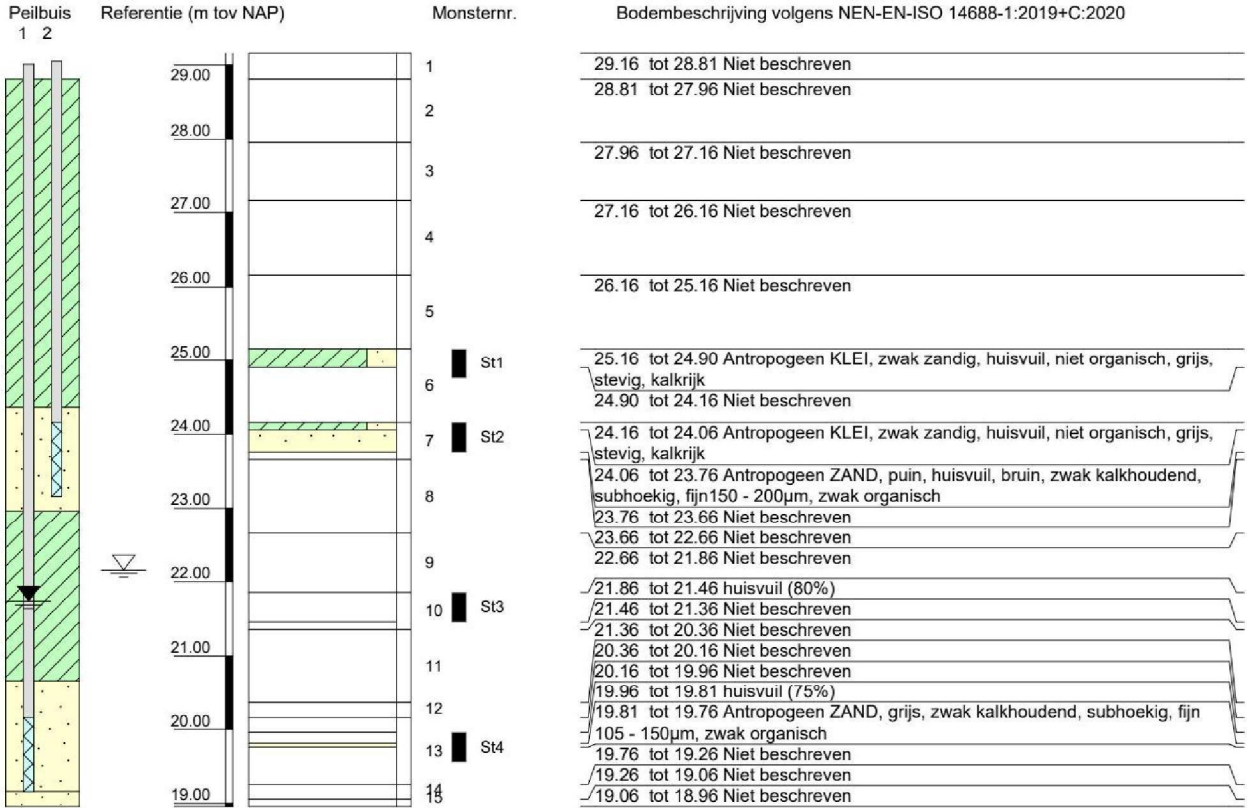
BORING VOLGENS ISO22475d1v2021

Project aan de Doonweg te Eerbeek

2423-234198

Boring: B02

Labidentificatie



Versie 2020-08

Algemene opmerking:

X: 202247.0

Y: 456953.4

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 22.16

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 29.16

bk PB1 (m tov NAP): 29.01

bk PB2 (m tov NAP): 29.05

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): 21.74

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 01-06-2023

Boormeester: MBV

Datum identificatie laboratorium: 29-06-2023

Geïdentificeerd door: JCW

BORING VOLGENS ISO22475d1v2021

Project aan de Doonweg te Eerbeek

2423-234198

ALGEMENE INFORMATIE

Boring	: B01	Proefstuk	: Ongeroerd
Monster	: St1	Monsterklasse	: 5
Diepte	: 25.57 m t.o.v. NAP	Test Methode	: CAU
Rek gecorrigeerd voor Kracht en celdruk		enkeltraps proef anisotroop geconsolideerd compressie proef	

VISUELE CLASSIFICATIE

ANTROPOGEEN SILT, huisvuil, grijs, niet organisch, stevig, kalkrijk

INITIELE EIGENSCHAPPEN	TRAP 1	TRAP 2	TRAP 3	
Hoogte	100.0			mm
Diameter	50.0			mm
Volumiek gewicht	14.6			kN/m ³
Droog volumiek gewicht	9.7			kN/m ³
Vochtgehalte	50.5			%
Ongedr. schuifsterkte C _u TV/PP	38.0/60.0	/	/	kN/m ²
B-factor	0.82			-
Dichtheid van het korrelmateriaal (Geschat)	2.65			t/m ³
NA VERZADIGING				
Verzadigingsspanning	300			kN/m ²
Droog volumiek gewicht	9.7			kN/m ³
Vochtgehalte	57.8			%
B-factor	0.97			-
NA CONSOLIDATIE				
Horizontale consolidatie spanning	27.0			kN/m ²
Verticale consolidatie spanning	60.2			kN/m ²
K _p -factor	0.45			-
Droog volumiek gewicht	10.7			kN/m ³
Vochtgehalte	48.9			%
AFSCHUIFFASE				
Axiale reksnelheid	1.0			%/uur
Bij maximale deviator spanning				
effectieve horizontale spanning	28.2			kN/m ²
effectieve verticale spanning	131			kN/m ²
Axiale rek	28.1			%
c _u	51.5			kN/m ²
Bij maximum hoofdspansingsverhouding σ_1'/σ_3'				
effectieve horizontale spanning	20.0			kN/m ²
effectieve verticale spanning	101			kN/m ²
Axiale rek	5.0			%
c _u	40.7			kN/m ²
EIND CONDITIES				
Bewijkvorm proefstuk	Opgestuikt			
Droge dichtheid	10.7			kN/m ³
Vochtgehalte	48.9			%

Opmerkingen:

- Proef uitgevoerd conform Deltares Protocol laboratoriumproeven voor grondonderzoek aan waterkeringen (versie 03, 25 mei 2016)
- Consolidatie volgens spanningsgestuurde tweetraps procedure conform Deltares Protocol laboratoriumproeven voor grondonderzoek aan waterkeringen (versie 03, 25 mei 2016)
- Monster aangevuld
- Monster kwaliteit slecht (plastic, spijkers, puin)
- Aangenomen waarde deeltjes dichtheid.

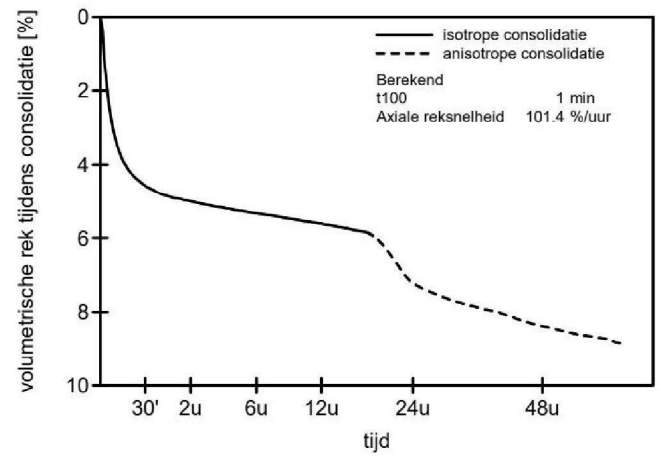
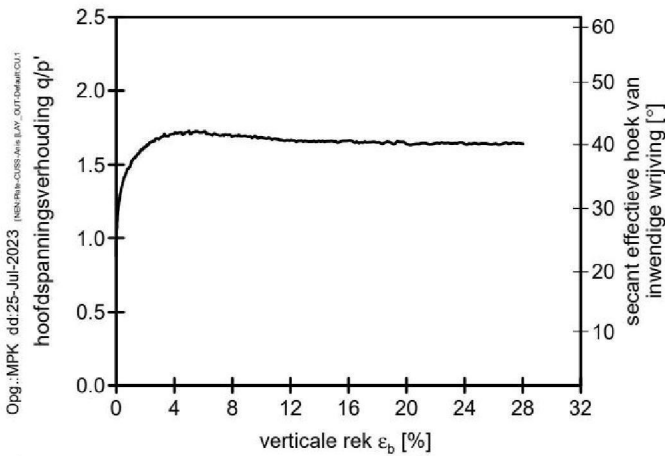
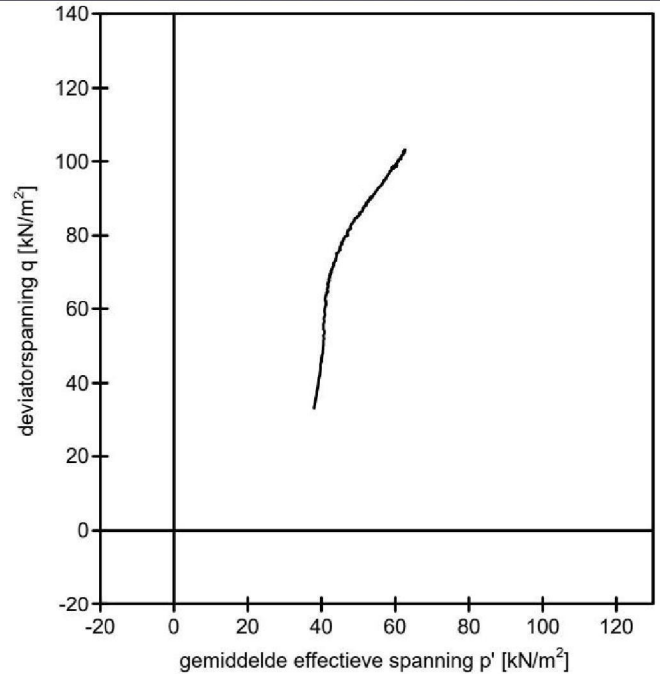
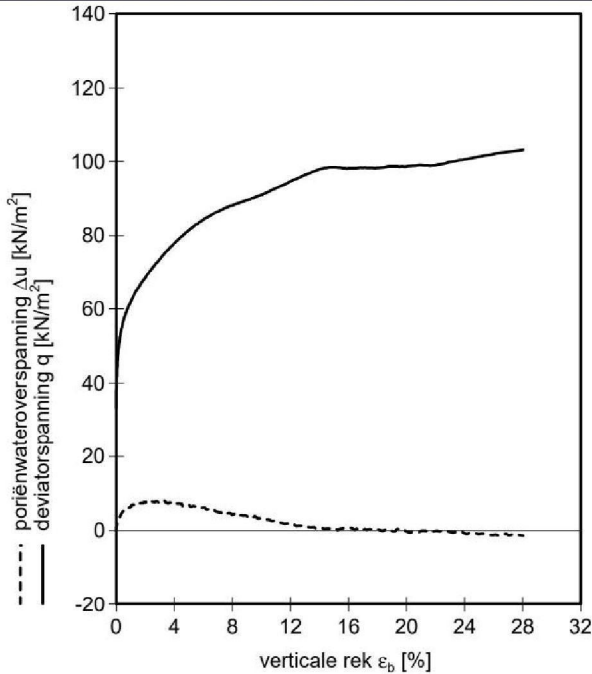
disclaimer : sterkte parameters zijn niet betrouwbaar i.v.m
slechte monsterkwaliteit.

Uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17892-9:2018

GECONSOLIDEERDE ONGEDRAINEERDE TRIAXIAALPROEF

 Project aan de
Doonweg te Eerbeek

Opdr. 2423-234198



Opg.: MPK dd:25-Jul-2023
INSTRUMENTEN: AAS, BLAY, OUTDRUM, CU1
 hoofdspansingsverhouding q/p'

Fugro NL Land B.V. Leidschendam TRX 6.01.0092 /14:44:49/P:ST1_____1 .CU

disclaimer : sterkte parameters zijn niet betrouwbaar i.v.m slechte monsterkwaliteit.

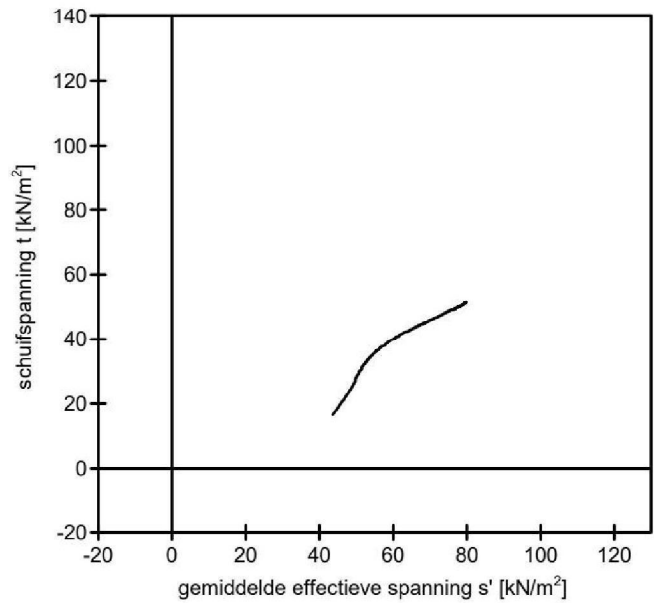
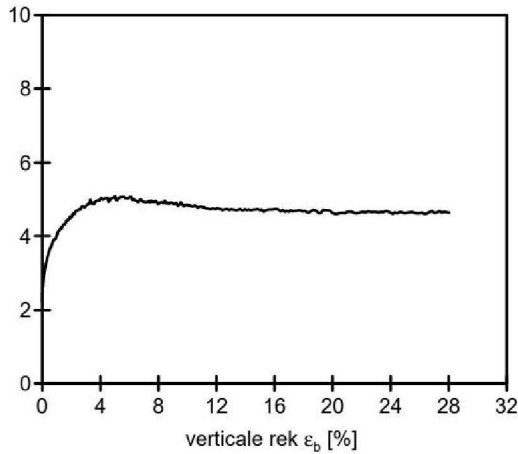
Boring : B01
 Monster : St1
 Diepte : 25.57 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : ANTROPOGEEN SILT, huisvuil, grijs, niet organisch, stevig, kalkrijk

Uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17892-9:2018

Trap	Parameter	Waarde parameter											
		bij ϵ_b [%]											Max q
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	25.0	Max rek	
1	ϕ'_{ϵ} [°]	35	37	39	40	41	42	42	41	40	40	40	40
	c'_{ϵ} kN/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	s' [kN/m ²]	50.2	51.5	52.6	53.7	56.2	58.5	60.7	69.2	75.8	78.6	79.7	79.7
	t [kN/m ²]	28.5	31.0	32.8	34.2	36.8	39.0	40.7	45.5	49.2	50.6	51.5	51.5
	p' [kN/m ²]	40.7	41.2	41.7	42.3	43.9	45.5	47.2	54.1	59.4	61.7	62.5	62.5
	q [kN/m ²]	57.0	62.0	65.7	68.4	73.6	77.9	81.5	91.0	98.4	101	103	103
	ϕ'_{sec} [°]	35	37	39	40	41	42	42	41	40	40	40	40
S [-]	0.47	0.51	0.54	0.57	0.61	0.65	0.68	0.76	0.82	0.84	0.86	0.86	

Opg.: MPK dd:25-Jul-2023 (NEN-EN-ISO: A15, EAY, OUT, DM, CU, Z)

hoofdspansingsverhouding σ'_1/σ'_3 [-]



disclaimer : sterkte parameters zijn niet betrouwbaar i.v.m slechte monsterkwaliteit.

Boring : B01
 Monster : St1
 Diepte : 25.57 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : ANTROPOGEEN SILT, huisvuil, grijs, niet organisch, stevig, kalkrijk

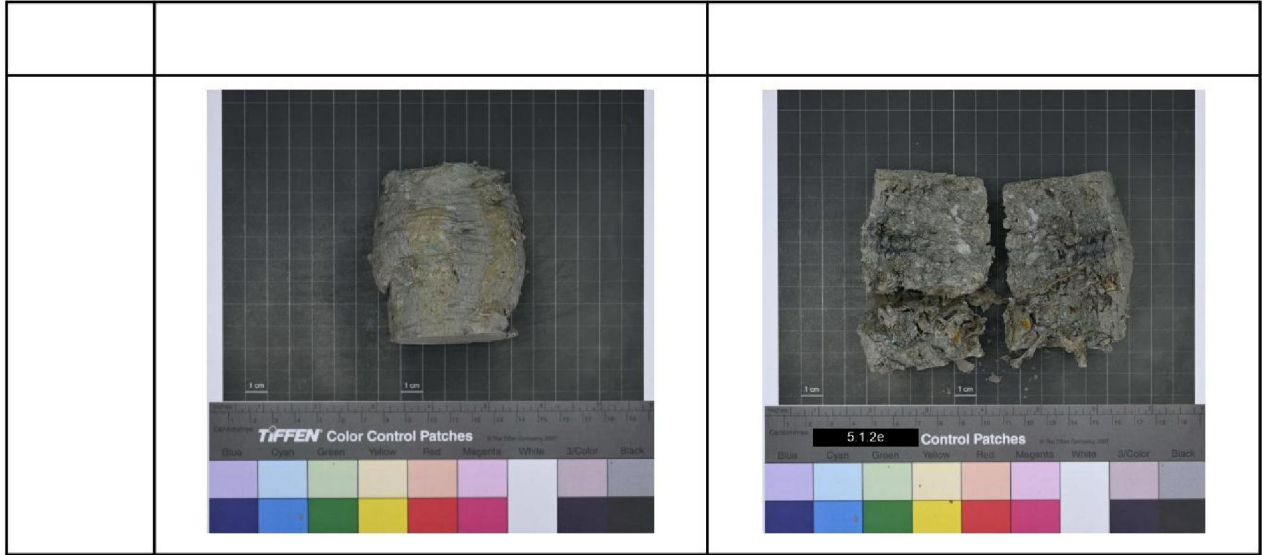
Uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17892-9:2018

GECONSOLIDEERDE ONGEDRAINEERDE TRIAXIAALPROEF

Project aan de Doonweg te Eerbeek

Opdr. 2423-234198

Boring : B01
 Monster : St1
 Diepte : 25.57 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : ANTROPOGEEN SILT, huisvuil, grijs, niet organisch, stevig, kalkrijk



Opg.:MPK dd:25-Jul-2023 (NBN/NL-CUSS: Afs. EAV, OUT.DIAGN.Photo)

Fugro NL Land B.V. Leidschendam TRX 6.01.0092 /14:44:49/P:ST1____1 .CU

ALGEMENE INFORMATIE

Boring	: B02	Proefstuk	: Ongeroerd
Monster	: St1	Monsterklasse	: 5
Diepte	: 25.16 m t.o.v. NAP	Test Methode	: CAU
Rek gecorrigeerd voor Kracht en celdruk		enkeltraps proef anisotroop geconsolideerd compressie proef	

VISUELE CLASSIFICATIE

Antropogeen KLEI, zwak zandig, huisvuil, niet organisch, grijs, stevig, kalkrijk

INITIELE EIGENSCHAPPEN	TRAP 1	TRAP 2	TRAP 3	
Hoogte	100.0			mm
Diameter	50.0			mm
Volumiek gewicht	13.4			kN/m ³
Droog volumiek gewicht	7.7			kN/m ³
Vochtgehalte	74.4			%
Ongedr. schuifsterkte C_u TV/PP	35.0/83.3	/	/	kN/m ²
B-factor	0.86			-
Dichtheid van het korrelmateriaal (Geschat)	2.65			t/m ³
NA VERZADIGING				
Verzadigingsspanning	300			kN/m ²
Droog volumiek gewicht	7.7			kN/m ³
Vochtgehalte	79.9			%
B-factor	1.00			-
NA CONSOLIDATIE				
Horizontale consolidatie spanning	36.0			kN/m ²
Verticale consolidatie spanning	79.3			kN/m ²
K_p -factor	0.45			-
Droog volumiek gewicht	8.7			kN/m ³
Vochtgehalte	64.9			%
AFSCHUIFFASE				
Axiale reksnelheid	0.9			%/uur
Bij maximale deviator spanning				
effectieve horizontale spanning	11.9			kN/m ²
effectieve verticale spanning	134			kN/m ²
Axiale rek	25.4			%
c_u	61.2			kN/m ²
Bij maximum hoofdspansingsverhouding σ_1'/σ_3'				
effectieve horizontale spanning	11.5			kN/m ²
effectieve verticale spanning	134			kN/m ²
Axiale rek	25.2			%
c_u	61.2			kN/m ²
EIND CONDITIES				
Bewijkvorm proefstuk	Opgestuikt			
Droge dichtheid	8.7			kN/m ³
Vochtgehalte	64.9			%

Opmerkingen:

- Proef uitgevoerd conform Deltares Protocol laboratoriumproeven voor grondonderzoek aan waterkeringen (versie 03, 25 mei 2016)
- Consolidatie volgens spanningsgestuurde tweetraps procedure conform Deltares Protocol laboratoriumproeven voor grondonderzoek aan waterkeringen (versie 03, 25 mei 2016)
- Monster aangevuld
- Monsterkwaliteit slecht (plastic,puin)
- Aangenomen waarde deeltjes dichtheid.

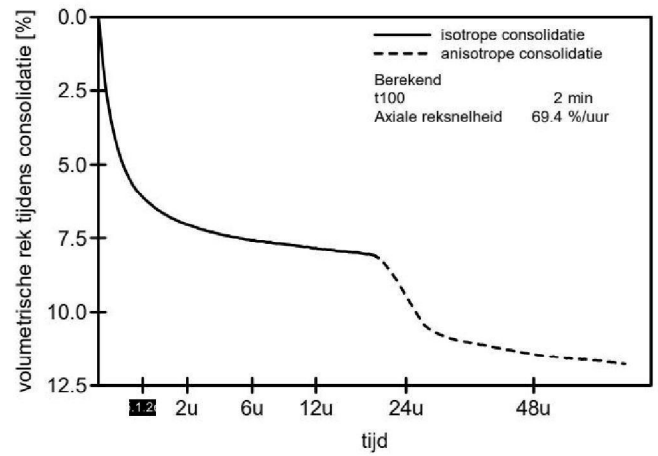
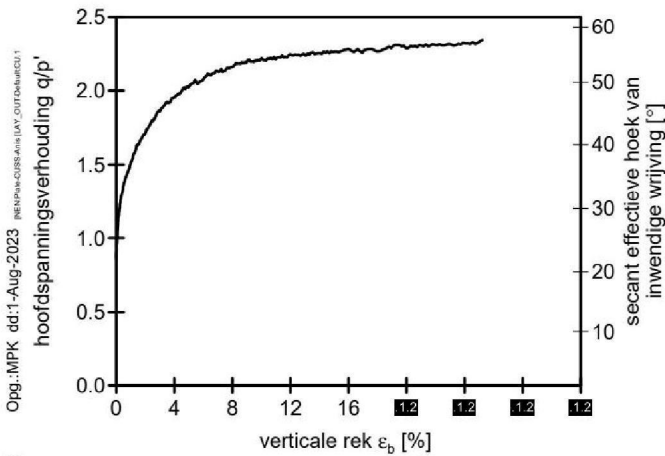
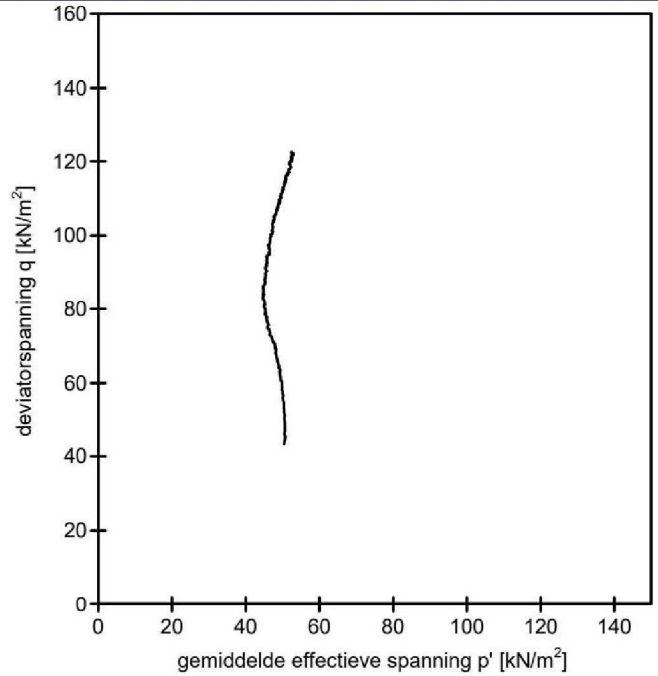
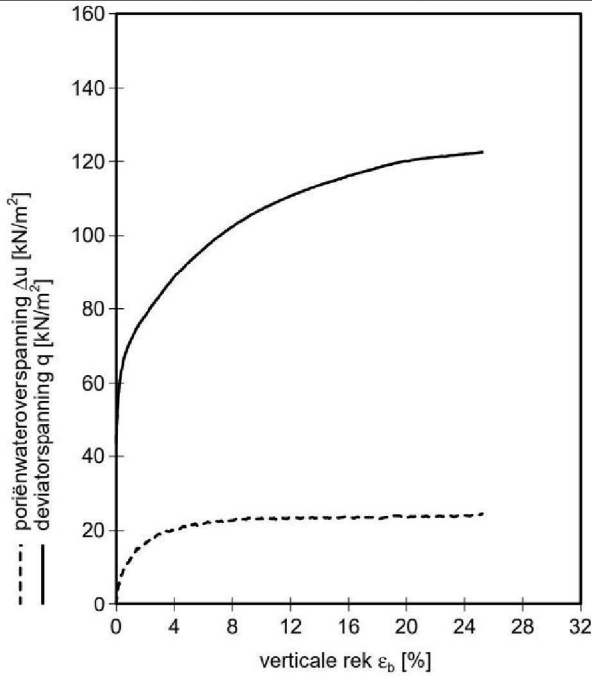
disclaimer : sterkte parameters zijn niet betrouwbaar i.v.m
slechte monsterkwaliteit.

Uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17892-9:2018

GECONSOLIDEERDE ONGEDRAINEERDE TRIAXIAALPROEF

 Project aan de
Doonweg te Eerbeek

Opdr. 2423-234198



disclaimer : sterkte parameters zijn niet betrouwbaar i.v.m slechte monsterkwaliteit.

Boring : B02
 Monster : St1
 Diepte : 25.16 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : Antropogeen KLEI, zwak zandig, huisvuil, niet organisch, grijs, stevig, kalkrijk

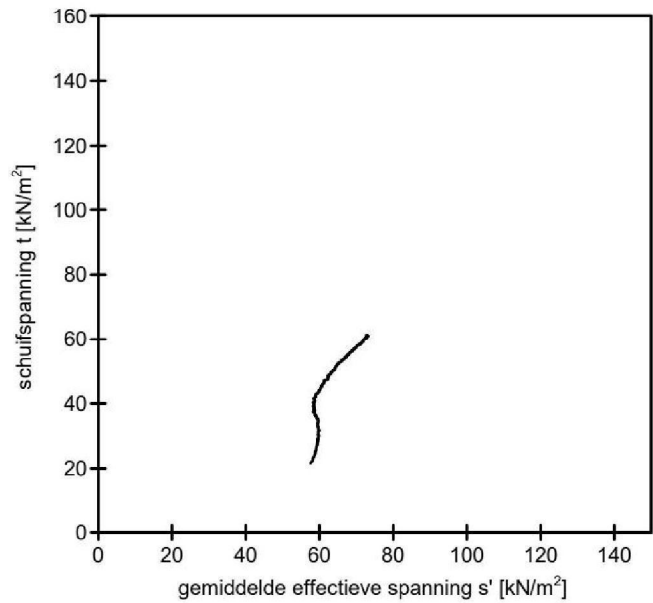
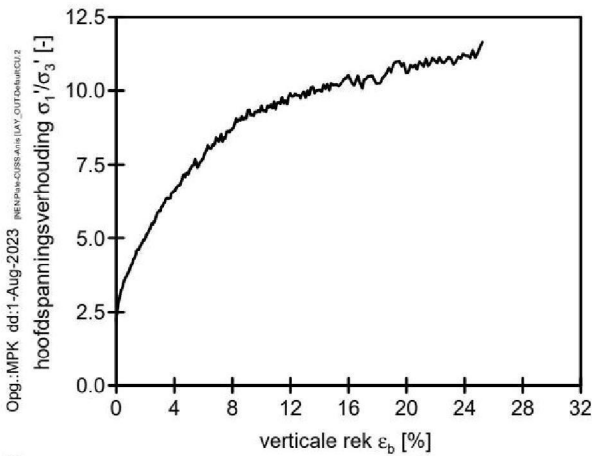
Uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17892-9:2018

GECONSOLIDEERDE ONGEDRAINEERDE TRIAXIAALPROEF

Project aan de Doonweg te Eerbeek

Opdr. 2423-234198

Trap	Parameter	Waarde parameter											
		bij ϵ_b [%]											Max q
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	25.0	Max rek	
1	ϕ'_e [°]	34	37	40	42	45	48	49	54	55	57	57	57
	c'_e kN/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	s' [kN/m ²]	59.6	59.2	58.5	58.5	58.8	60.1	61.2	66.1	69.9	72.9	73.1	73.1
	t [kN/m ²]	33.0	35.8	37.7	39.1	41.8	44.3	46.4	53.5	57.4	61.2	61.2	61.2
	p' [kN/m ²]	48.6	47.3	45.9	45.5	44.9	45.3	45.7	48.3	50.8	52.5	52.7	52.7
	q [kN/m ²]	66.1	71.6	75.3	78.2	83.6	88.6	92.8	107	115	122	122	122
	ϕ'_{sec} [°]	34	37	40	42	45	48	49	54	55	57	57	57
	5.1.2e	0.42	0.45	0.48	0.49	0.53	0.56	0.59	0.68	0.72	0.77	0.77	0.77

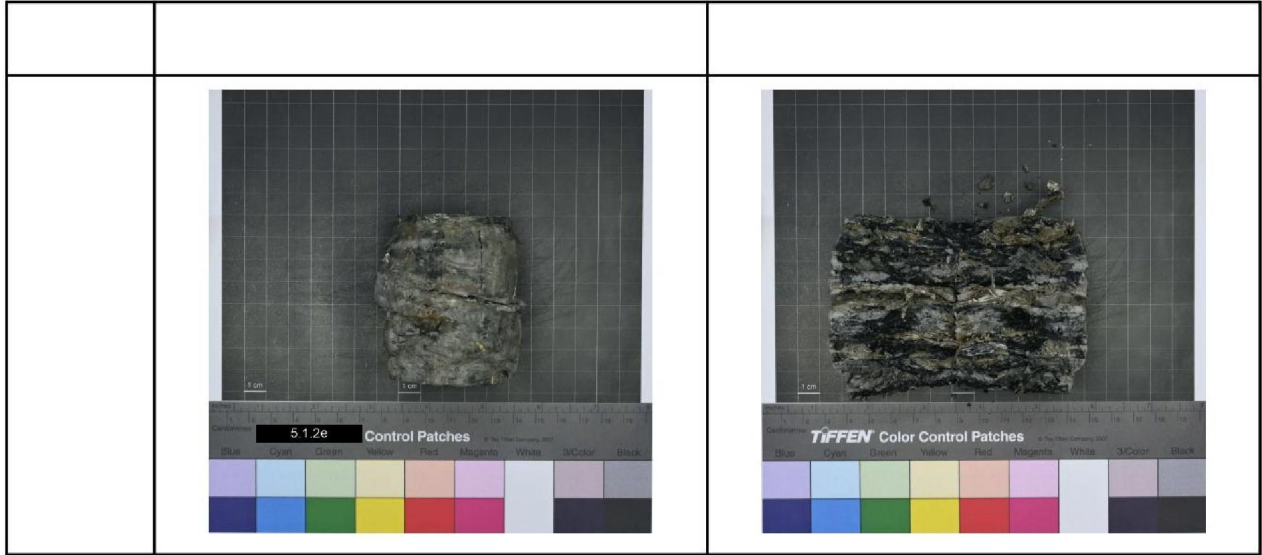


disclaimer : sterkte parameters zijn niet betrouwbaar i.v.m slechte monsterkwaliteit.

Boring : B02
 Monster : St1
 Diepte : 25.16 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : Antropogeen KLEI, zwak zandig, huisvuil, niet organisch, grijs, stevig, kalkrijk

Uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17892-9:2018

Boring : B02
 Monster : St1
 Diepte : 25.16 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : Antropogeen KLEI, zwak zandig, huisvuil, niet organisch, grijs, stevig, kalkrijk



Fugro NL Land B.V. Leidschendam TRX 6.01.0092 /10:16:31/P:ST1__R1__R1 .CU
 Opg.:MPK dd:1-Aug-2023

ALGEMENE INFORMATIE

Boring	: B02	Proefstuk	: Ongeroerd
Monster	: St2	Monsterklasse	: 5
Diepte	: 24.15 m t.o.v. NAP	Test Methode	: CAU
Rek gecorrigeerd voor Kracht en celdruk		enkeltraps proef anisotroop geconsolideerd compressie proef	

VISUELE CLASSIFICATIE

Antropogeen KLEI, zwak zandig, huisvuil, niet organisch, grijs, stevig, kalkrijk

INITIELE EIGENSCHAPPEN	TRAP 1	TRAP 2	TRAP 3	
Hoogte	100.0			mm
Diameter	50.0			mm
Volumiek gewicht	16.2			kN/m ³
Droog volumiek gewicht	12.2			kN/m ³
Vochtgehalte	33.2			%
Ongedr. schuifsterkte C_u TV/PP	16.0/30.0	/	/	kN/m ²
B-factor	0.92			-
Dichtheid van het korrelmateriaal (Geschat)	2.65			t/m ³
NA VERZADIGING				
Verzadigingsspanning	300			kN/m ²
Droog volumiek gewicht	12.2			kN/m ³
Vochtgehalte	36.1			%
B-factor	0.99			-
NA CONSOLIDATIE				
Horizontale consolidatie spanning	90.0			kN/m ²
Verticale consolidatie spanning	200			kN/m ²
K_p -factor	0.45			-
Droog volumiek gewicht	13.7			kN/m ³
Vochtgehalte	27.2			%
AFSCHUIFFASE				
Axiale reksnelheid	1.0			%/uur
Bij maximale deviator spanning				
effectieve horizontale spanning	89.7			kN/m ²
effectieve verticale spanning	337			kN/m ²
Axiale rek	27.7			%
c_u	123			kN/m ²
Bij maximum hoofdspansingsverhouding σ_1'/σ_3'				
effectieve horizontale spanning	69.8			kN/m ²
effectieve verticale spanning	290			kN/m ²
Axiale rek	10.2			%
c_u	110			kN/m ²
EIND CONDITIES				
Bewijkvorm proefstuk	Opgestuikt			
Droge dichtheid	13.7			kN/m ³
Vochtgehalte	27.2			%

Opmerkingen:

- Proef uitgevoerd conform Deltares Protocol laboratoriumproeven voor grondonderzoek aan waterkeringen (versie 03, 25 mei 2016)
- Consolidatie volgens spanningsgestuurde tweetraps procedure conform Deltares Protocol laboratoriumproeven voor grondonderzoek aan waterkeringen (versie 03, 25 mei 2016)
- Monster aangevuld
- Monsterkwaliteit slecht (plastic,puin)
- Aangenomen waarde deeltjes dichtheid.

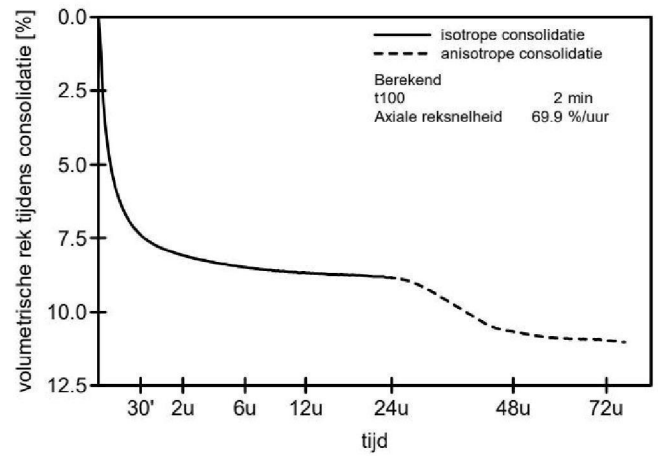
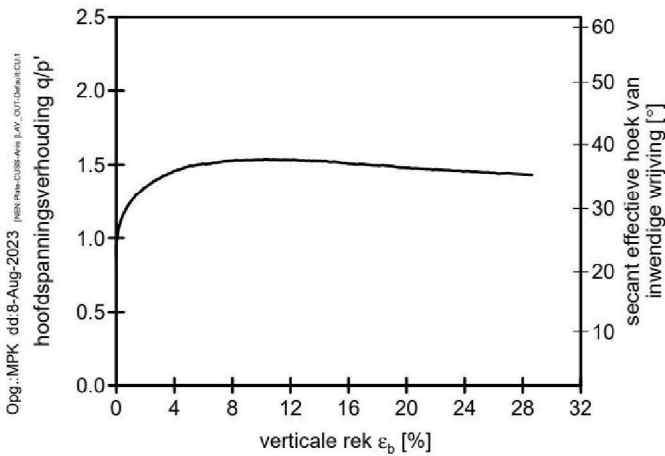
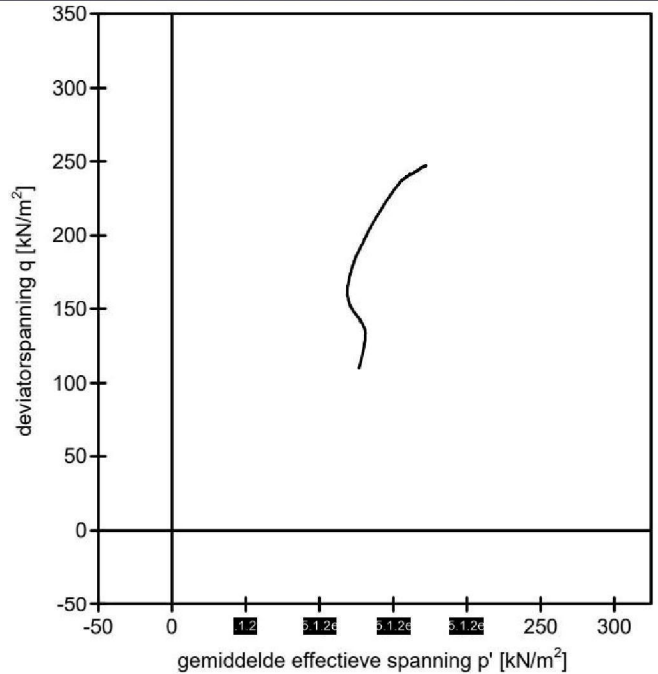
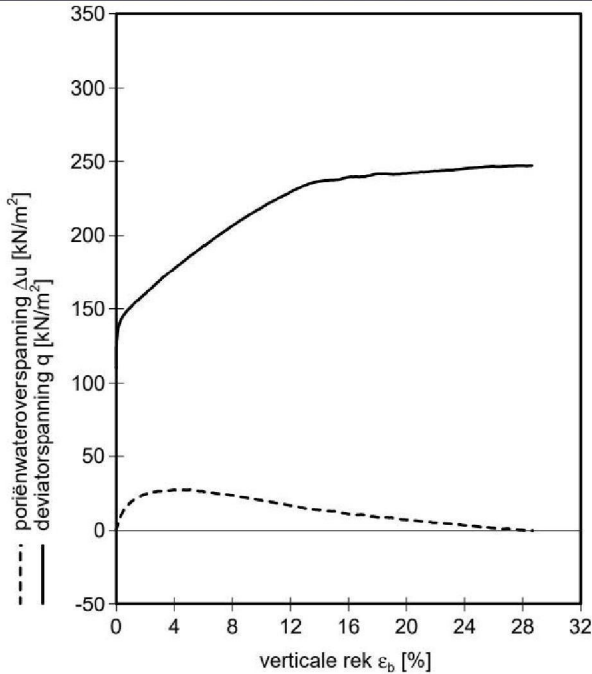
disclaimer : sterkte parameters zijn niet betrouwbaar i.v.m slechte monsterkwaliteit.

Uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17892-9:2018

GECONSOLIDEERDE ONGEDRAINEERDE TRIAXIAALPROEF

 Project aan de
Doonweg te Eerbeek

Opdr. 2423-234198



Opg.: MPK dd:8-Aug-2023

Fugro NL Land B.V. Leidschendam TRX 6.01.0092.08:18.08/P:ST2_1 .CU

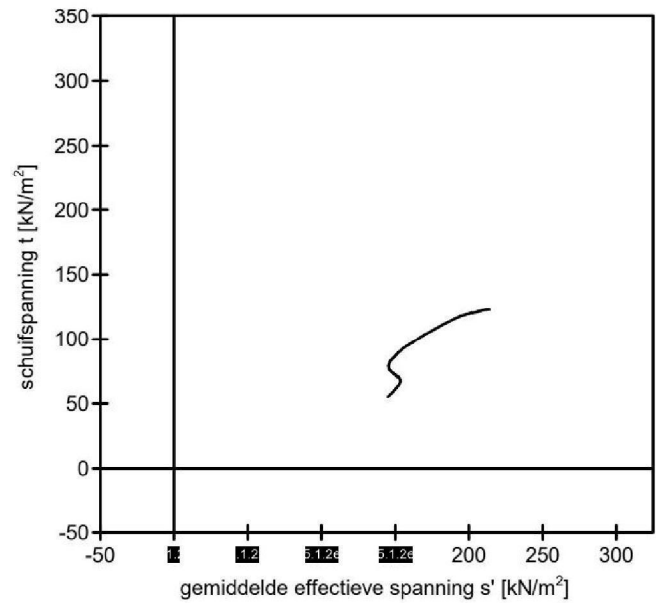
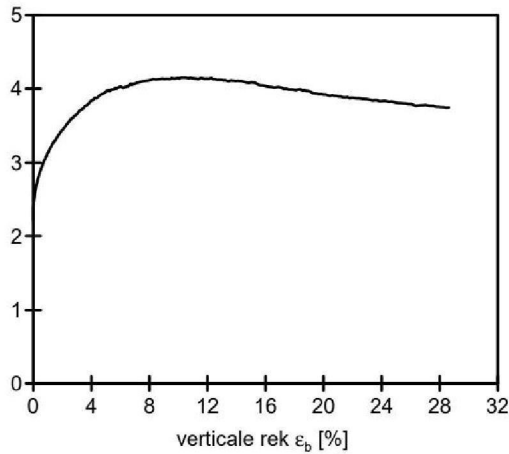
disclaimer : sterkte parameters zijn niet betrouwbaar i.v.m slechte monsterkwaliteit.

Boring : B02
 Monster : St2
 Diepte : 24.15 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : Antropogeen KLEI, zwak zandig, huisvuil, niet organisch, grijs, stevig, kalkrijk

Uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17892-9:2018

Trap	Parameter	Waarde parameter											
		bij ϵ_b [%]											Max q
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	25.0	Max rek	
1	ϕ'_e [°]	29	31	32	33	35	36	37	38	37	36	35	35
	c'_e kN/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	s' [kN/m ²]	149	147	146	146	148	151	156	179	196	210	214	213
	t [kN/m ²]	72.8	75.6	77.9	80.1	84.6	88.9	92.8	109	119	123	123	123
	p' [kN/m ²]	125	121	120	119	120	122	125	143	156	169	173	172
	q [kN/m ²]	146	151	156	160	169	178	186	219	237	246	247	247
	ϕ'_{sec} [°] 5.1.2e	29	31	32	33	35	36	37	38	37	36	35	35
		0.36	0.38	0.39	0.40	0.42	0.44	0.46	0.55	0.59	0.61	0.62	0.62

Opg.: MPK dd:8-Aug-2023 PRN-CLB-AW-EAY-OUT-DIM-EDU2
hoofdspanningsverhouding σ'_1/σ'_3 [-]

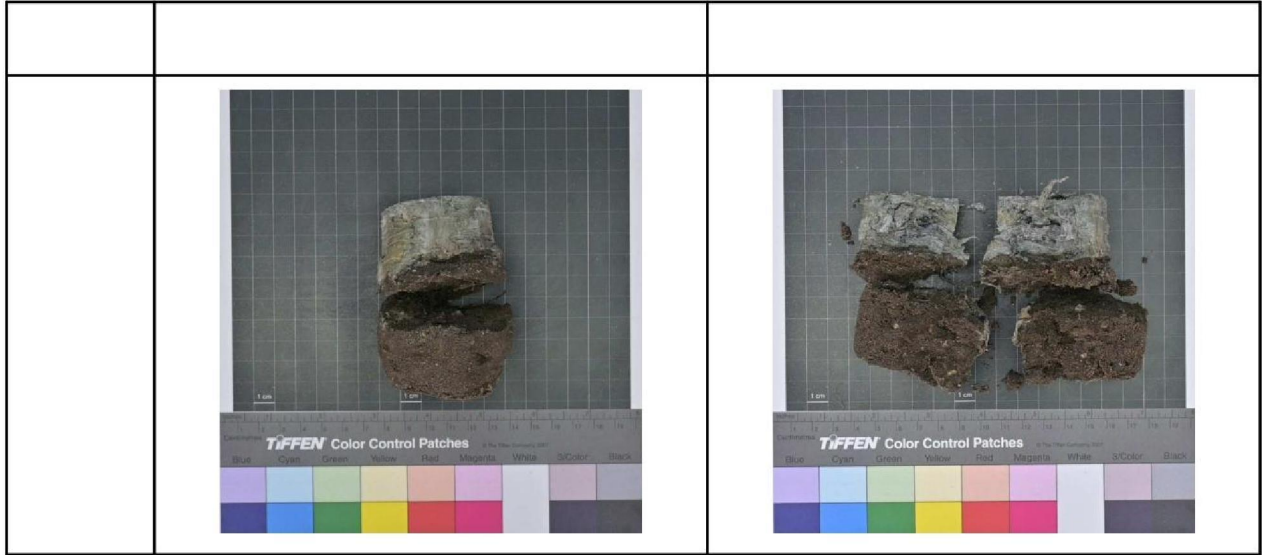


disclaimer : sterkte parameters zijn niet betrouwbaar i.v.m slechte monsterkwaliteit.

Boring : B02
 Monster : St2
 Diepte : 24.15 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : Antropogeen KLEI, zwak zandig, huisvuil, niet organisch, grijs, stevig, kalkrijk

Uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17892-9:2018

Boring : B02
 Monster : St2
 Diepte : 24.15 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : Antropogeen KLEI, zwak zandig, huisvuil, niet organisch, grijs, stevig, kalkrijk



Opg.:MPK dd:8-Aug-2023

Fugro NL Land B.V. Leidschendam TRX 6.01.0092 /08:18:08/P:ST2_____1 .CU

ALGEMEEN			S:
Project	Project aan de Doonweg te Eerbeek	Opdrachtnummer	2423-234198
Opdrachtgever	Sweco Nederland B.V.	Datum rapport	15-08-2023
te	DE BILT	Vervaldatum	15-10-2023
Contactpersoon		Datum ontvangst monsters	05-06-2023

MONSTEROVERZICHT			
Volnummer	Type materiaal/omschrijving	Aantal/hoeveelheid	Monsternummer(s)
B01	Restant steekbussen	2	St1 – St2
	Zakjes	13	1 – 13
B02	Restant steekbussen	4	St1 – St4
	Zakjes	15	1 – 15

Bovenstaand is een overzicht gegeven van de monsters, die in het kader van onderhavig onderzoek zijn onderzocht en zich thans nog bevinden in het Laboratorium voor Infra- en Geotechniek. Met "vervaldatum" is de datum aangegeven waarna de monsters, bij geen tegenbericht uwerzijds, uit de monsteropslag zullen worden verwijderd en vernietigd. Wanneer u (een deel van) bovengenoemde monsters na de vervaldatum (eventueel onder geconditioneerde omstandigheden) tegen betaling wenst te laten bewaren, verzoeken wij u dit formulier uiterlijk 1 week vóór de vervaldatum aan ons te retourneren.

Ondergetekende verzoekt de monsters te bewaren tot:		
Datum	Naam	Handtekening

Opgesteld door: JCW	Gecontroleerd door: JKK
---------------------	-------------------------

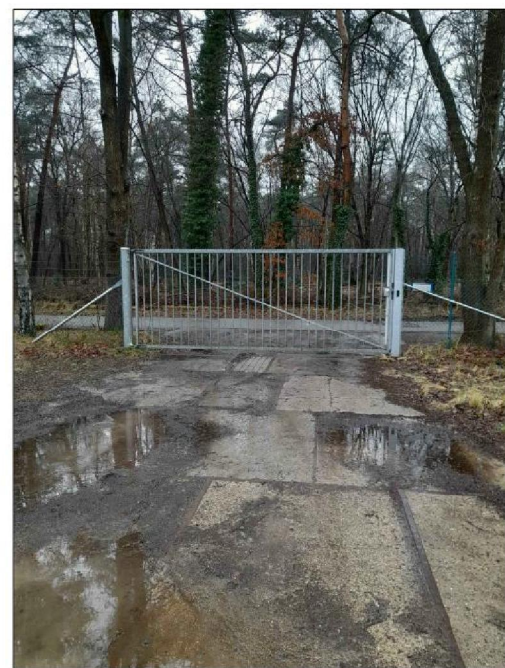
Bijlage 4: Grondwaterstanden

Peilbuis	maaiveldniveau	filterniveau		Grondwaterstand			
		boven	Onder	23/6/23	17/8/23		
	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]		
B01-pb1	Circa +29,0	24,0	23,0	+26,42	+26,47		
B01-pb2	Circa +29,0	26,6	25,6	+27,39	+27,22		
B02-pb1	Circa +29,0	20,2	19,2	+21,66	+21,73		
B02-pb2	Circa +29,0	24,2	23,2	droog	droog		

Bijlage 5: Hoogtemetingen Sweco



REFERENTIE 3.12 3.12c



REFERENTIE 3.12 3.12c



REFERENTIE 3.12 3.12c



REFERENTIE 3.12 3.12c



REFERENTIE 3.12 3.12c



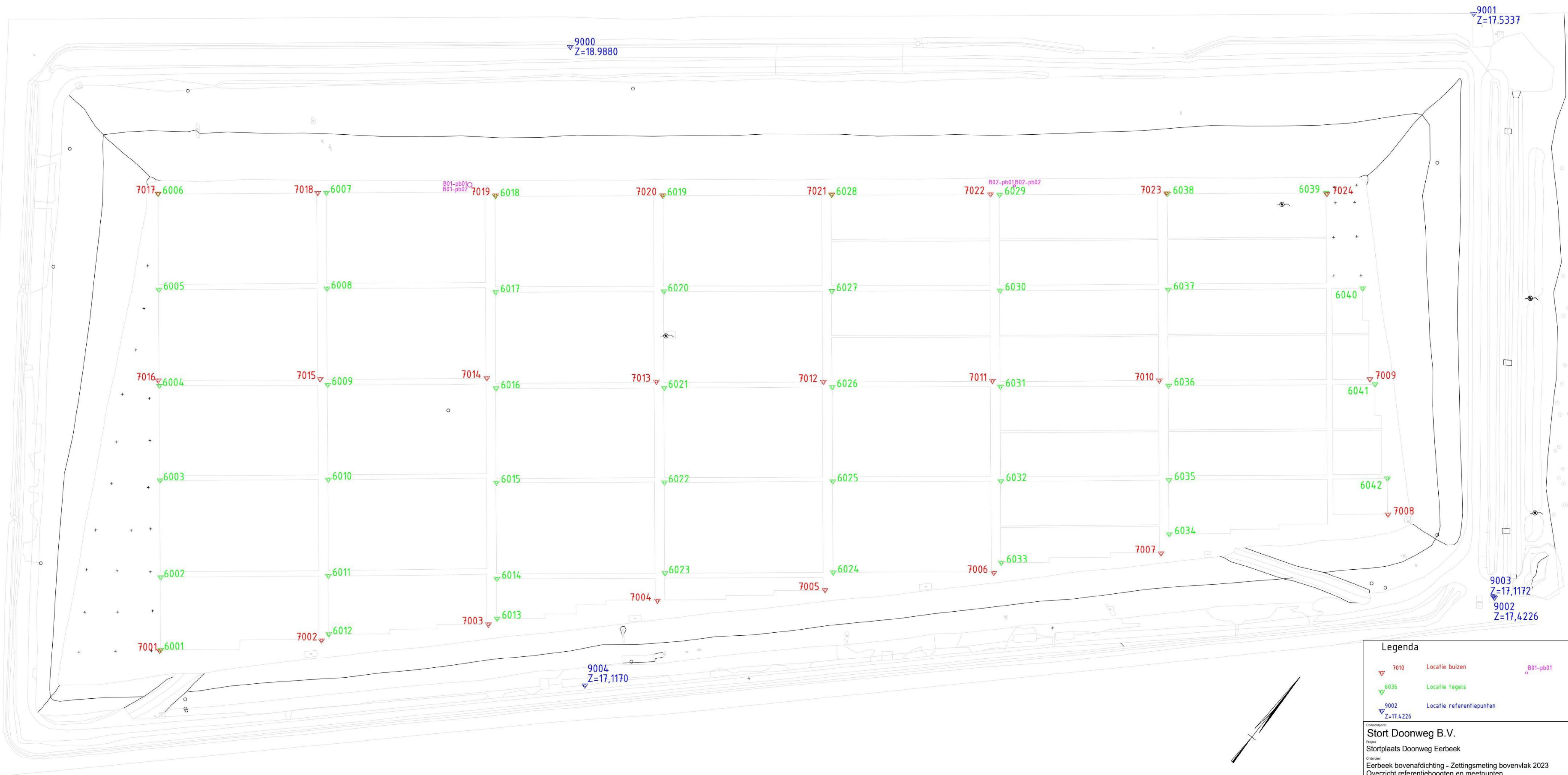
REFERENTIE 3.12 3.12c



REFERENTIE 3.12 3.12c



REFERENTIE 3.12 3.12c



Legenda

- 7010 Locatie buizen
- 6036 Locatie tegels
- 9002 Locatie referentiepunten
- B01-pb01 Locatie peilbuizen

Stort Doonweg B.V.
 Stortplaats Doonweg Eerbeek
 Eerbeek bovenafichting - Zettingsmeting bovenvlak 2023
 Overzicht referentiehoogten en meetpunten
 5.1.2c

Blad	Van	Tot	Formaat	Revisie	Dat.	Aut.
01	01	1:500	A0	DE BELT	JHO	MME

www.sweco.nl
 © Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

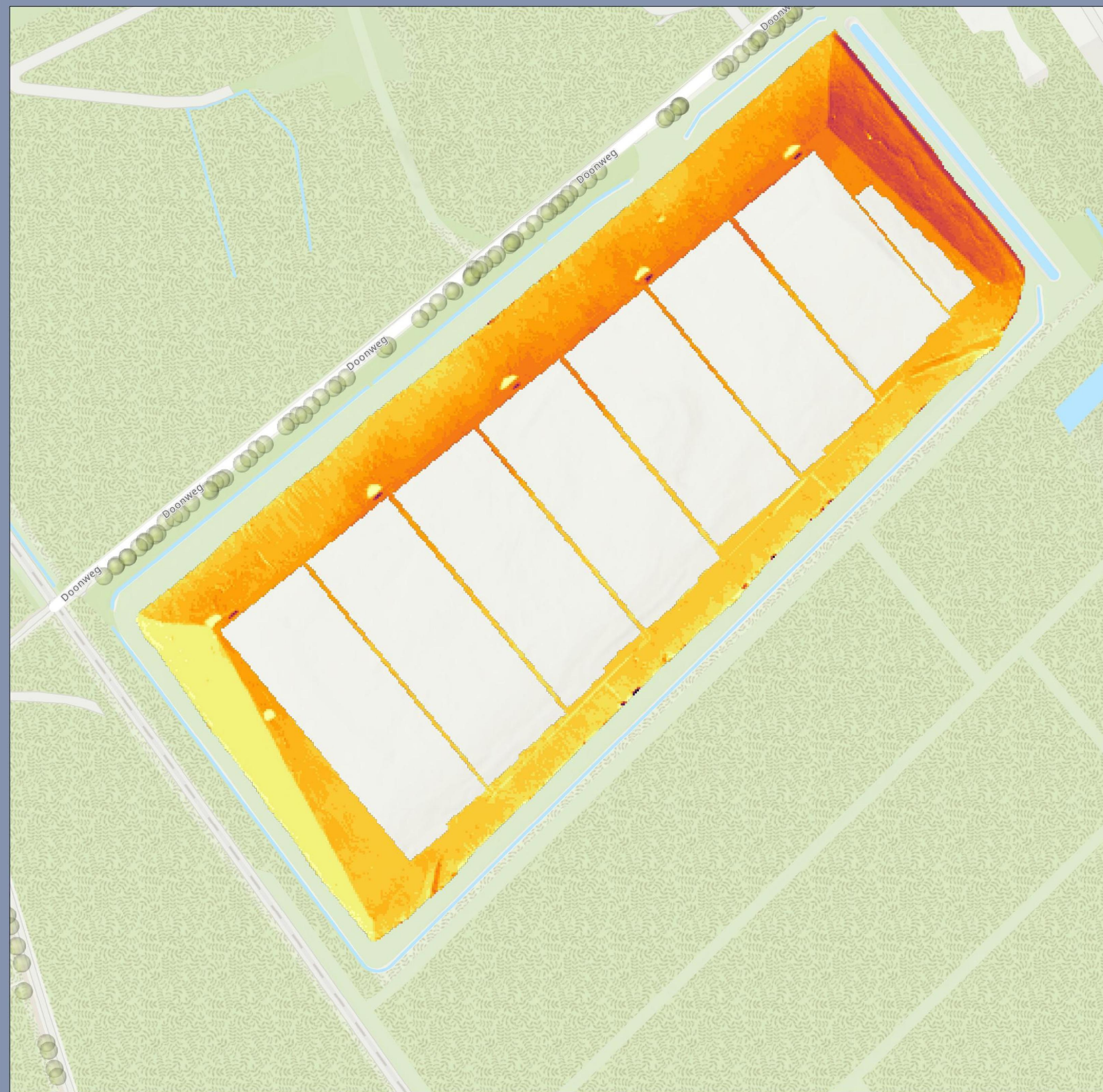




V1 = Verschil hermeting en vorige (her)meting in millimeters V2 = Verschil nulmeting en hermeting in millimeters | Weer: 0 normaal / 1 Harde regen / 2 Felle zon / 3 harde wind / 4 Sneeuw /

Metingnr.	1e herhalingsmeting		2e herhalingsmeting			3e herhalingsmeting			4e herhalingsmeting			5e herhalingsmeting			6e herhalingsmeting			(Afwijkende) Weersomstandigheden luchtdruk of temperatuur	
	Nulmeting	13-04-2023	21-06-2023		17-08-2023		06-11-2023		Medio maart 2024		Medio juni 2024								
weert	3	1/3	2			0			0										
Luchtdruk	10055	1003.7	1001			1020			999										
Temperatuur	10,5	11,1	27			18,6			12,1°										
Meetpunt	hoogte in m.	hoogte in m.	V2(mm)	hoogte in m.	V1(mm)	V2(mm)	hoogte in m.	V1(mm)	V2(mm)	hoogte in m.	V1(mm)	V2(mm)	hoogte in m.	V1(mm)	V2(mm)	hoogte in m.	V1(mm)	V2(mm)	Opmerkingen
9000	18.9880	18.9880	0.0	18.9880	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Referentiehoogte/ vervallen
9001	17.5337	17.5339	0.2	17.5338	-0.1	0.1	17.5337	-0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Referentiehoogte
9002	17.4226	17.4241	1.5	17.4240	-0.1	1.4	17.4234	-0.6	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Referentiehoogte
9003	-	-	-	17.1032	-	-	17.1032	0.0	-	17.1032	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	Referentiehoogte
9004	-	-	-	18.0477	-	-	18.0467	-1.0	-	18.0464	-0.3	-1.3	-	-	-	-	-	-	Referentiehoogte
6001	22.0081	22.0046	-3.5	22.0018	-2.8	-6.3	22.0021	0.3	-6.0	21.9985	-3.6	-9.6	-	-	-	-	-	-	
6002	23.2817	23.2812	-0.5	23.2785	-2.7	-3.2	23.2817	3.2	0.0	23.2791	-2.6	-2.6	-	-	-	-	-	-	
6003	24.8409	24.8409	0.0	24.8382	-2.7	-2.7	24.8404	2.2	-0.5	24.8389	-1.5	-2.0	-	-	-	-	-	-	
6004	26.3667	26.3711	4.4	26.3622	-8.9	-4.5	26.3615	-0.7	-5.2	26.3600	-1.5	-6.7	-	-	-	-	-	-	
6005	27.7493	27.7462	-3.1	27.7318	-14.4	-17.5	27.7233	-8.5	-26.0	27.7117	-11.6	-37.6	-	-	-	-	-	-	
6006	29.1664	29.1643	-2.1	29.1442	-20.1	-22.2	29.1319	-12.3	-34.5	29.1130	-18.9	-53.4	-	-	-	-	-	-	
6007	29.2388	29.2375	-1.3	29.2196	-17.9	-19.2	29.2111	-8.5	-27.7	29.1973	-13.8	-41.5	-	-	-	-	-	-	
6008	27.8605	27.8587	-1.8	27.8430	-15.7	-17.5	27.8378	-5.2	-22.7	27.8304	-7.4	-30.1	-	-	-	-	-	-	
6009	26.4866	26.4863	-0.3	26.4805	-5.8	-6.1	26.4812	0.7	-5.4	26.4823	1.1	-4.3	-	-	-	-	-	-	
6010	24.9034	24.9044	1.0	24.9054	1.0	2.0	24.9067	1.3	3.3	24.9062	-0.5	2.8	-	-	-	-	-	-	
6011	23.3249	23.3253	0.4	23.3250	-0.3	0.1	23.3268	1.8	1.9	23.3279	1.1	3.0	-	-	-	-	-	-	
6012	22.3004	22.2995	-0.9	22.2973	-2.2	-3.1	22.2968	-0.5	-3.6	22.2984	1.6	-2.0	-	-	-	-	-	-	
6013	22.5344	22.5334	-1.0	22.5294	-4.0	-5.0	22.5274	-2.0	-7.0	22.5258	-1.6	-8.6	-	-	-	-	-	-	
6014	23.2674	23.2684	1.0	23.2666	-1.8	-0.8	23.2679	1.3	0.5	23.2706	2.7	3.2	-	-	-	-	-	-	
6015	24.8423	24.8442	1.9	24.8423	-1.9	0.0	24.8442	1.9	1.9	24.8441	-0.1	1.8	-	-	-	-	-	-	
6016	26.3280	26.3264	-1.6	26.3251	-1.3	-2.9	26.3279	2.8	-0.1	26.3270	-0.9	-1.0	-	-	-	-	-	-	
6017	27.8660	27.8645	-1.5	27.8542	-10.3	-11.8	27.8502	-4.0	-15.8	27.8461	-4.1	-19.9	-	-	-	-	-	-	
6018	28.9306	28.9279	-2.7	28.9025	-25.4	-28.1	28.8893	-13.2	-41.3	28.8719	-17.4	-58.7	-	-	-	-	-	-	
6019	29.0576	29.0552	-2.4	29.0284	-26.8	-29.2	29.0139	-14.5	-43.7	28.9926	-21.3	-65.0	-	-	-	-	-	-	
6020	27.7638	27.7626	-1.2	27.7421	-20.5	-21.7	27.7366	-5.5	-27.2	27.7285	-8.1	-35.3	-	-	-	-	-	-	
6021	26.3628	26.3591	-3.7	26.3505	-8.6	-12.3	26.3508	0.3	-12.0	26.3481	-2.7	-14.7	-	-	-	-	-	-	
6022	24.8458	24.8472	1.4	24.8401	-7.1	-5.7	24.8408	0.7	-5.0	24.8418	1.0	-4.0	-	-	-	-	-	-	
6023	23.3413	23.3393	-2.0	23.3320	-7.3	-9.3	23.3296	-2.4	-11.7	23.3314	1.8	-9.9	-	-	-	-	-	-	
6024	23.2756	23.2721	-3.5	23.2654	-6.7	-10.2	23.2621	-3.3	-13.5	23.2580	-4.1	-17.6	-	-	-	-	-	-	
6025	24.8456	24.8482	2.6	24.8432	-5.0	-2.4	24.8454	2.2	-0.2	24.8429	-2.5	-2.7	-	-	-	-	-	-	
6026	26.4372	26.4367	-0.5	26.4330	-3.7	-4.2	26.4335	0.5	-3.7	26.4341	0.6	-3.1	-	-	-	-	-	-	
6027	27.7327	27.7305	-2.2	27.7086	-21.9	-24.1	27.6974	-11.2	-35.3	27.6821	-15.3	-50.6	-	-	-	-	-	-	
6028	29.0886	29.0885	-0.1	29.0633	-25.2	-25.3	29.0516	-11.7	-37.0	29.0325	-19.1	-56.1	-	-	-	-	-	-	
6029	29.1068	29.1053	-1.5	29.0820	-23.3	-24.8	29.0706	-11.4	-36.2	29.0541	-16.5	-52.7	-	-	-	-	-	-	
6030	27.7980	27.7973	-0.7	27.7800	-17.3	-18.0	27.7721	-7.9	-25.9	27.7626	-9.5	-35.4	-	-	-	-	-	-	
6031	26.2931	26.2844	-8.7	26.2766	-7.8	-16.5	26.2719	-4.7	-21.2	26.2667	-5.2	-26.4	-	-	-	-	-	-	Tegel ligt niet vast
6032	24.8073	24.8107	3.4	24.8037	-7.0	-3.6	24.8052	1.5	-2.1	24.8018	-3.4	-5.5	-	-	-	-	-	-	
6033	23.3063	23.2954	-10.9	23.2875	-7.9	-18.8	23.2819	-5.6	-24.4	23.2835	1.6	-22.8	-	-	-	-	-	-	Tegel ligt niet vast
6034	23.8333	23.8328	-0.5	23.8250	-7.8	-8.3	23.8210	-4.0	-12.3	23.8113	-9.7	-22.0	-	-	-	-	-	-	
6035	24.7651	24.7658	0.7	24.7567	-9.1	-8.4	24.7551	-1.6	-10.0	24.7542	-0.9	-10.9	-	-	-	-	-	-	
6036	26.3811	26.3829	1.8	26.3755	-7.4	-5.6	26.3745	-1.0	-6.6	26.3711	-3.4	-10.0	-	-	-	-	-	-	
6037	27.8784	27.8773	-1.1	27.8615	-15.8	-16.9	27.8537	-7.8	-24.7	27.8477	-6.0	-30.7	-	-	-	-	-	-	
6038	29.0520	29.0481	-3.9	29.0264	-21.7	-25.6	29.0119	-14.5	-40.1	28.9941	-17.8	-57.9	-	-	-	-	-	-	
6039	28.9114	28.9091	-2.3	28.8841	-25.0	-27.3	28.8680	-16.1	-43.4	28.8451	-22.9	-66.3	-	-	-	-	-	-	
6040	27.6588	27.6555	-3.3	27.6381	-17.4	-20.7	27.6312	-6.9	-27.6	27.6175	-13.7	-41.3	-	-	-	-	-	-	
6041	26.1144	26.1140	-0.4	26.0984	-15.6	-16.0	26.0898	-8.6	-24.6	26.0762	-13.6	-38.2	-	-	-	-	-	-	
6042	24.6127	24.6106	-2.1	24.5978	-12.8	-14.9	24.5914	-6.4	-21.3	24.5785	-12.9	-34.2	-	-	-	-	-	-	
7001	21.9751	21.9729	-2.2	21.9300	-42.9	-45.1	21.9292	-0.8	-45.9	21.9263	-2.9	-48.8	-	-	-	-	-	-	
7002	22.1883	22.1869	-1.4	22.1857	-1.2	-2.6	22.1851	-0.6	-3.2	22.1834	-1.7	-4.9	-	-	-	-	-	-	
7003	22.4509	22.4499	-1.0	22.4477	-2.2	-3.2	22.4463	-1.4	-4.6	22.4455	-0.8	-5.4	-	-	-	-	-	-	
7004	22.7604	22.7595	-0.9	22.7516	-7.9	-8.8	22.7468	-4.8	-13.6	22.7405	-6.3	-19.9	-	-	-	-	-	-	
7005	22.9049	22.9031	-1.8	22.8949	-8.2	-10.0	22.8891	-5.8	-15.8	22.8809	-8.2	-24.0	-	-	-	-	-	-	
7006	23.0703	23.0691	-1.2	23.0592	-9.9	-11.1	23.0522	-7.0	-18.1	23.0427	-9.5	-27.6	-	-	-	-	-	-	
7007	23.4706	23.4687	-1.9	23.4593	-9.4	-11.3	23.4520	-7.3	-18.6	23.4430	-9.0	-27.6	-	-	-	-	-	-	
7008	24.0112	24.0092	-2.0	23.9966	-12.6	-14.6	23.9875	-9.1	-23.7	23.9741	-13.4	-37.1	-	-	-	-	-	-	
7009	26.2093	26.2086	-0.7	26.1940	-14.6	-15.3	26.1856	-8.4	-23.7	26.1714	-14.2	-37.9	-	-	-	-	-	-	
7010	26.4468	26.4499	3.1	26.4433	-6.6	-3.5	26.4409	-2.4	-5.9	26.4365	-4.4	-10.3	-	-	-	-	-	-	
7011	26.3617	26.3611	-0.6	26.3480	-13.1	-13.7	26.3415	-6.5	-20.2	26.3339	-7.6	-27.8	-	-	-	-	-	-	
7012	26.5080	26.5105	2.5	26.5055	-5.0	-2.5	26.5043	-1.2	-3.7	26.5037	-0.6	-4.3	-	-	-	-	-	-	
7013	26.5586	26.5599	1.3	26.5522	-7.7	-6.4	26.5515	-0.7	-7.1	26.5501	-1.4	-8.5	-	-	-	-	-	-	
7014	26.5071	26.5118	4.7	26.5110	-0.8	3.9	26.5112	0.2	4.1	26.5109	-0.3	3.8	-	-	-	-	-	-	
7015	26.6012	26.6030	1.8	26.5976	-5.4	-3.6	26.5974	-0.2	-3.8	26.5989	1.5	-2.3	-	-	-	-	-	-	
7016	26.5052	26.5043	-0.9	26.4963	-8.0	-8.9	26.4926	-3.7	-12.6	26.4906	-2.0	-14.6	-	-	-	-	-	-	
7017	29.1907	29.1889	-1.8	29.1679	-21.0	-22.8	29.1543	-13.6	-36.4	29.1352	-19.1	-55.5	-	-	-	-	-	-	
7018	29.2659	29.2648	-1.1	29.2469	-17.9	-19.0	29.2379	-9.0	-28.0	29.2238	-14.1	-42.1	-	-	-	-	-	-	
7019	28.9717	28.9682	-3.5	28.9432	-25.0	-28.5	28.9301	-13.1	-41.6	28.9108	-19.3	-60.9	-	-	-	-	-	-	
7020	29.0980	29.0964	-1.6	29.0692	-27.2	-28.8	29.0546	-14.6	-43.4	29.0322	-22.4	-65.8	-	-	-	-	-	-	
7021	29.1215	29.1212	-0.3	29.0968	-24.4	-24.7	29.0833	-13.5	-38.2	29.0645	-18.8	-57.0	-	-	-	-	-		

Bijlage 6: Verschil dronemeting oktober 2022-augustus 2023



Legenda

Hoogteverschil 2023 - 2022

Value

- 0,580 - -0,555
- 0,550 - -0,530
- 0,530 - -0,505
- 0,505 - -0,480
- 0,480 - -0,455
- 0,455 - -0,430
- 0,430 - -0,405
- 0,405 - -0,380
- 0,380 - -0,355
- 0,355 - -0,330
- 0,330 - -0,305
- 0,305 - -0,280
- 0,280 - -0,255
- 0,255 - -0,230
- 0,230 - -0,205
- 0,205 - -0,180
- 0,180 - -0,155
- 0,155 - -0,130
- 0,130 - -0,105
- 0,105 - -0,080
- 0,080 - -0,055
- 0,055 - -0,030
- 0,030 - 0
- 0 - 0,1
- 0,1 - 1,19

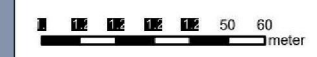
Hoogteverschil tussen metingen 2023 - 2022

Opdrachtgever: Eerbeek bovenafdichting
 Projectnummer: 5.12e

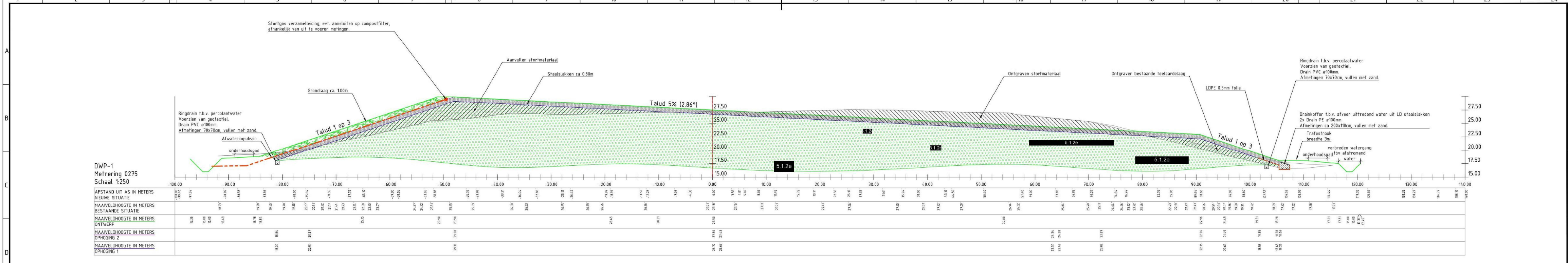


Status: Concept/Definitief
 Datum: 18-9-2023
 Schaal: 1:2.000
 Formaat: A3

Getekend: SJ - Gecontroleerd: HG

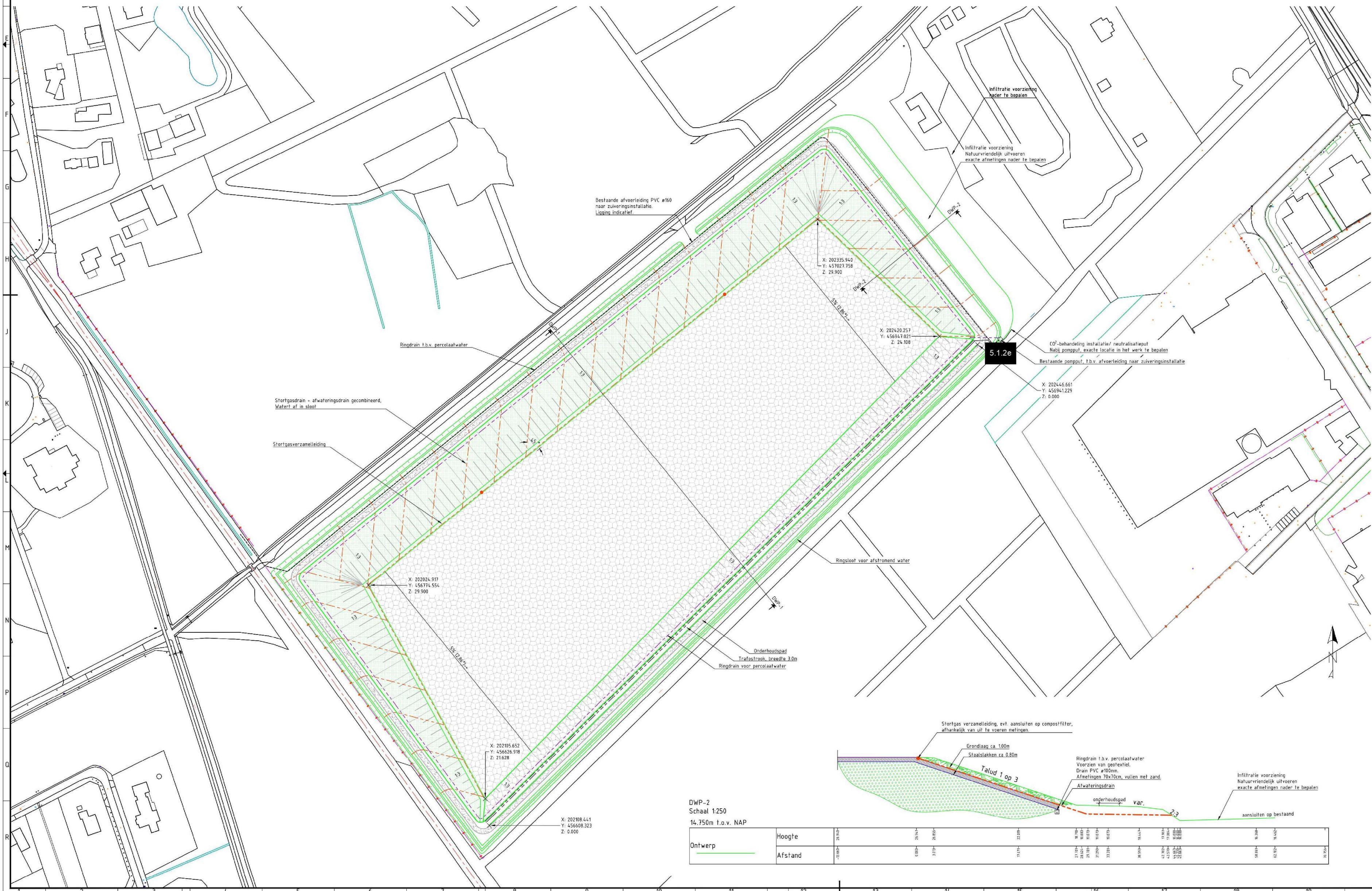


Bijlage 7: Tekening Ploegam PL344-UO-TEK-GRW-001 Grondwerkzaamheden afdekking stortplaats



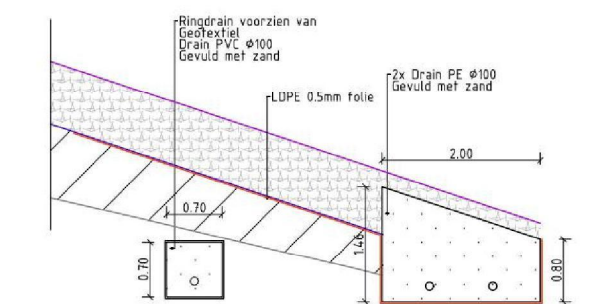
DWP-1
Metriering 0275
Schaal 1:250

AFSTAND UIT AS IN METERS NIEUWE SITUATIE	MAAIPELHOOGTE IN METERS BESTAANDE SITUATIE	MAAIPELHOOGTE IN METERS ONTWERP	MAAIPELHOOGTE IN METERS OPHOOGING 2	MAAIPELHOOGTE IN METERS OPHOOGING 1
-100.00	17.50	17.50	17.50	17.50
-90.00	17.50	17.50	17.50	17.50
-80.00	17.50	17.50	17.50	17.50
-70.00	17.50	17.50	17.50	17.50
-60.00	17.50	17.50	17.50	17.50
-50.00	17.50	17.50	17.50	17.50
-40.00	17.50	17.50	17.50	17.50
-30.00	17.50	17.50	17.50	17.50
-20.00	17.50	17.50	17.50	17.50
-10.00	17.50	17.50	17.50	17.50
0.00	17.50	17.50	17.50	17.50
10.00	17.50	17.50	17.50	17.50
20.00	17.50	17.50	17.50	17.50
30.00	17.50	17.50	17.50	17.50
40.00	17.50	17.50	17.50	17.50
50.00	17.50	17.50	17.50	17.50
60.00	17.50	17.50	17.50	17.50
70.00	17.50	17.50	17.50	17.50
80.00	17.50	17.50	17.50	17.50
90.00	17.50	17.50	17.50	17.50
100.00	17.50	17.50	17.50	17.50
110.00	17.50	17.50	17.50	17.50
120.00	17.50	17.50	17.50	17.50
130.00	17.50	17.50	17.50	17.50
140.00	17.50	17.50	17.50	17.50

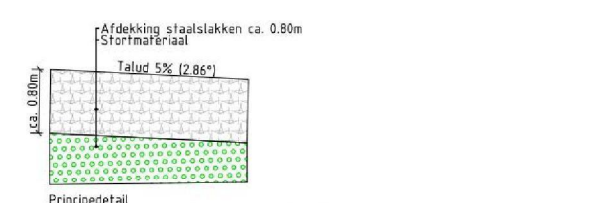


DWP-2
Schaal 1:250
14.750m f.o.v. NAP

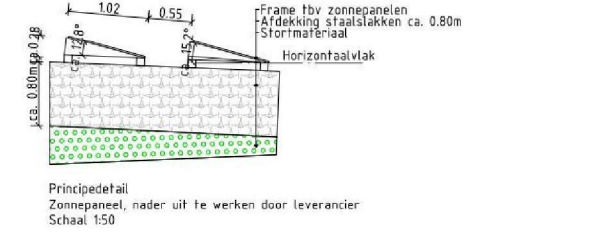
Ontwerp	Hoogte	Afstand
1	17.50	-100.00
2	17.50	-90.00
3	17.50	-80.00
4	17.50	-70.00
5	17.50	-60.00
6	17.50	-50.00
7	17.50	-40.00
8	17.50	-30.00
9	17.50	-20.00
10	17.50	-10.00
11	17.50	0.00
12	17.50	10.00
13	17.50	20.00
14	17.50	30.00
15	17.50	40.00
16	17.50	50.00
17	17.50	60.00
18	17.50	70.00
19	17.50	80.00
20	17.50	90.00
21	17.50	100.00
22	17.50	110.00
23	17.50	120.00
24	17.50	130.00
25	17.50	140.00



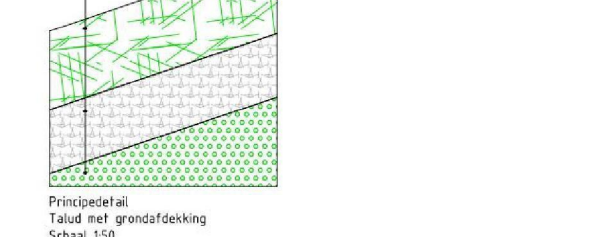
Princidedetail
Drainkoffer f.b.v. afvoer uitredend water uit LD staaitslakken -
Ringdrain f.b.v. percolaatwater
Schaal 1:50



Princidedetail
Standaard oplossing afdkking stortmateriaal
Schaal 1:50



Princidedetail
Zonnepanel, nader uit te werken door leverancier
Schaal 1:50



Princidedetail
Talud met grondafdekking
Schaal 1:50

- LEGENDA**
- Grondverklein
 - Taludcoring
 - Kadastrale grens
 - Stortgas- & afwateringsdrain gecombineerd
 - Ringdrain voor percolaatwater
 - Ringdrain voor uitredend water LD-slakken
 - Bestaande afvoerleiding naar zuiveringsinstallatie
 - Biofilter, plaatsen afhankelijk van gasmetingen
 - Grondlaag, dikte ca. 1.00m
 - Stortmateriaal
 - LD-Staaitslakken, dikte ca. 0.80m
 - Onderhoudsgad

Alle maten in meters, tenzij anders aangegeven. Hoogtematen in meters t.o.v. NAP. Dimensies van materialen in millimeters. Coördinaten in RD-stelsel.

1.0	Origineel	Ritu	Wbo	Hst	27-08-19
1.1	Ontwerp	Getekend	Controle	Vrijgive	Datum

PLOEGAM Opdrachtgever

Stort Doonweg BV Projectnummer: **PL344**

Tijdelijke afdekking stortplaats Eerbeek Bladnummer: **1 van 1**

Uitvoeringsontwerp ontwerp (UO) Formaat: **A0**

Grondwerkzaamheden afdekking stortplaats Schaal: **1:50/250/1000**

Situatie, dwarsprofiel en details Tekening / document Nr: **PL344-UIO-TEK-GRW-001**

Besteknr. / Contractnr: Status: **Definitief**

Bijlage 8: Hoogteverandering noordtalud (sept.2020-juni2023)

Bijlage 9: Effect aanleg bovenafdichting op stabiliteit

