

RAPPORT

Ontwerp nieuw tracé boezemkade Drents diep

Klant: Waterschap Hunze en Aa's

Referentie: BG8269MARP1910111940

Status: Finale versie/P02.00

Datum: 11 oktober 2019

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Maritime & Aviation
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Ontwerp nieuw tracé boezemkade Drents diep

Ondertitel: Drents Diep
Referentie: BG8269MARP1910111940
Status: P02.00/Finale versie
Datum: 11 oktober 2019
Projectnaam: Drents Diep
Projectnummer: BG8269-101-100
Auteur(s): Clara Spoorenberg

Opgesteld door: Clara Spoorenberg

Gecontroleerd door: Ilse Hergarden

Datum/Initialen: 16/9/2019 IHE

Goedgekeurd door: Remco Drewes

Datum/Initialen: 11 oktober 2019 RDRE

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Kader en doelstelling	1
2	Uitgangspunten	2
2.1	Beschikbare gegevens	2
2.2	Normen en richtlijnen	2
2.3	Belastingen	2
2.3.1	Hydraulische belasting	2
2.3.2	Verkeersbelasting	2
2.4	Principe dwarsprofiel	2
2.5	Bodemopbouw en vakindeling	3
2.6	Geotechnische parameters - Sterkte- en samendrukking	4
2.7	Hydrologische uitgangspunten	6
2.8	Schade- en schematiseringsfactor	7
3	Ontwerpberekeningen waterkering	8
3.1	Algemeen	8
3.2	Hoogte	8
3.3	Bepaling aanleghoogte	8
3.4	Macrostabieliteit binnenwaarts	9
3.5	Macrostabieliteit buitenwaarts	10
3.6	Piping en heave	10
3.7	Microstabieliteit	11
3.8	Bekleding	11
4	Dimensies, uitvoeringsaspecten en overige aandachtspunten	13
4.1	Dimensies en materialisatie ontwerp	13
4.2	Uitvoeringsaspecten	13
4.3	Aansluitingen	15
4.4	Legger en beheerregister	15
4.5	Overige aandachtspunten	15

5 Literatuurlijst

16

Bijlagen

- A1 BIJLAGE VELD- EN LABORATORIUMONDERZOEK
- A2 RESULTATEN ZETTINGSBEREKENINGEN
- A3 RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN WATERKERING
- A4 RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN UITVOERING

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Waterschap Hunze en Aa's heeft Royal HaskoningDHV opdracht verstrekt voor het opstellen van een voorlopig ontwerp (VO) en definitief ontwerp (DO) voor aanleg van een nieuw kadetracé, ter plaatse van de kruising van het Drents Diep met het Winschoterdiep, zoals weergegeven in Figuur 1-1 (linker figuur, nieuw tracé in rood). Het nieuwe tracé heeft een lengte van circa 300 meter. De huidige kade blijft gehandhaafd als hoog voorland, maar verliest haar functie als waterkering.



Figuur 1-1: Voorgesteld nieuw tracé Drents Diep (links) en huidige situatie (rechts, bron: open data waterschap Hunze en Aa's)

1.2 Kader en doelstelling

Het doel van voorliggende rapportage omvat het uitvoeren van de waterbouwkundige analyses ten behoeve van het opstellen van een voorlopig ontwerp (VO) en definitief ontwerp (DO) voor het nieuwe kadetracé. De berekeningen die zijn uitgevoerd ten behoeve van deze technische uitwerking, zijn opgenomen in de volgende hoofdstukken.

Dit technisch VO dient, evenals de overige rapportages (zie **Error! Reference source not found.**), ten behoeve van het opstellen van het Projectplan Waterwet (PPWW).

Aan de hand van de VO- en DO-berekeningen zijn de dimensies en materialisatie van de nieuwe kade vastgesteld. Tevens is een controle op eventuele raakvlakken uitgevoerd, zoals de aanwezigheid van begroeiing in relatie tot de waterveiligheid.

2 Uitgangspunten

2.1 Beschikbare gegevens

Van de huidige kade zijn geen gegevens beschikbaar. Ten behoeve van het project is geotechnisch veld- en (beperkt) laboratoriumonderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen als bijlage bij deze rapportage.

Voor de aanleg van de nieuwe kade is een principe dwarsprofiel (conform het Masterplan Kade, waterschap Hunze en Aa's) aangeleverd, waarin maatvoering en eisen aan de bekleding zijn aangegeven (2.4). Dit principe dwarsprofiel sluit aan op het ontwerp dwarsprofiel in "Projectplan Waterwet Kadeverbetering Boezemkering Drents Diep" (Waterschap Hunze en Aa's, mei 2018) dat is opgesteld ten behoeve van het traject camping Meerwijck. Dit traject ligt enkele kilometers ten zuiden van voorliggend projectgebied.

2.2 Normen en richtlijnen

Het ontwerp is opgesteld conform de "Handreiking Ontwerpen & Verbeteren Boezemkaden" - ORK2009-6 (STOWA, 2009). Hierbij is indien noodzakelijk gebruik gemaakt naar onderliggende handreikingen en technisch rapporten (TAW/ENW).

Voor het ontwerp van de kade is uitgegaan van IPO klasse III (T=100 jaar), op basis van de Omgevingsverordening provincie Groningen 2016 - vastgesteld door Provinciale Staten op 1 juni 2016. De ontwerplevensduur van de nieuwe kade bedraagt 30 jaar, bij het vaststellen van de aanleghoogte wordt rekening gehouden met een overhoogte ten behoeve van zetting, klink en autonome bodemdaling gedurende deze levensduur.

2.3 Belastingen

2.3.1 Hydraulische belasting

Het ontwerppeil (MHW – Maatgevend Hoog Water) van het Drents Diep bedraagt NAP +1,5 m. Dit is de hoogte van de lokale waterstand, er is van uitgegaan dat er geen sprake is van verhoging ten gevolge van scheefstand, windopzet en/of golven.

Voor de val na hoogwater is het streefpeil op het Drents diep aangehouden, dit bedraagt NAP +0,53 m (Peilbesluit Eemskanaal Dollardboezem, 8 augustus 2000).

Het polderpeil in het achterland is NAP -0,8 m (bron digitale legger Waterschap Hunze en Aa's).

2.3.2 Verkeersbelasting

De grootte van de verkeersbelasting bedraagt 13 kN/m² over een strookbreedte van 2,5 m (bron: Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies – TRWG) en wordt uitsluitend toegepast voor STBI berekeningen.

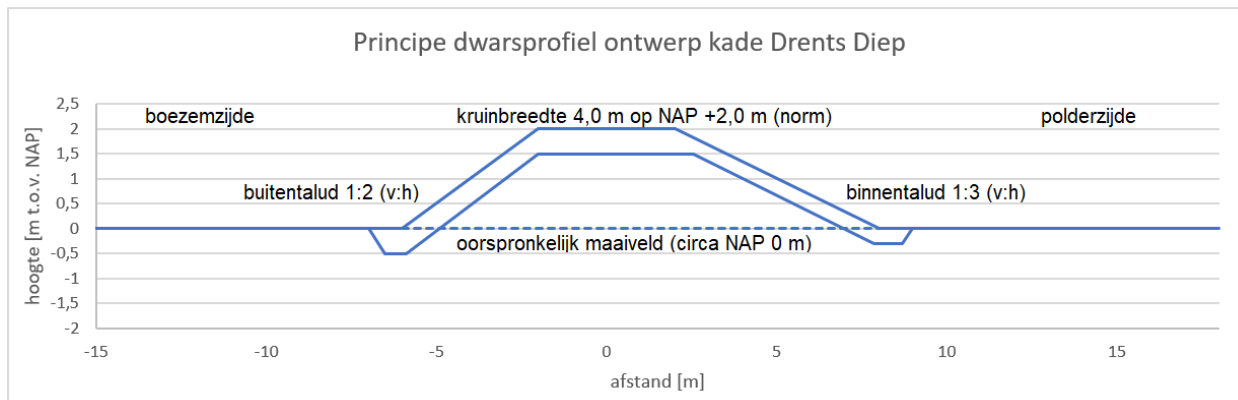
2.4 Principe dwarsprofiel

In Figuur 2-1 is het principe ontwerpprofiel van de nieuwe kade opgenomen. Conform uitgangspunten van het Waterschap Hunze en Aa's, bedraagt de kruinhoogtemarge 0,5 m. Bij een MHW van NAP +1,5 m, bedraagt de ontwerp kruinhoogte hiermee NAP +2,0 m.

Voor het buitentalud wordt een taludhelling van 1:2 (v:h) aangehouden en voor het binnentalud bedraagt de taludhelling 1:3 (v:h).

Rekening is gehouden met een kleideklaag met een dikte van 0,5 m op buitentalud en kruin (gemeten loodrecht op het talud). Voor het binnentalud volstaat een kleideklaag met een dikte van 0,3 m (loodrecht op het talud).

De materialisatie van de kade, alsmede de aanleghoogte in verband met zettingen en klink, volgen uit de ontwerpberoeeningen in hoofdstuk 3.



Figuur 2-1: Principe dwarsprofiel nieuwe kade Drents Diep – maatvoering en kleilaag (gebaseerd op informatie Waterschap Hunze en Aa's)

2.5 Bodemopbouw en vakindeling

Op basis van het uitgevoerde geotechnisch onderzoek (sonderingen en boringen, zie geotechnische rapportage in bijlage A1) is de volgende algemene laagopbouw vastgesteld:

Tabel 2-1: Laagopbouw nieuw kadetracé Drents Diep op basis van geotechnisch grondonderzoek

Naam [-]	Bovenkant [m t.o.v. NAP]	Beschrijving [-]
Maaiveld	-0,43 à +0,34	Ter plaatse van de aansluitingen met de bestaande kade: circa NAP +2,0 m.
Toplaag	Maaiveld	Klei, matig siltig, lokaal matig humeus of zwak zandig. Consistentie hard.
Veen	-0,7 à -1,4	Veen, mineraalarm. Consistentie matig slap.
Klei	-1,7 à -3,25	Klei, veenhoudend tot veen, matig kleilig.
Zand	-2,0 à -3,4	Zandondergrond, matig fijn zand, stoorlaagjes tot circa NAP -7 m.

De veenlaag heeft uitsluitend ter plaatse van de noordelijke aansluiting een geringere dikte (<1,0 m), in de rest van het traject bedraagt de gemiddelde dikte van de veenlaag circa 2,0 m. De lokale dunnere dikte van de veenlaag hangt mogelijk samen met de ligging van de oude stroomgeul (en bijbehorende geomorfologische eenheden). Voor het uitvoeren van de berekeningen is een nadere vakindeling opgesteld en is op basis van de laagopbouw uit Tabel 2-1 de volgende bodemopbouw aangehouden:

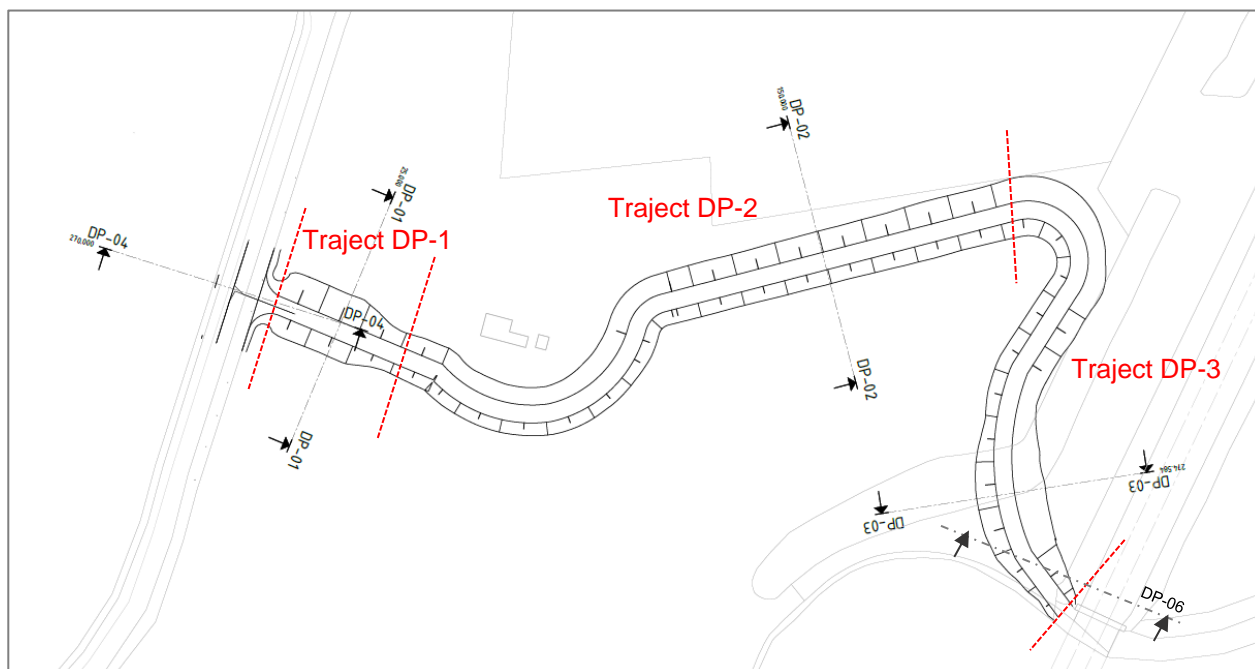
Tabel 2-2: Laagopbouw voor geotechnische berekeningen (DP-2 en DP-3)

Grondsoort [-]	Van [m t.o.v. NAP]	Tot [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]
Toplaag	maaiveld	-1,0	0,6 à 1,4
Veen	-1,0	-3,0	2,0
Klei	-3,0	-3,3	0,3
zand	-3,3	Max. verkende diepte	n.v.t.

Tabel 2-3: Laagopbouw voor geotechnische berekeningen (DP-1)

Grondsoort [-]	Van [m t.o.v. NAP]	Tot [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]
Toplaag	Maaiveld (NAP -0,5 m)	-0,9	0,4
Veen	-0,9	-1,7	0,8
zand	-1,7	Max. verkende diepte	n.v.t.

In onderstaand figuur is een overzicht van de locaties van de dwarsprofielen opgenomen. Hierin zijn tevens de trajecten getoond waarop de berekeningen van toepassing zijn. De indeling is gebaseerd op zowel bodemopbouw als hoogteligging van het maaiveld (gebaseerd op AHN2 data). DP-4 betreft een dwarsprofiel over de bestaande kade van het Winschoterdiep. Dit profiel is uitsluitend bij de pipinganalyse beschouwd.



Figuur 2-2: Dwarsprofielen en trajectindeling nieuwe kade Drents Diep

2.6 Geotechnische parameters - Sterkte- en samendrukking

In het laboratorium zijn volumegewichtsbepalingen en handvinproeven uitgevoerd (zie rapportage in bijlage A1). In combinatie met de conusweerstand (q_c) uit de sonderingen, vormen deze bepalingen de ingang voor het afleiden van de karakteristieke geotechnische parameters uit tabel 2.b (Eurocode: NEN-EN-9997: 2016). Voor het bepalen van de rekenwaarden zijn de materiaalfactoren (γ_m) uit tabel A.4a en A.4c (eveneens Eurocode) aangehouden. Conform de “Handreiking Ontwerpen & Verbeteren Boezemkaden” is uitgegaan van veiligheidsklasse RC3. In

Tabel 2-4 en Tabel 2-5 zijn respectievelijk de zettings- en stabiliteitsparameters opgenomen. Voor de NEN-Bjerrum parameters bedraagt de materiaalfactor $\gamma_m = 1,0$, zodat de karakteristieke waarde tevens de rekenwaarde vormt.

Tabel 2-4: Geotechnische parameters voor ontwerpberekeningen zettingen en klink kade Drents Diep

Naam [-]	γ_{veld} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	$\gamma_{\text{m;sam}}$ [-]	$c_c/(1+e_0)$ [-]	c_α [-]	$c_R/(1+e_0)$ [-]
Kademateriaal	18,5	18,5	1,0	n.v.t. klink circa 10%		
Toplaag	17	17	1,0	0,1533	0,0061	0,0511
Veen	10	10	1,0	0,3067	0,0153	0,1022
Klei	15	15	1,0	0,2300	0,0092	0,0767
Zand	18	20	1,0	0,0115	0	0,0038

Met: γ_{veld} = veldvochtig volumegewicht
 γ_{sat} = verzadigd volumegewicht
 $\gamma_{\text{m;sam}}$ = materiaalfactor voor samendrukkingsparameters
 $c_c/(1+e_0)$, c_α en $c_R/(1+e_0)$ = samendrukkingsparameters NEN-Bjerrum model

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met DSettlement, versie 18.1.

Tabel 2-5: Geotechnische parameters voor ontwerpberekeningen stabiliteit kade Drents Diep

Naam [-]	γ_{veld} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ'_{kar} [°]	c'_{kar} [kN/m ²]	$\gamma_{\text{m;tan}\phi'}$ [-]	$\gamma_{\text{m;c}'}$ [-]	ϕ'_{reken} [°]	c'_{reken} [kN/m ²]
Kademateriaal	18,5	18,5	27,5	5	1,3	1,6	21,82	3,13
Toplaag	17	17	22,5	2,5	1,3	1,6	17,67	1,56
Veen	10	10	15	2,5	1,3	1,6	11,65	1,56
Klei	15	15	17,5	5	1,3	1,6	13,63	3,13
Zand	18	20	30	0	1,3	1,6	23,95	0

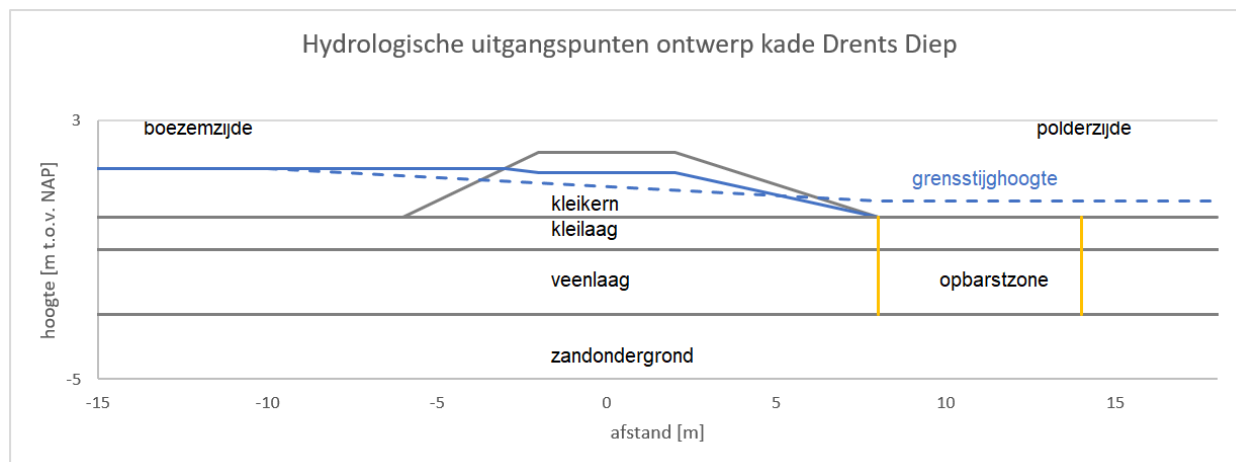
Met: ϕ'_{kar} en ϕ'_{reken} = respectievelijk karakteristieke en rekenwaarde van de hoek van inwendige wrijving
 c'_{kar} en c'_{reken} = respectievelijk karakteristieke en rekenwaarde voor de cohesie
 $\gamma_{\text{m;\phi}'}$ en $\gamma_{\text{m;c}'}$ = materiaalfactoren voor sterkteparameters. N.B. voor bepaling van de hoek van inwendige wrijving, wordt deze toegepast op $\tan \phi$.

De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd met DGeoStability, versie 18.1.

2.7 Hydrologische uitgangspunten

De modellering van de freatische lijn en de stijghoogte in de zandondergrond onder maatgevende omstandigheden zijn gebaseerd op de veilige aannamen in het "Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken" (TRWD). Voor de berekeningen van zettingen en uitvoeringsstabiliteit, is uitgegaan van dagelijkse omstandigheden (polderpeil).

De hydrologische uitgangspunten conform TRWD zijn opgenomen in onderstaande figuur. Het betreft de inschatting van de hydrologische uitgangspunten op basis van veilige aannamen. Dit is een conservatieve benadering.



Figuur 2-3: Modellerings hydrologische uitgangspunten ontwerp kade Drents Diep op basis van TRWD

De freatische lijn (doorgetrokken blauwe lijn) vertoont een opbolling bij maatgevend hoogwater (berekening macrostabiliteit binnenwaarts). Aangezien geen binnenteensloot aanwezig is, is voor de schematisering uitgegaan van het freatisch vlak in maaiveld in plaats van polderpeil.

Bij een val na hoogwater (macrostabiliteit buitenwaarts) is uitgegaan van val tot NAP +1,20 m (mail waterschap Hunze en Aa's, 23 september 2019). Deze geringe val na MHW (in plaats van val naar boezempeil NAP +0,53 m), hangt samen met de ligging van een voorlandkering rond het nieuwe kadetracé (zie ook 3.1). Volgens opgaaf van het waterschap wordt deze voorlandkering op NAP +1,20 m gehandhaafd. Het verder leegpompen na een hoogwater (van NAP +1,20 m tot polderpeil) zal gecontroleerd gebeuren. Hiervoor zijn geen berekeningen gemaakt, omdat er van wordt uitgegaan dat de freatische lijn in de kade met gelijke tred zal uitzakken en er geen verzadigd buitentalud optreedt. Voor de schematisering van de freatische lijn in het buitentalud bij val na MHW (van NAP +1,50 tot +1,20 m) is er van uitgegaan dat deze conform de uitgangspunten voor macrostabiliteit binnenwaarts ligt.

Voor de bepaling van de stijghoogte (macrostabiliteit binnenwaarts en piping) is in eerste instantie beoordeeld of opbarsten een rol kan spelen. De opbarstveiligheid is in het gehele kadetraject onvoldoende. Dit betekent dat de stijghoogte in het achterland begrensd wordt door de grensstijghoogte (gestippelde blauwe lijn). Voor de berekening van de macrostabiliteit van het binnentalud betekent dit, dat bovendien moet worden uitgegaan van een reductie van de sterkte van de samendrukbare lagen in de opbarstzone. In afwijking van de gebruikelijke reductie in de opbarstzone tot $c' = \varphi' = 0$ is uitgegaan van 50% van de sterkte van de deklagen.

2.8 Schade- en schematiseringsfactor

Conform de "Handreiking Ontwerpen & Verbeteren Boezemkaden" bedraagt de schadefactor $\gamma_n = 0,9$. Het uitgangspunt van de stabiliteitsbeoordeling is een conservatieve inschatting van de bodemopbouw en waterspanningen. De onzekerheid hierin wordt vooralsnog verdisconteerd met een schematiseringsfactor $\gamma_b = 1,2$. De schematiseringsfactor kan onderbouwd worden gereduceerd, maximaal tot 1,0. Eventuele optimalisatie van de schematiseringsfactor is beoordeeld in het licht van de gehanteerde uitgangspunten. Hieruit is gebleken dat optimalisatie op basis van de beschikbare informatie niet mogelijk is. Voor de schematiseringsfactor wordt derhalve de defaultwaarde van $\gamma_b = 1,2$ gehanteerd. De minimaal benodigde stabiliteitsfactor bedraagt hiermee $S.F._{eind} \geq 1,08$ voor de eindstabiliteit. Gedurende de uitvoering volstaat een minimale stabiliteitsfactor van $S.F._{uitvoering} \geq 0,9$.

3 Ontwerpberekeningen waterkering

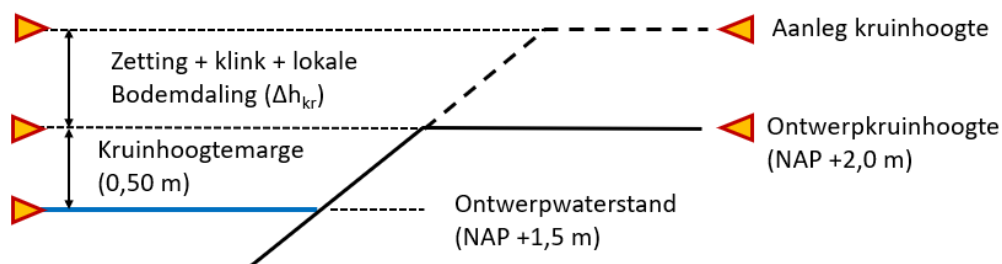
3.1 Algemeen

Bij het uitwerken van de ontwerpberekeningen is het principe profiel als uitgangspunt gehanteerd. Voor de materialisatie van het kernmateriaal van de kade, is er van uitgegaan dat vrijkomend materiaal uit de bestaande kade (boven NAP +1,20 m) wordt toegepast. Dit materiaal bestaat uit klei, silt- of zandhoudend. Wanneer met dit materiaal niet aan de waterkeringseisen kan worden voldaan, kan ofwel het ontwerp worden aangepast (flauwere taluds) ofwel een ander materiaal (zand) worden toegepast.

3.2 Hoogte

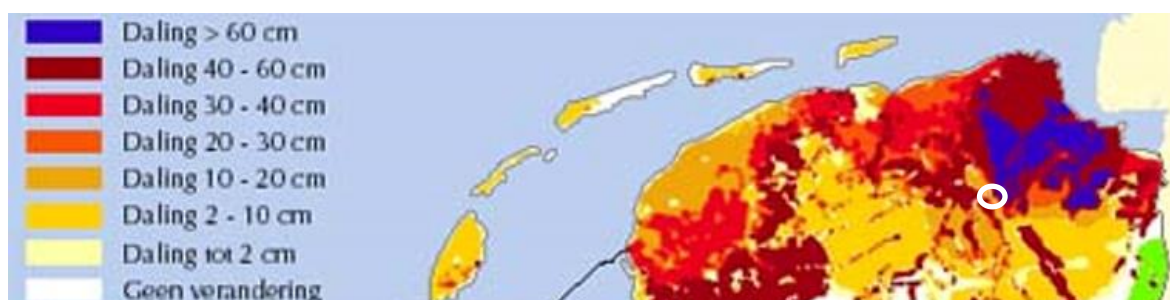
3.3 Bepaling aanleghoogte

De kruinhoogtemarge op de stilwaterstand bedraagt 0,5 m. De ontwerpkuirhoogte ligt hiermee op NAP +2,0 m. Om de aanleghoogte te bepalen, is de zetting + klink + lokale bodemdaling bepaald, die gedurende de gebruikslevensduur van de kade (30 jaar) op zal treden. In onderstaande figuur zijn de verschillende onderdelen voor het bepalen van de aanleg kruirhoogte weergegeven.



Figuur 3-1: Definitie begrippen bij hoogteontwerp (bron: TRWG)

Om Δh_{kr} te bepalen zijn zettingsberekeningen uitgevoerd. Voor de klink is uitgegaan van 5% van de netto ophoging (de defaultwaarde bedraagt 10% conform het TRWG, bij zorgvuldige uitvoering mag 5% worden gehanteerd), de lokale bodemdaling is afgeleid van de Bodemdalingskaart van Nederland (screenshot in Figuur 3-2).



Figuur 3-2: Bodemdalingskaart van Nederland (uitsnede)

Op basis van Figuur 3-2 is ingeschat dat het projectgebied zich bevindt in de zone "10 tot 20 cm". Dit betreft de verwachte zetting voor 50 jaar. Op basis hiervan is de lokale bodemdaling voor het projectgebied bepaald op 0,1 m in 30 jaar.

In onderstaande tabel is de bepaling van de aanleghoogte opgenomen. In verband met onzekerheden in de zettingsberekeningen (+/- 30%) heeft het waterschap aangegeven om slechts 70% van de berekende

overhoogte aan te brengen. Dit is verwerkt in Tabel 3-1. De onderliggende zettingsberekeningen (ten behoeve van de bepaling van 100% berekende zetting) zijn opgenomen in bijlage A2.

Tabel 3-1: Bepaling aanleghoogte kade Drents Diep

Profiel [-]	Huidig maaiveld [m t.o.v. NAP]	Netto ophoging [m]	Zetting [m]	70% zetting [m]	Klink ¹⁾ [m]	Bodem-daling [m]	Δh_{kr} [m]	Aanleg Hoogte [m t.o.v. NAP]
Traject DP-1	-0,2	2,2	0,35	0,25	0,11	0,1	2,66	+2,45
Traject DP-2	+0,35	1,65	0,57	0,40	0,08	0,1	2,25	+2,6
Traject DP-3	-0,45	2,45	0,85	0,60	0,12	0,1	3,27	+2,8

¹⁾ Conform Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies: De te verwachte klink van vers aangebrachte grond is slechts bij benadering te bepalen. Voor de klink van klei wordt een waarde van 10% van de ophoging aanbevolen. Bij zorgvuldige uitvoering en verdichting kan deze waarde worden teruggebracht tot 5%.

Indien op basis van de berekeningen ten behoeve van het ontwerp van de overige ontwerpssporen blijkt dat het principeprofiel moet worden aangepast (bijvoorbeeld de aanleg van berm), worden in 4.2 aanvullende zettingsberekeningen opgenomen ten behoeve van de uitvoering. Ook wordt in deze paragraaf nader ingegaan op het tijd-zettingsverloop voor de in Tabel 3-1 afgeleide aanleghoogte bij 70% zettingscompensatie.

3.4 Macrostabieliteit binnenwaarts

Uit de berekening van macrostabieliteit binnenwaarts blijkt dat het principeprofiel niet aan de stabiliteitseisen voldoet, zelfs niet onder dagelijkse omstandigheden. De lage stabiliteit van het profiel hangt samen met de volgende aspecten:

- Dikke veenlaag met geringe sterkte relatief hoog in het bodemprofiel;
- Lage ligging van het maaiveld (lokaal <NAP 0m).

Om tot een ontwerp te komen dat aan de waterkeringseisen voldoet, is een binnenberm benodigd met een hoogte van tenminste NAP +0,75 m een bovenbreedte van 5 m. Aangezien het profiel op afschot (circa 1:50 v:h moet liggen in de gebruiksfase, bedraagt de hoogte in de kniklijn met het binnentalud tenminste NAP +0,85 m.

Ter plaatse van trajectgedeelten waar het maaiveld lager ligt dan NAP 0 m, moet dit bovendien in een zone van 5 m vanuit de teen (zowel binnen- als buitenteen) worden opgehoogd tot NAP 0 m. De 5 m zone wordt hierbij aangemerkt als de veiligheidszone van de dijk, waarbinnen geen waterkeringvreemde objecten kunnen worden toegestaan.

De berekeningsresultaten van het ontwerp zijn opgenomen in bijlage A3. In onderstaande tabel zijn de berekende veiligheidsfactoren van alle berekeningen opgenomen. De resultaten van de varianten die niet aan de minimaal vereiste stabiliteitsfactor voldoen, zijn ter informatie weergegeven.

Tabel 3-2: Resultaten berekeningen macrostabieliteit binnenwaarts

Berekening	Stabiliteitsfactor	Conclusie	Toelichting
DP-1	0,73	Voldoet niet	Maatregel benodigd
DP-1 berm 5 m	1,11	Voldoet	Ontwerpberekening
DP-2+3	0,74	Voldoet niet	Maatregel benodigd
DP-2+3 berm 5 m	1,08	Voldoet	Ontwerpberekening
DP-2+3 ontwerp verkeer berm	1,16	Voldoet	Verificatie toegangsweg op berm ¹⁾

¹⁾ Omdat het wenselijk is de toegangsweg tot de hondenclub over de berm te leggen, is voor DP-2+3 een verificatieberekening uitgevoerd onder maatgevende omstandigheden. Gerekend is met een licht voertuig (personenwagen) met een belasting van 5 kN/m² over een breedte van 2 m.

3.5 Macrostabieliteit buitenwaarts

De buitenwaartse macrostabieliteit voldoet aan de minimaal vereiste stabiliteitsfactor die vanuit de waterkerende functie aan het buitentalud gesteld wordt, wanneer wordt uitgegaan van een val tot NAP +1,2 m. Het buitentalud kan bij dit uitgangspunt worden aangelegd op een helling van 1:2 (v:h).

De berekeningsresultaten van het ontwerp zijn opgenomen in bijlage A3. In onderstaande tabel zijn de berekende veiligheidsfactoren van de ontwerpberekeningen opgenomen.

Tabel 3-3: Resultaten berekeningen macrostabieliteit binnenwaarts

Berekening	Stabiliteitsfactor	Conclusie	Toelichting
DP-1 talud 1:2	1,19	Voldoet	Bij val na MHW tot NAP +1,2 m
DP-2+3 talud 1:2	1,22	Voldoet	Bij val na MHW tot NAP +1,2 m

3.6 Piping en heave

Omdat er een deklaag aanwezig is van 1,2 à 3,3 m, wordt een controle op piping uitgevoerd. De nieuwe kade heeft een aanzienlijk voorland, waarmee er geen intredepunt voor piping is binnen enkele tientallen meters. Het voorland mag echter maar ter grote van eenmaal de zate worden benut (begrenzing aanwezige pipinglengte op $L_{aanw} = 2x \text{ zate}$). Ter plaatse van de aansluitingen op de bestaande kaden (in het noorden de kade van het Winschoterdiep en in het zuiden de bestaande kade van het Drents Diep), ligt het intredepunt voor piping mogelijk wel nabij de buitenteen van de (bestaande) kade.

In onderstaande tabel zijn de opbarstberekeningen en pipinganalyses opgenomen, voor de beide deklaagdikten bij een laaggelegen maaiveld (maatgevend voor opbarsten en piping). Ook de aansluitende kades van het Drents Diep en Winschoterdiep zijn gecontroleerd. De minimaal benodigde kwelweglengte conform Bligh bedraagt $L_{ben} = c_w * (\Delta H + 0,3*d)$. Hierin is c_w de dimensieloze creepfactor ($c_w = 18$ voor fijn zand), ΔH is het verval over de kade (in dit geval 2,0 m, aangezien het achterland op NAP -0,5 m ligt) en d de deklaagdikte.

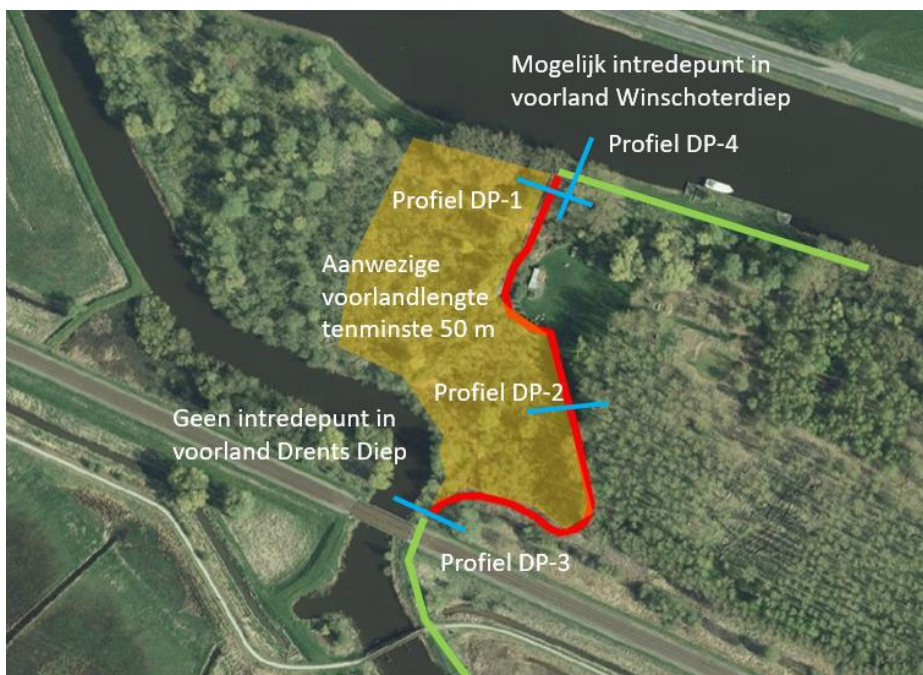
Tabel 3-4: Resultaten opbarst- en pipingberekeningen

Profiel [beschrijving]	d [m]	S.F.-opbarst [-]	ΔH [m]	$L_{benodigd}$ [m]	$L_{aanwezig}^{1)}$ [m]	Piping oordeel
Nieuwe kade DP-1	1,2	0,43	2,0	30	33	Voldoet
Nieuwe kade DP-2	3,3	0,87	2,0	21	33	Voldoet
Kade Drents Diep DP-3	3,3	0,87	2,0	21	>21	Voldoet ²⁾
Kade Winschoterdiep DP-4	1,2	0,43	2,0	30	16,5	Voldoet niet

¹⁾ Hierbij is nog geen rekening gehouden met de stabiliteitsbermen zoals berekend in 3.4 en 3.5. Hierdoor neemt de zate toe, evenals de aanwezige lengte bij $2 * \text{zate}$ in geval van een lang voorland.

²⁾ Het Drents Diep heeft een bodemhoogte die hoogstwaarschijnlijk (gebaseerd op PPWW Boezemkade Drents Diep, waterschap Hunze en Aa's, 2018) hoger ligt dan de bovenzijde van de zandlaag. Hiermee is er geen sprake van een intredepunt en is deze aansluiting niet pipinggevoelig.

Op basis van de pipingberekeningen wordt geconcludeerd dat het ontwerp van de nieuwe kade zowel bij een dikke als een dunne deklaag voldoet aan het pipingcriterium. Dit hangt samen met het grote voorland dat voor de kade gelegen is. De aansluitende kade van het Winschoterdiep voldoet echter niet. In Figuur 3-3 zijn de beoordeelde dwarsprofielen opgenomen.



Figuur 3-3: Dwarsprofielen beoordeling piping

Ter illustratie is in **Error! Reference source not found.** het kritieke pipingprofiel van de kade van het Winschoterdiep opgenomen. Omdat deze kade niet in de scope van de opdracht zit, en de nieuwe kade wel voldoet aan het pipingcriterium, is het ontwerp van deze kade niet aangepast op het pipinglengtetekort.

3.7 Microstabiliteit

Bij het ontwerp van de kade met een kleikern, zoals voorzien, speelt microstabiliteit geen rol. Er zijn geen aanvullende maatregelen benodigd voor dit faalmechanisme. Wanneer blijkt dat de vrijkomende grond hoofdzakelijk uit zand bestaat en de kern van de kade daardoor uit zand wordt opgebouwd, zal het ontwerp van de zandkern gecontroleerd moeten worden op microstabiliteit.

3.8 Bekleding

Op buitentalud, kruin en binnentalud wordt een kleibekleding met een dikte van respectievelijk 0,5 m en 0,3 m aangebracht. Deze laag dient als substraat voor een grasmat en als erosiebestendige laag tegen eventuele hydraulische belastingen. Aangezien het voorland volledig begroeid is met bomen, is er van uitgegaan dat er geen significante golven ontstaan bij een hoogwater. Mede hierdoor zal het overslagdebiet gering zijn ($<0,1$ l/m/s). Dit betekent dat aan kruin en binnentalud geen aanvullende eisen met betrekking tot erosiebestendigheid worden gesteld. Voor het buitentalud geldt dat vanwege de lage golfbelasting, er geen aanvullende eisen aan de erosiebestendigheid van de kleilaag worden gesteld. Dit betekent dat er uitsluitend vanuit de ontwikkeling van de grasmat eisen aan de kleibekleding worden gesteld. De klei dient goed doorwortelbaar te zijn en over voldoende voedingsstoffen en capaciteit voor

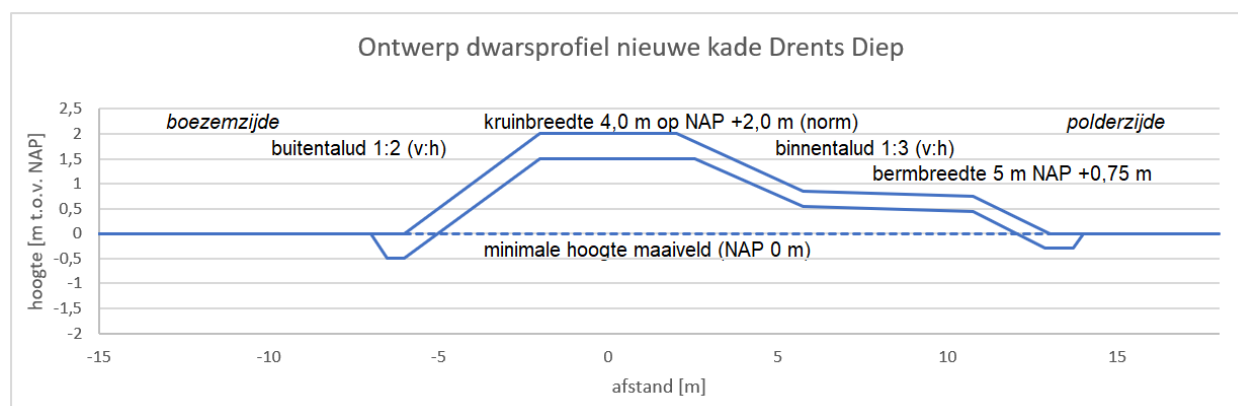
het vasthouden van water te beschikken. In 4.1 wordt nader ingegaan op de materialisatie van deze bekledingsklei.

4 Dimensies, uitvoeringsaspecten en overige aandachtspunten

4.1 Dimensies en materialisatie ontwerp

In figuur Figuur 4-1 zijn de dimensies van het ontwerp van de nieuwe kade opgenomen. Uitgangspunten met betrekking tot de materialisatie hiervan zijn:

- Indien het maaiveld onder NAP 0 m gelegen is, dient dit in een zone van 5 m aan weerszijden van de kade te worden opgehoogd tot NAP 0 m;
- Kernmateriaal klei, matig siltig of matig zandhoudend, maximaal 5% organische stof, goed verdicht en aangebracht conform verdichtingseisen en verwerkingsgrenzen RAW systematiek;
- Bekledingsklei, minimaal 8% lutum, maximaal 40% zand, maximaal 8% organische stof, voldoende verdicht en ingezaaid met dijkmengels graszaad;
- Dikte kleibekleding buitentalud en kruin 0,5 m (gemeten loodrecht op talud) en 0,3 m op binnentalud (gemeten loodrecht op talud).



Figuur 4-1: Dimensies ontwerp nieuwe kade Drents Diep

4.2 Uitvoeringsaspecten

Met betrekking tot de uitvoering zijn er twee belangrijke aspecten:

1. Uitvoeringsstabiliteit versus ophoogfaserings;
2. Opleverstabiliteit in relatie tot gewenste in gebruikname van de kade.

Zoals vermeld in 3.2 wordt slechts 70% van de zettingscompensatie aangebracht als extra overhoogte (vermeerderd met de compensatie voor klink en bodemdaling). Aangezien dit een beperkte impact heeft op de zettings- en stabiliteitsberekeningen, is uitgegaan van de berekeningen voor 100% zettingscompensatie. Wel is de aanleghoogte geringer, waardoor het hoogteverschil met de aansluitende kaden eveneens minder groot is. Het waterschap wenst op basis van monitoring het zettingsgedrag van de ondergrond nauwkeuriger in beeld te brengen, waarmee na uitvoering van het werk een realistischer inschatting van de restzettingen gemaakt kan worden.

Ad. 1. Gedurende het aanleggen van de kade (aanlegfase) moet de uitvoeringsstabiliteit voldoen aan de hieraan gestelde uitvoeringseis ($S.F_{\text{uitvoering}} \geq 0,9$). De uitvoeringsstabiliteit bepaalt de ophoogsnelheid en daarmee de totale uitvoeringsduur. Aan de hand van zettings- en stabiliteitsberekeningen is onderstaand het ophoogschema bepaald.

Ad. 2. Ten gevolge van het aanbrengen van grond, zal de wateroverspanning in de ondergrond toenemen. De ondergrond heeft hierdoor (tijdelijk) een lagere sterkte, waardoor de gewenste

eindstabiliteit (ten behoeve van in gebruik name van de kade) pas na enige tijd bereikt wordt. Dit hangt samen met de consolidatiesnelheid van de ondergrond. Uit de initiële zettingsberekeningen (3.2) blijkt dat de consolidatieperiode (tot circa 80% consolidatie), circa 1 jaar beslaat. Dit is vanaf het moment dat de volledige ophoging is aangebracht. Dit houdt in dat de kade pas na 1 jaar in gebruik kan worden genomen en de oude kade derhalve nog 1 jaar lang dient te blijven functioneren. Ook het beheer en onderhoud van de huidige kade dient nog 1 jaar in stand te worden gehouden. Met behulp van zettingsversnellende maatregelen (tijdelijke extra overhoogte, verticale drainage, etc.) kan de consolidatietijd versnelt worden. Indien dit wenselijk is, zijn hiervoor aanvullende berekeningen benodigd.

Uitvoeringsstabiliteit

De uitvoeringsberekeningen zijn uitgevoerd met een initieel aanpassingspercentage van 20% en met een ongezet profiel (conservatief). Uit de berekeningen blijkt dat niet in één ophoogslag de volledige ophoging (inclusief overhoogte voor compensatie van zetting (70%) en klink) kan worden aangebracht ($S.F._{berekend} = 0,74 < S.F._{uitvoeringseis} = 0,9$), er is daarom een ophoogfasering opgesteld. Hierbij is uitgegaan van het dissipatieverloop op basis van de DSettlement berekeningen. De berekeningsresultaten zijn opgenomen in bijlage A4.

Het ophoogschema is samengevat in onderstaande tabel. Ten behoeve van de monitoring (4.5) zijn tevens de consolidatiepercentages vermeld voor opeenvolgende ophoogslagen. Onderscheid is gemaakt in DP-1 en DP2 & DP-3.

Tabel 4-1: Ophoogschema nieuwe kade Drents Diep

	DP-1	DP2 & DP-3
Oorspronkelijk maaiveld [m t.o.v. NAP]	-0,2 à -0,4	+0,2 à -0,5
Ophoogslag 1 ¹⁾ [m t.o.v. NAP]	n.v.t.	+1,0
Uitvoeringsstabiliteit [S.F.]	n.v.t.	0,91
Wachttijd [dagen]	n.v.t.	60
Te behalen consolidatiepercentage	n.v.t.	70%
Ophoogslag 2 [tot eindhoogte, incl. zetting, klink en bodemdaling]	Te verifiëren op basis van zakbaakmetingen (ingeschat op basis van zettingsberekeningen)	
Uitvoeringsstabiliteit [S.F.]	1,0	0,88
Wachttijd [dagen] tot in gebruik name	365	365
Te behalen consolidatiepercentage	80%	80%

¹⁾ Inclusief maaiveld ophoging 5 m zone tot NAP +0,25 m (inclusief zettingscompensatie), hoogte gerekend vanaf insteek bermen

Uit de berekeningen blijkt dat ter plaatse van traject DP-1 de volledige ophoogslag in één keer kan worden aangebracht. In verband met de uniformiteit binnen het project, wordt geadviseerd overal hetzelfde ophoogschema te hanteren.

Opgemerkt wordt dat op basis van monitoring van zakbakens en waterspanningsmeters, van bovenstaand schema kan worden afgeweken. Dit dient wel onderbouwd te worden op basis van aanvullende analyses.

4.3 Aansluitingen

Om inzicht te verkrijgen in de te verwachten zettingen ter plaatse van de aansluiting van de nieuwe kade op de spoordijk, is een aanvullende zettingsberekening uitgevoerd. Hiervoor is DP-6 als basis genomen. De huidige spoordijk heeft een hoogte van circa NAP +3,7 m. Om inzicht te krijgen in de zettingen die zullen optreden ten gevolge van de nieuwe ophoging, is rekening gehouden met zettingen die reeds zijn opgetreden bij aanleg van de spoordijk zelf. Immers, de samendrukbare (veen)laag zal hierdoor lokaal dunner zijn dan in het omliggende maagdelijk gebied.

Uit de zettingsberekeningen blijkt dat ter plaatse van de kruin van de nieuwe kade op de aansluiting de berekende zetting ten hoogste 0,4 m bedraagt. Deze geringere zetting hangt samen met het lokaal hogere maaiveld, waardoor de netto ophoging geringer is. Geadviseerd wordt in de aanlegtekeningen de aan te brengen aanleghoogte geleidelijk te laten verlopen.

Ter plaatse van de kruin van de spoordijk bedraagt de berekende zetting ten hoogste 0,1 m. Opgemerkt wordt dat dit grotendeels kruip bedraagt (dit hangt samen met het gehanteerde zettingsmodel). Uitgegaan mag worden van 0-0,1 m zetting. Geadviseerd wordt de zettingen ook ter plaatse van de kruin van de spoordijk te monitoren.

De berekeningsresultaten van de aanvullende berekening zijn opgenomen in bijlage A4.

4.4 Legger en beheerregister

Het leggerprofiel (Figuur 4-1) dient te worden opgenomen in de legger van het waterschap. Ook de veiligheidszone van 5 m aan weerszijden van de kade (\geq NAP 0 m) hoort hierbij te worden vastgelegd. Binnen de veiligheidszone kunnen geen bomen worden toegestaan, tenzij deze op een dusdanige overhoogte worden geplaatst dat bij ontgroning het leggerprofiel en de veiligheidszone niet worden aangetast.

4.5 Overige aandachtspunten

Geadviseerd wordt om een monitoringsplan op te stellen waarin ophoogslagen en consolidatiepercentages zijn vastgelegd. Ten behoeve van de monitoring kan worden gedacht aan zakbakens (bijvoorbeeld elke 50 m, in de buiten- of binnenteenlijn van de toekomstige kruin) en waterspanningsmeters in de veenlaag (bijvoorbeeld in 2 karakteristieke profielen, op 2 dieptes in het profiel).

Bij het opstellen van het ontwerp is er van uitgegaan dat de kade wordt opgenomen in het Beheer en Onderhoudsplan van het waterschap en dat de kade gedurende de levensduur beheerd en onderhouden wordt als waterkering. Hierbij hoort onderhoud van de grasmat, herstel van (hoogwater) schades, inspecties, etc.

Ten aanzien van het pipingtekort van de kade langs het Winschoterdiep wordt geadviseerd nader onderzoek uit te voeren naar de omvang van de tekortkoming en hiervoor een ontwerp op te stellen. Indien mogelijk kan de uitvoering hiervan gecombineerd worden met de uitvoering van de aanleg van de nieuwe kade Drents Diep.

5 Literatuurlijst

“Projectplan Waterwet Kadeverbetering Boezemkering Drents Diep” (Waterschap Hunze en Aa’s, mei 2018)

“Handreiking Ontwerpen & Verbeteren Boezemkaden” - ORK2009-6 (STOWA, 2009)

“Handreiking Constructief Ontwerpen”, TAW, april 1994

“Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies”, TAW, juni 2001

“Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen”, maart, 1999

Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken”, TAW, september 2004

“Omgevingsverordening provincie Groningen 2016” - vastgesteld door Provinciale Staten op 1 juni 2016

“Peilbesluit Eemskanaal Dollardboezem”, 8 augustus 2000.

“digitale legger waterschap Hunze en Aa’s”

A1 BIJLAGE VELD- EN LABORATORIUMONDERZOEK

Geotechnisch onderzoek t.b.v.

**Aanleg regionale waterkering langs het Drents
Diep nabij Waterhuizen**

Projectnummer.:2019-1227



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



Geotechnisch onderzoek t.b.v.

**Aanleg regionale waterkering langs het Drents
Diep nabij Waterhuizen**

Projectnummer: 2019-1227

Opdrachtgever: Royal HaskoningDHV
t.a.v. de heer R. Drewes
Postbus 8064
9702 KB Groningen

Datum grondonderzoek: 1 en 14 augustus 2019

Datum rapportage: 29 augustus 2019

Bijlagen: Situatietekening
Sondeergrafieken DKP1 t/m DKP3
Handboorstaat HB1 t/m HB4
Laboratoriumresultaten



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

A. Palsma

E-mail: a.palsma@koopsggrondmechanica.nl
Telefoon: 06 - 50 29 84 41

H.J.H. Westerhof

E-mail: h.westerhof@koopsggrondmechanica.nl
Telefoon: 06 - 13 14 22 42

Koops grondmechanica

Postbus 428, 7940 AK Meppel
Telefoon: (0522) 26 00 84
E-mail: info@koopsggrondmechanica.nl
IBAN nr. NL35 RABO 0300 4695 35
KvK Meppel nr. 61574031
BTW nr. NL 8543.96.664.B01
www.koops-grondmechanica.nl

Royal HaskoningDHV
t.a.v. de heer R. Drewes
Postbus 8064
9702 KB Groningen



KG-2019-1227 HW/hw Leek, 29 augustus 2019

Betreft: **aanleg regionale waterkering langs het Drents Diep nabij Waterhuizen**

Uw projectnummer:

Geachte heer Drewes,

Op 30 juli 2019 ontvingen wij van u de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek ten behoeve van bovengenoemd project. In de vorm van dit rapport, doen wij u de resultaten toekomen.

Veldwerkzaamheden.

Het grondonderzoek heeft bestaan uit 3 sonderingen, waarvan de resultaten zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken DKP1 t/m DKP3.

De conus- en wrijvingsweerstand, uitgedrukt in mN/m^2 , is hierop uitgezet tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P.

De sonderingen zijn uitgevoerd met onze standaard sondeerwagen.

De metingen zijn verricht met een gladde elektrische (kleef-)mantelconus met hellingmeter, een en ander conform norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3.

Bij de kleefmantelsondering (DKP1 t/m DKP3) is naast de conusweerstand eveneens de plaatselijke wrijvingsweerstand en de waterspanning (u_2) geregistreerd. Het op de betreffende sondeergrafieken weergegeven wrijvingsgetal, geeft de verhouding weer tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand in procenten en is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten.



Koops & Romeijn grondmechanica is de naam waaronder een groep onafhankelijke, zelfstandige en ervaren adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie sinds 1996 samenwerkt. Deze samenwerking beperkt zich uitsluitend tot wederzijdse ondersteuning en kennisuitwisseling binnen de vaktechnische disciplines, zoals voorgaand genoemd. Van onderlinge juridische banden is geen sprake. De adviseurs zijn gevestigd te: **Bemmel - Oegstgeest - Ammerstol - Leek - Meppel - Velp - Wijchen.**

Op al onze werkzaamheden zijn de algemene leveringsvoorwaarden (ALV 2018) van de Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek (V.O.T.B.), zoals gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Nederland te Utrecht onder nr. 40476246 en de rechtsverhouding opdrachtgever-architect, ingenieurs en adviseur DNR2011 van toepassing.



Als indicatie kunnen voor normaal geconsolideerde grondlagen, onder de grondwaterstand de volgende percentages worden aangehouden;

<u>Wrijvingsgetal in %</u>		<u>Grondsoort</u>	
0.3	-	1.2	Zand, grof tot fijn
1.5	-	2.0	Silt
2.5	-	5.0	Klei
> 5.0			Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als maatgevend zijn te beschouwen.

Teneinde een inzicht te krijgen in de aard van de toplagen en de ligging van de grondwaterstand, zijn in aanvulling op de sonderingen een 4-tal handboringen uitgevoerd. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd, samengesteld tot de handboorstaten HB1 t/m HB4 en als bijlage aan dit rapport toegevoegd. Tijdens het uitvoeren van de handboringen zijn er tevens 11 ongeroerde monsters gestoken.

Op deze monsters is in ons geotechnische laboratorium te Leek nader onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek heeft bestaan uit de bepaling van de nat- en droogvolumegewichten en het natuurlijk watergehalte. Daarnaast zijn van de cohesieve lagen de ongedraineerde schuifsterktes bepaald. De resultaten zijn als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

De hoogte en de coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in N.A.P. en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is tevens het waterpeil ingemeten. De locatie met betreffende N.A.P.-hoogte is aangegeven op de situatietekening.

De ligging van de sondeer- en boorlocaties is weergegeven op de bijgaande situatietekening.

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.

Vertrouwende u hierbij van dienst te zijn geweest, verblijven wij.

met vriendelijke groet,

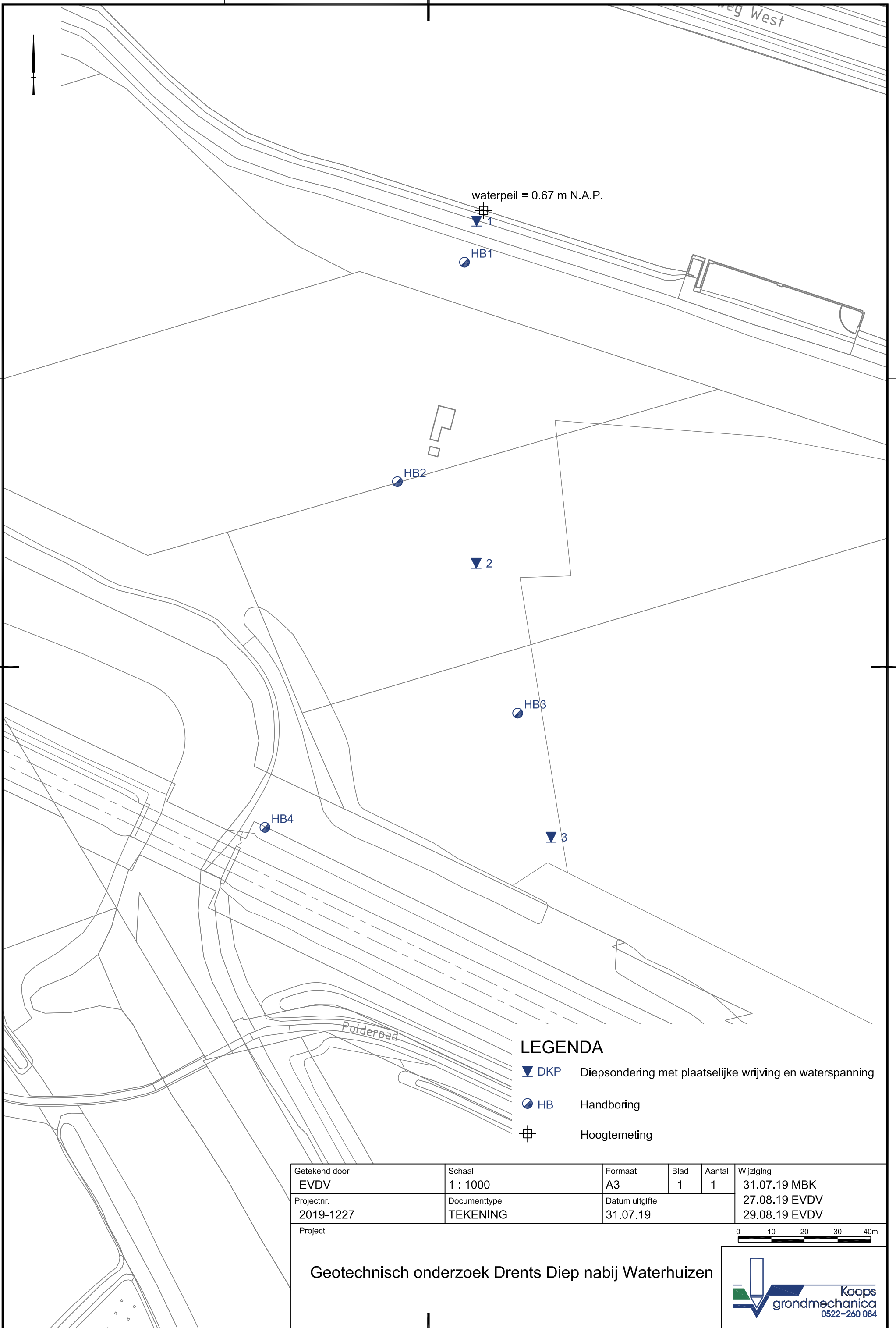
Harry Westerhof

Bijlage:
Situatietekening



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



LEGENDA

- ▼ DKP Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
- HB Handboring
- ⊕ Hoogtemeting

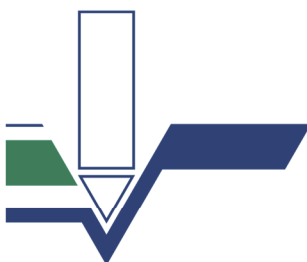
Getekend door EVDV	Schaal 1 : 1000	Formaat A3	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 31.07.19 MBK
Projectnr. 2019-1227	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 31.07.19		27.08.19 EVDV 29.08.19 EVDV	

Project 0 10 20 30 40m

Geotechnisch onderzoek Drents Diep nabij Waterhuizen



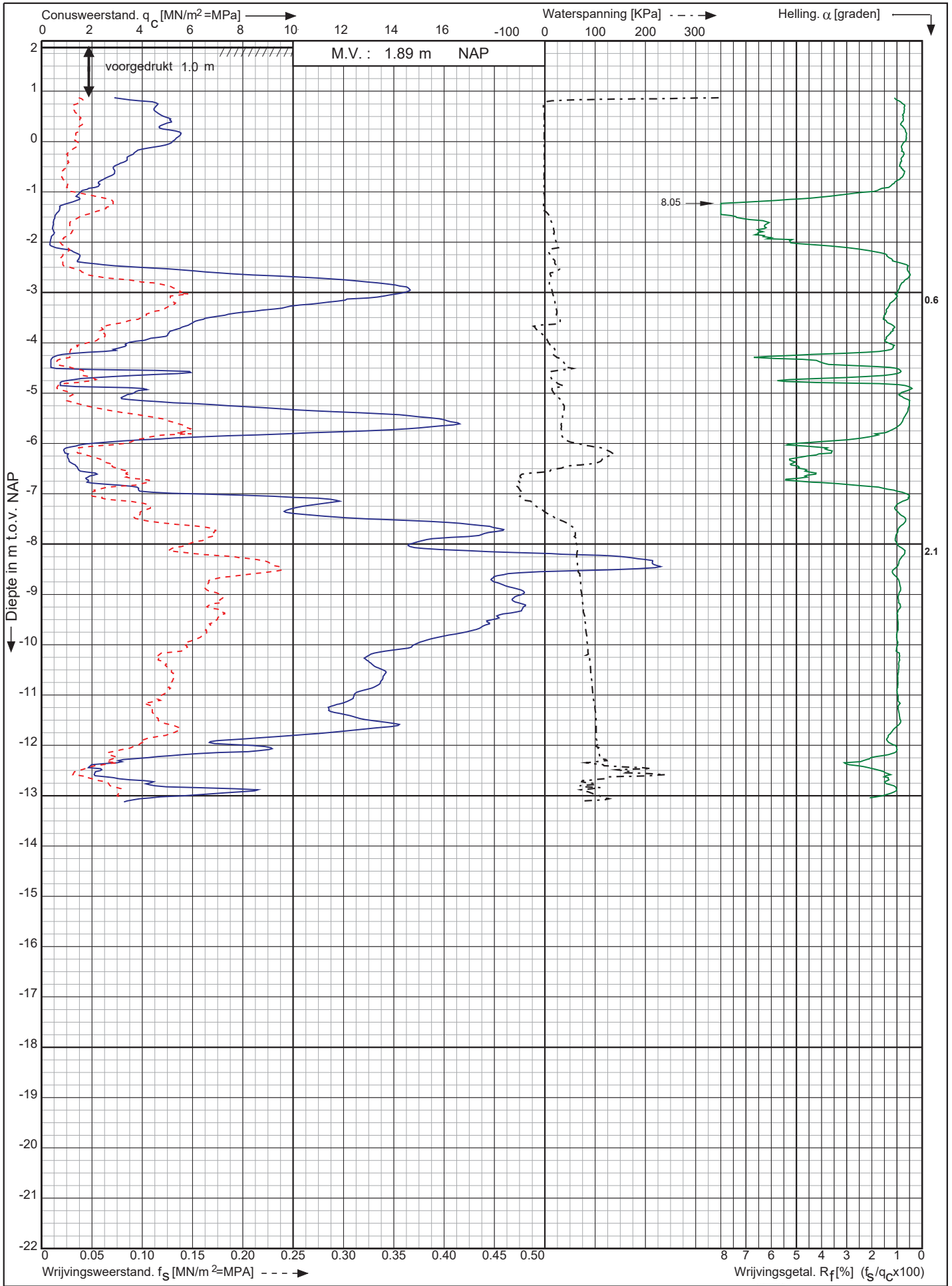
**Bijlage:
Sondeergrafieken**



Koops & Romeijn grondmechanica

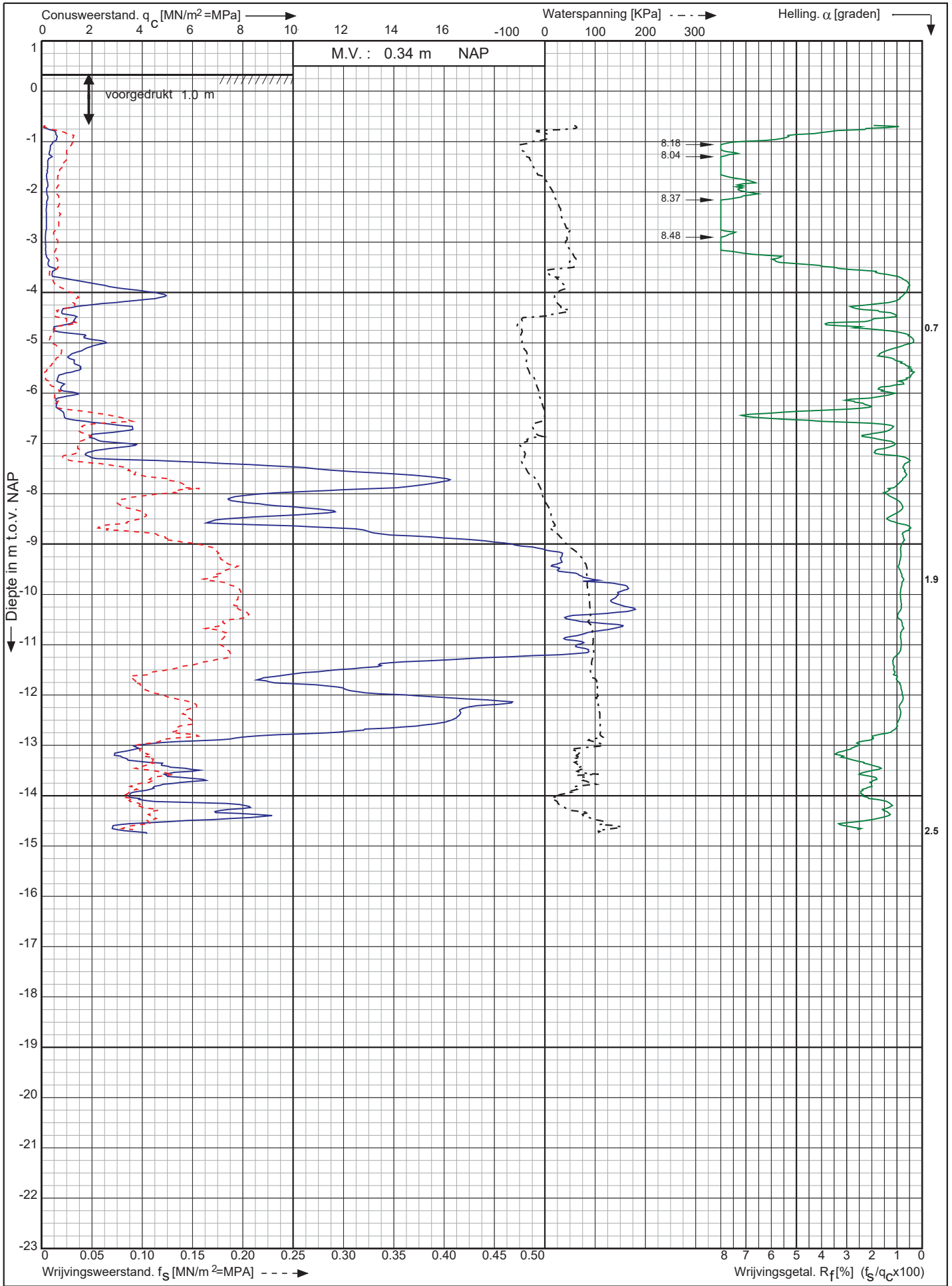
Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15
 Conusserienummer: 070139



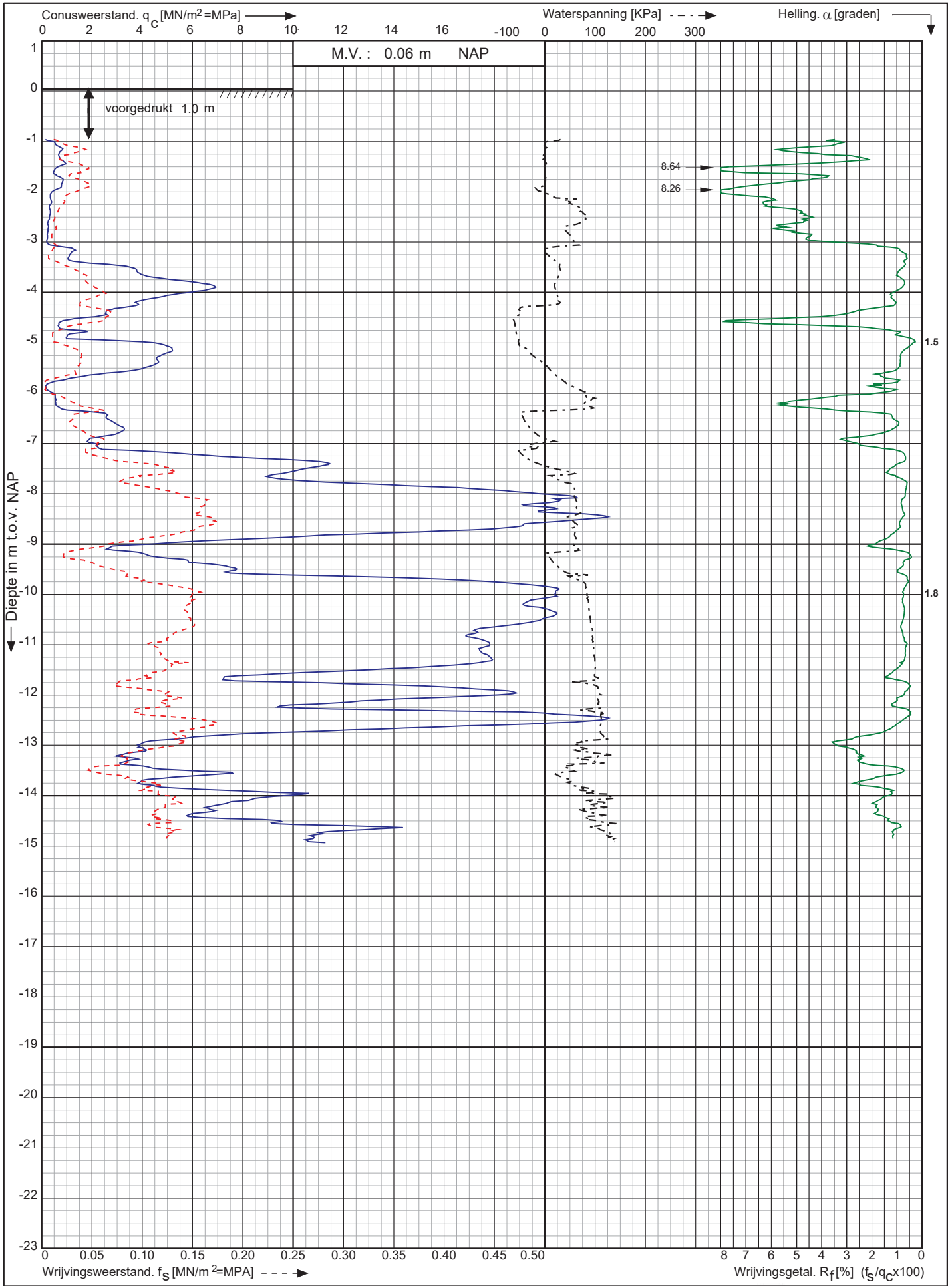
Geotechnisch onderzoek Drents Diep nabij Waterhuizen	Opdr. nr. : 2019-1227	 KOOPS GRONDMECHANICA 0522-260084
	Datum uitv. : 14-8-2019	
	Sond. nr. : 1	
RD-coördinaten : X = 240014.74 Y = 578075.54		

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIIP-15
 Conusserienummer: 070131



Geotechnisch onderzoek Drents Diep nabij Waterhuizen	Opdr. nr. : 2019-1227	 KOOPS GRONDMECHANICA 0522-260084
	Datum uitv. : 14-8-2019	
RD-coördinaten : X = 240014.63 Y = 577972.25	Sond. nr. : 2	

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15
 Conusserienummer: 070139



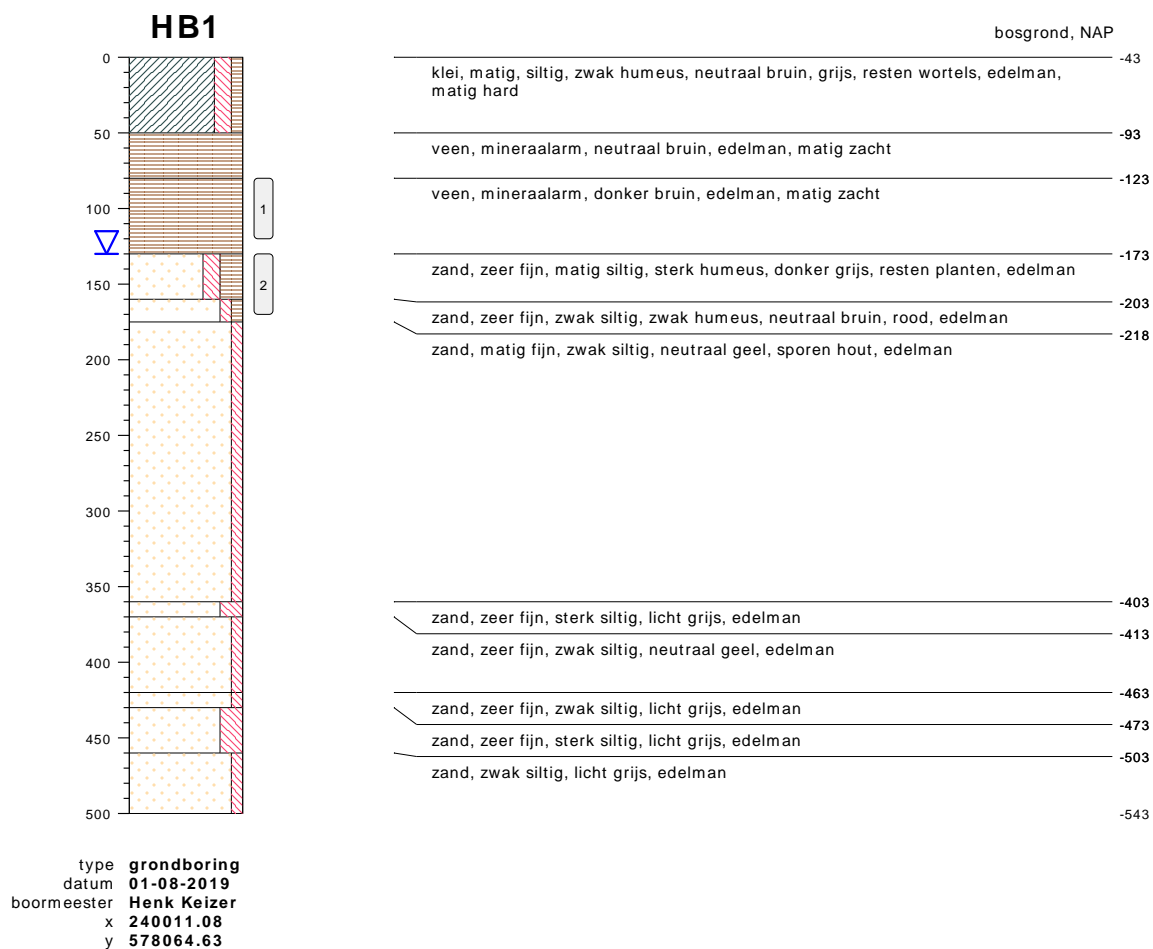
Geotechnisch onderzoek Drents Diep nabij Waterhuizen	Opdr. nr. : 2019-1227	 KOOPS GRONDMECHANICA 0522-260084
	Datum uitv. : 14-8-2019	
RD-coördinaten : X = 240037.25 Y = 577889.58	Sond. nr. : 3	

Bijlage:
Handboorstaten



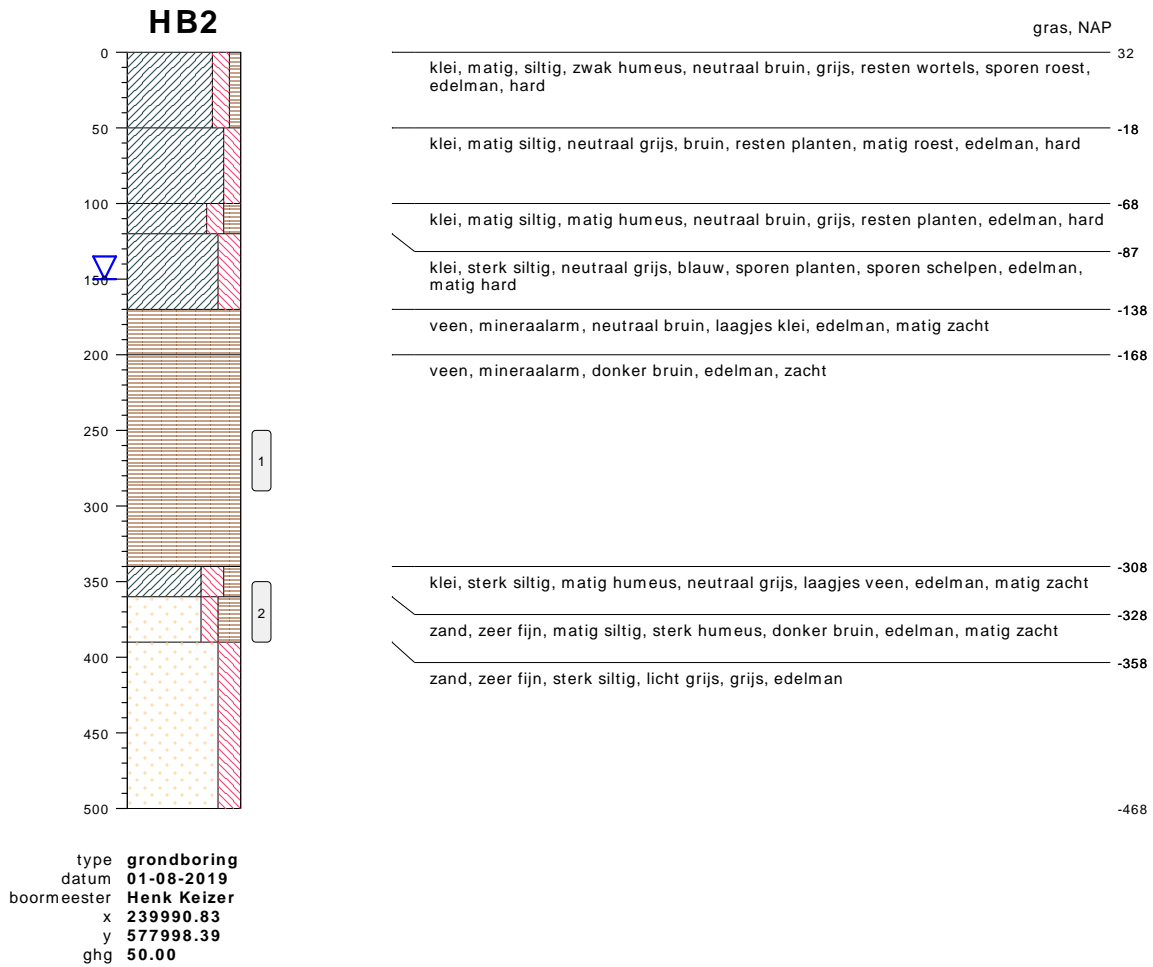
Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



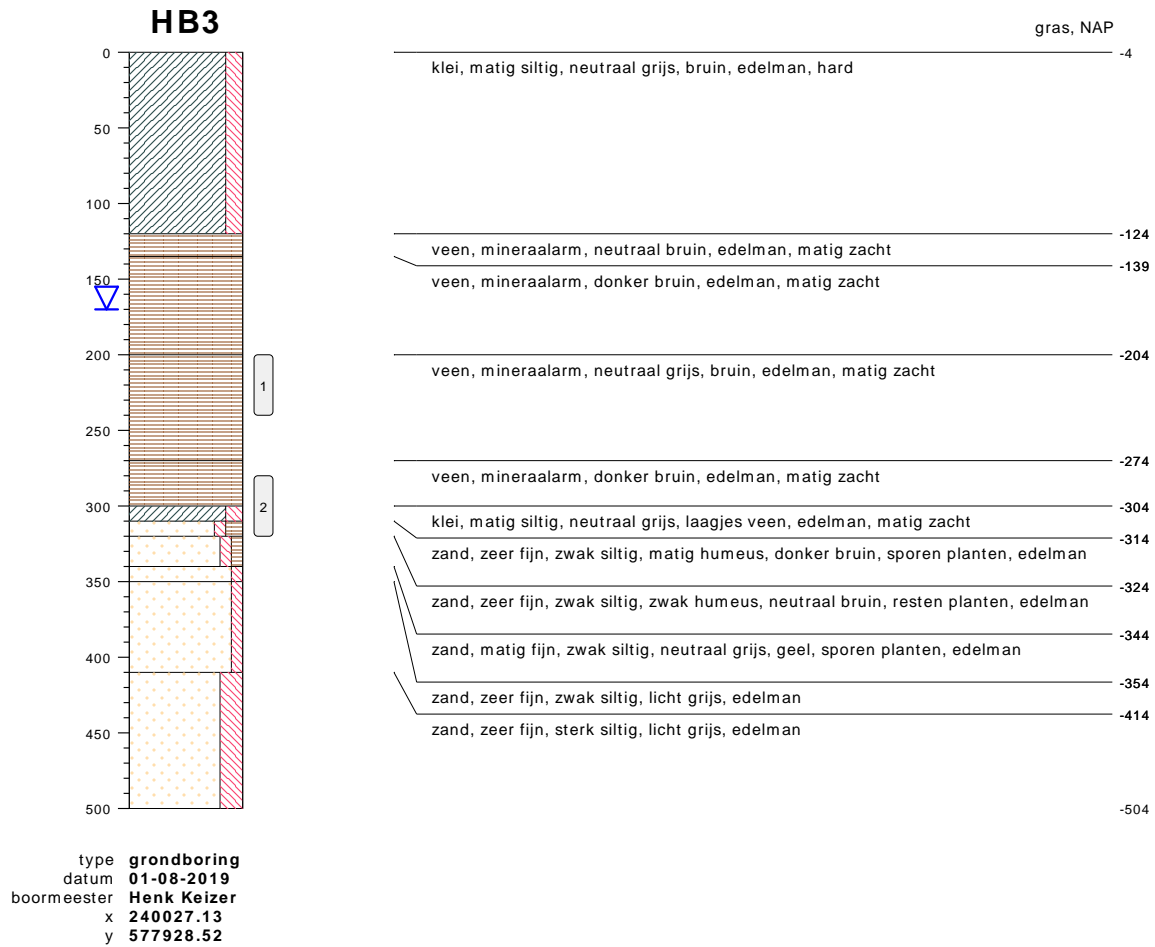
bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Geotechnisch onderzoek Drents Diep nabij Waterhuizen**
 projectcode **2019-1227**
 datum **29-08-2019**
 getekend conform **NEN 5104**
 pagina **1 van 5**



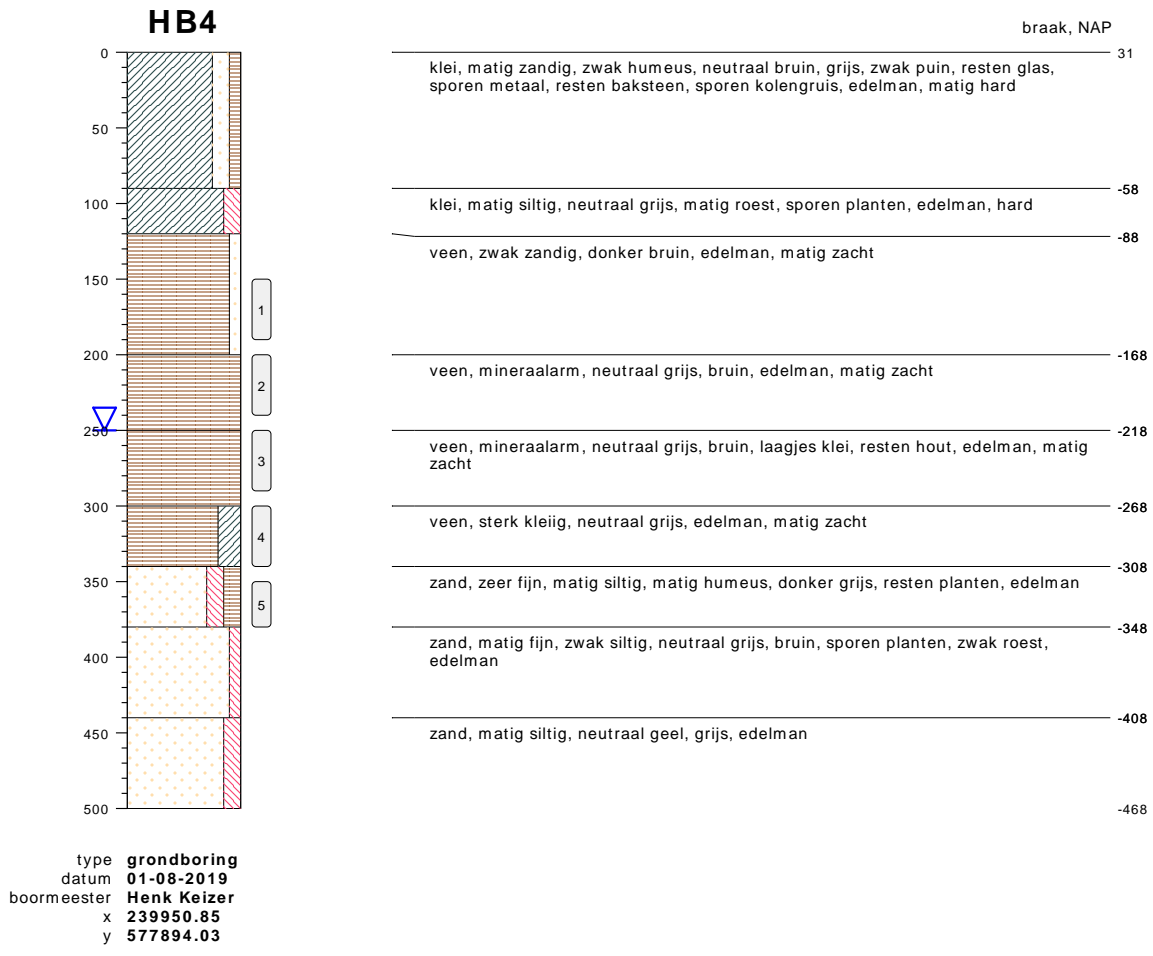
bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Geotechnisch onderzoek Drents Diep nabij Waterhuizen**
 projectcode **2019-1227**
 datum **29-08-2019**
 getekend conform **NEN 5104**
 pagina **2 van 5**



bodemprofielen schaal 1:50

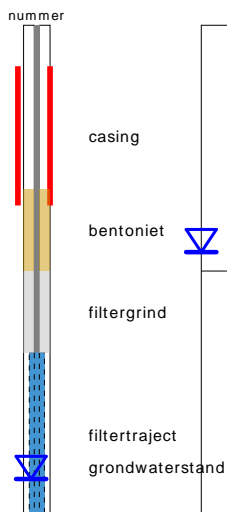
onderzoek **Geotechnisch onderzoek Drents Diep nabij Waterhuizen**
 projectcode **2019-1227**
 datum **29-08-2019**
 getekend conform **NEN 5104**
 pagina **3 van 5**



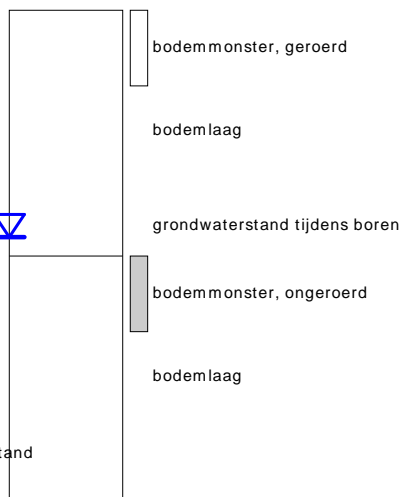
bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Geotechnisch onderzoek Drents Diep nabij Waterhuizen**
 projectcode **2019-1227**
 datum **29-08-2019**
 getekend conform **NEN 5104**
 pagina **4 van 5**

PEILBUIS

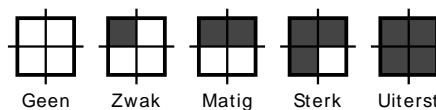


BORING

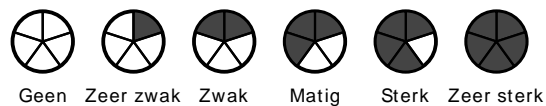


links= cm-maaiveld
rechts= cm+ NAP

OLIE OP WATER REACTIE



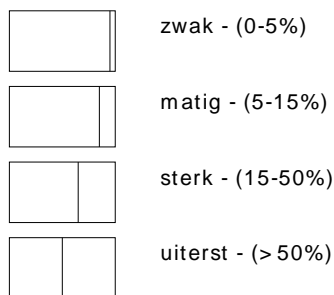
GEUR INTENISTEIT



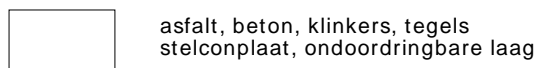
GRONDSOORTEN



MATE VAN BIJMENGING



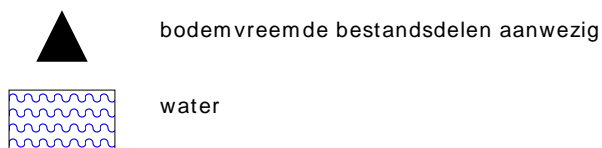
VERHARDINGEN



GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = photo ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water

Bijlage:
**Geotechnisch
Laboratoriumonderzoek**



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Koops grondmechanica bv
Postbus 428
7940 AK Meppel
tel.: (0522) 260 084
fax: (0522) 245 479
a.palsma@koopsgrondmechanica.nl

Teeuw Grondmechanica
Lekdijk 134
2865 LG Ammerstol
tel.: (0182) 672 708
fax: (0182) 670 176
j.teeuw@koops-romeijn.nl

Ros grondmechanica advies
Lange Voorst 249
2343 CE Oegstgeest
tel.: 06 - 51 06 74 20
ros@bit.nl

Meurs grondmechanica advies
De Plak 23
6681 DN Bommel
tel.: (0481) 451 179
fax: (0481) 450 880
j.meurs@koops-romeijn.nl

Kranendonk Geohydrologie
Reinaldstraat 95
6883 HL Velp
tel.: (026) 369 00 30
fax: (026) 369 00 39
p.kranendonk@koops-romeijn.nl

Fundatech
De Ververt 11-08
6605 AD Wijchen
tel.: (024) 645 44 01
fax: (024) 645 44 02
j.nicolasen@koops-romeijn.nl

Koops Grondmechanica bv
De Schelp 8
9351 NV Leek
tel.: (0522) 260 084
a.palsma@koopsgrondmechanica.nl

Werkgebieden

Geotechnisch bodemonderzoek

- sonderingen
- grondboringen

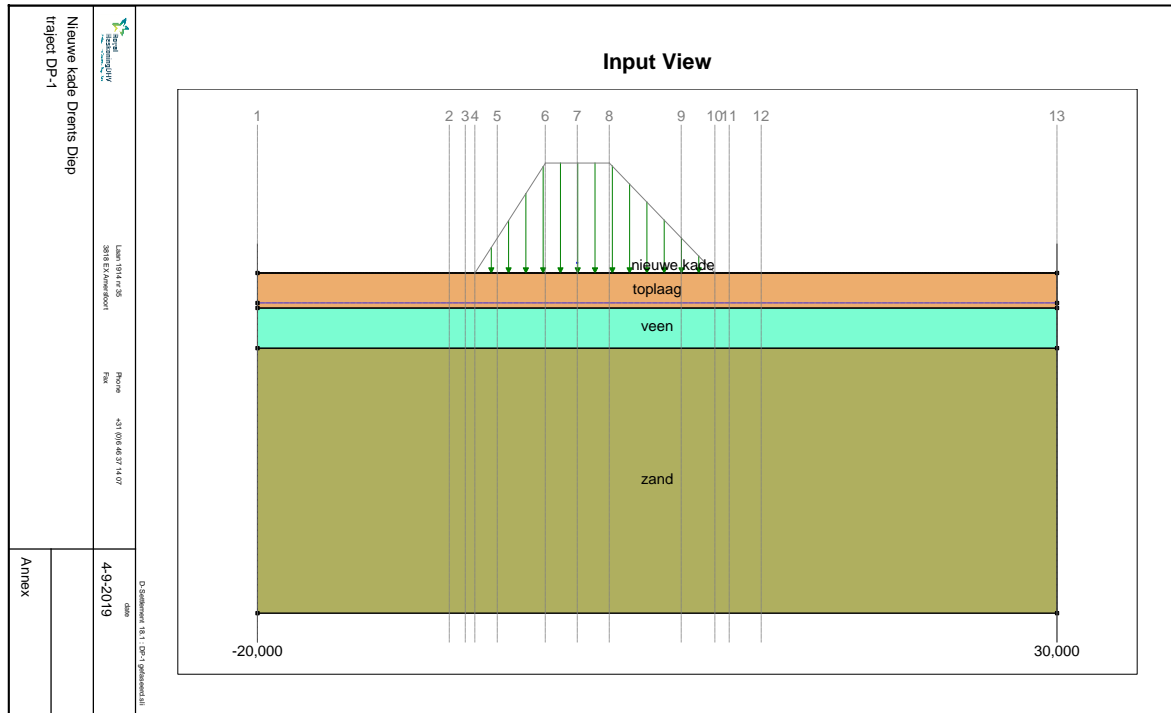
Geotechnisch labonderzoek

Geotechnische adviezen

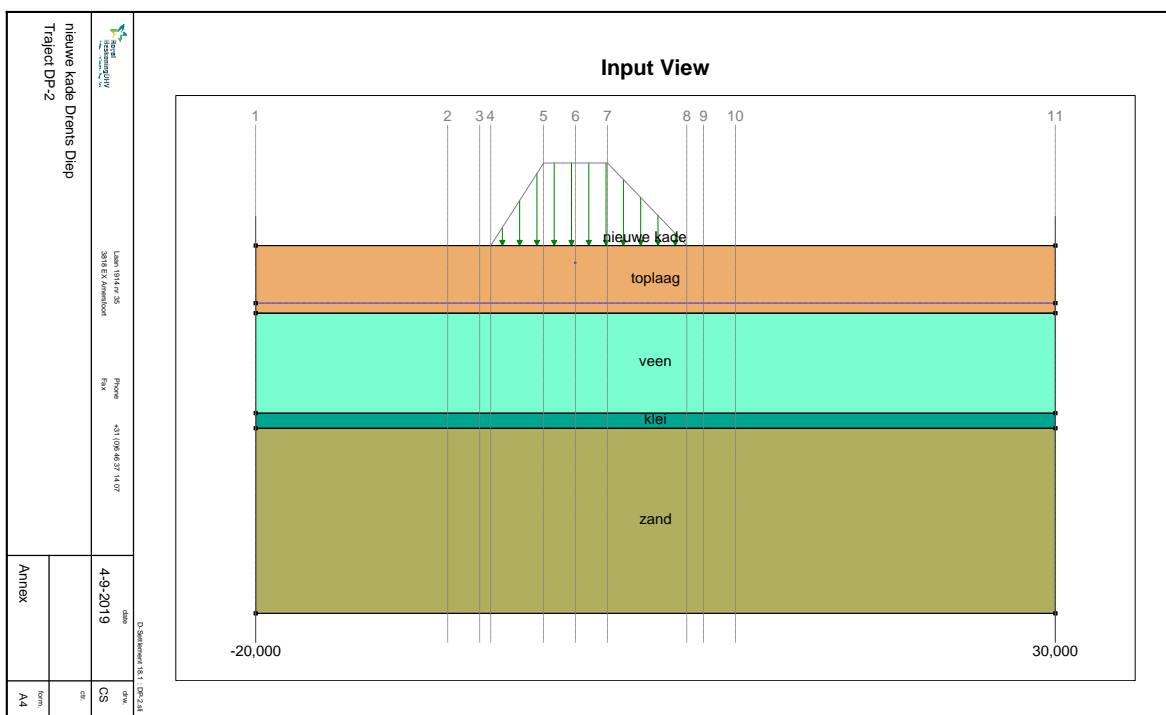
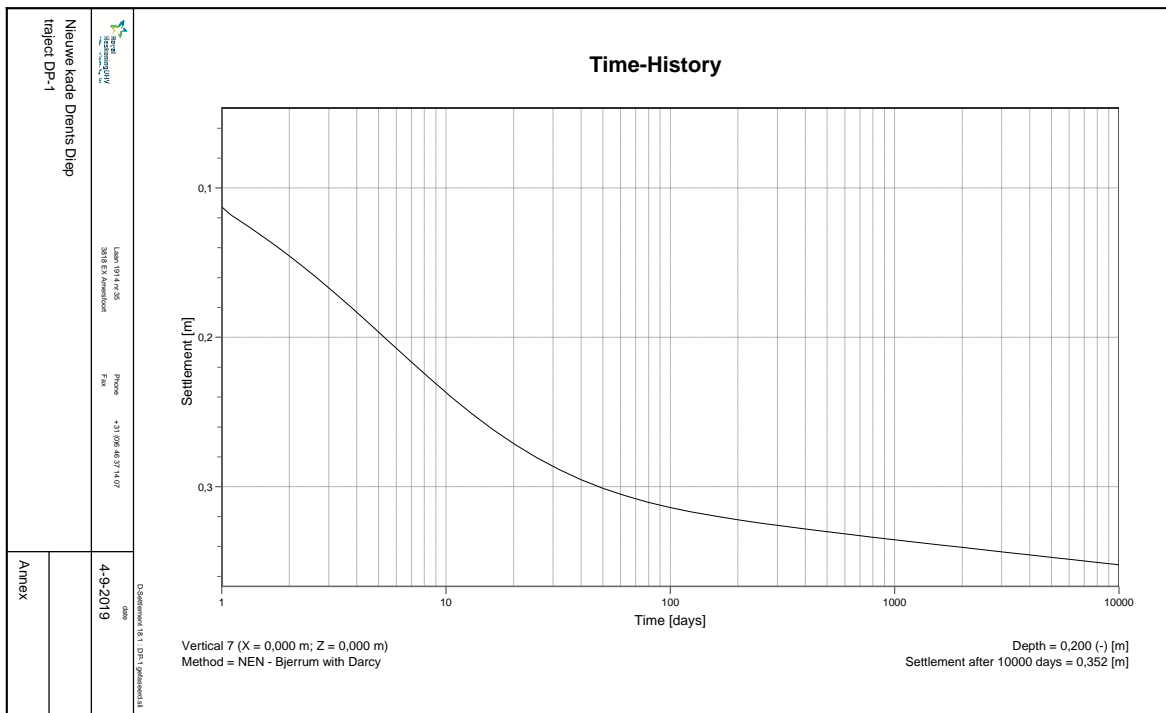
- funderingsadviezen
- zettinsanalyses
- schade en expertise
- damwandberekeningen
- bemalingsadviezen

Milieukundig Bodem- en grondwateronderzoek en advies

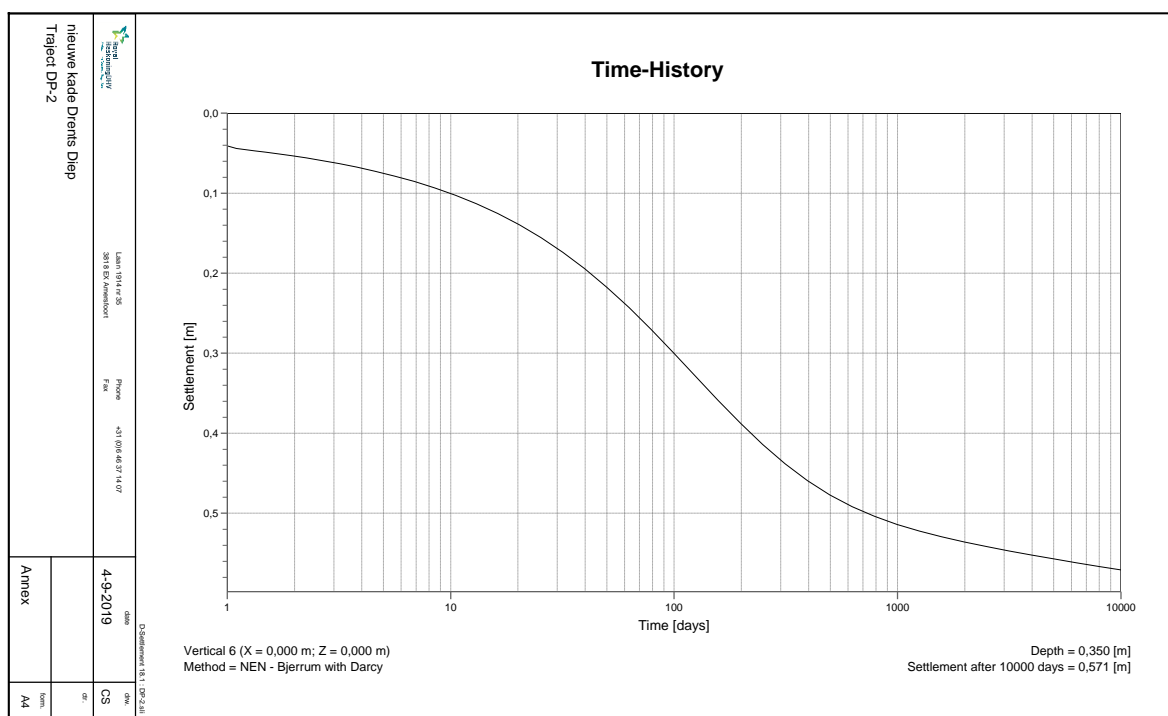
A2 RESULTATEN ZETTINGSBEREKENINGEN

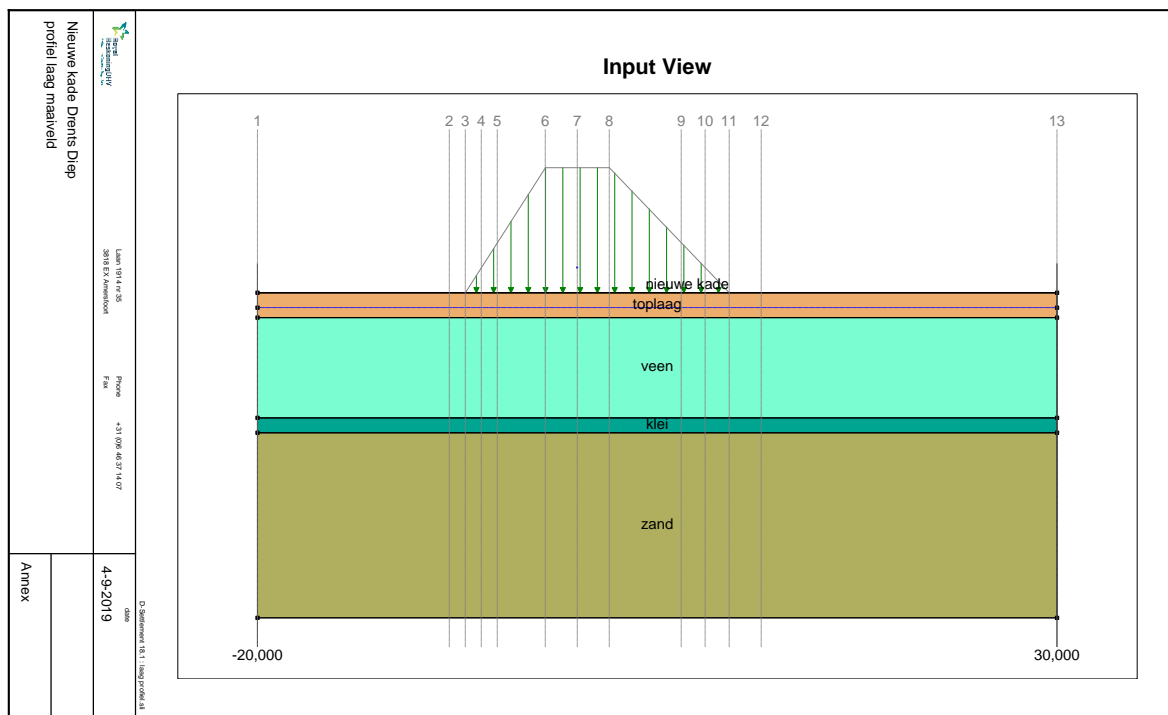


Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-20,00	0,00	-0,20	0,046
2	-8,00	0,00	-0,20	0,055
3	-7,00	0,00	-0,20	0,075
4	-6,40	0,00	-0,20	0,131
5	-5,00	0,00	-0,20	0,242
6	-2,00	0,00	-0,20	0,338
7	0,00	0,00	-0,20	0,352
8	2,00	0,00	-0,20	0,345
9	6,50	0,00	-0,20	0,233
10	8,60	0,00	-0,20	0,105
11	9,50	0,00	-0,20	0,058
12	11,50	0,00	-0,20	0,048
13	30,00	0,00	-0,20	0,046



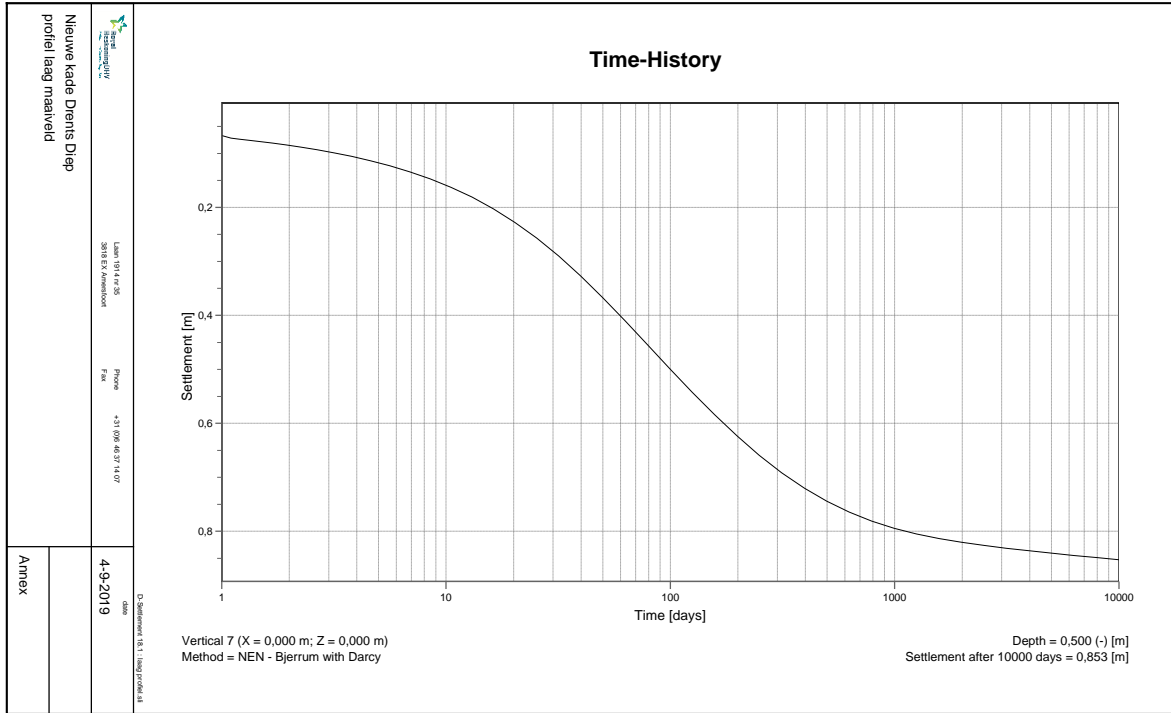
Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-20,00	0,00	0,35	0,114
2	-8,00	0,00	0,35	0,134
3	-6,00	0,00	0,35	0,199
4	-5,30	0,00	0,35	0,287
5	-2,00	0,00	0,35	0,541
6	0,00	0,00	0,35	0,571
7	2,00	0,00	0,35	0,561
8	6,95	0,00	0,35	0,252
9	8,00	0,00	0,35	0,162
10	10,00	0,00	0,35	0,126
11	30,00	0,00	0,35	0,114



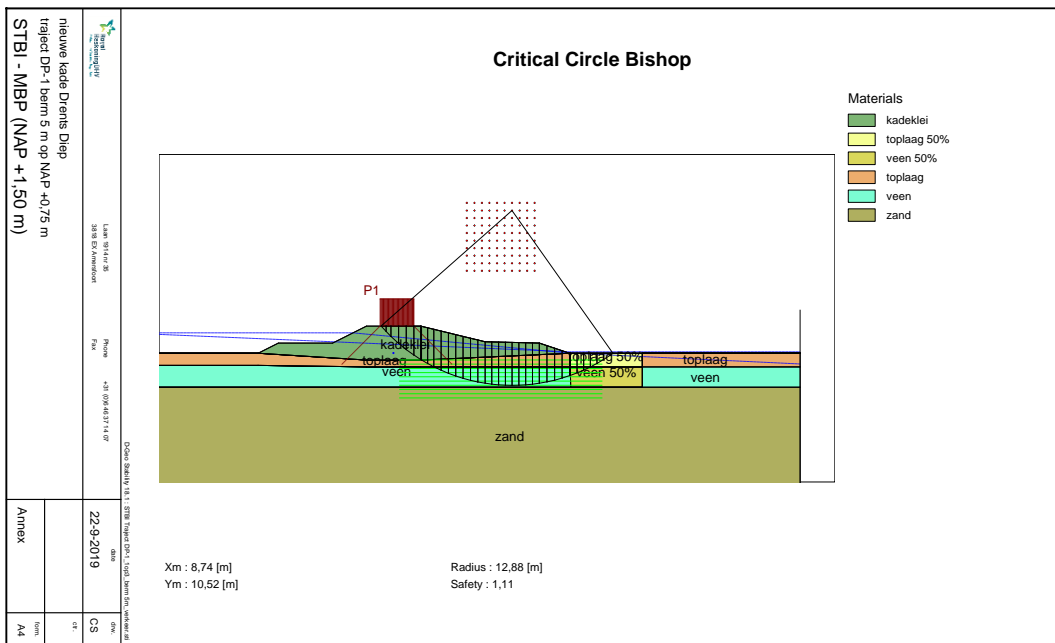
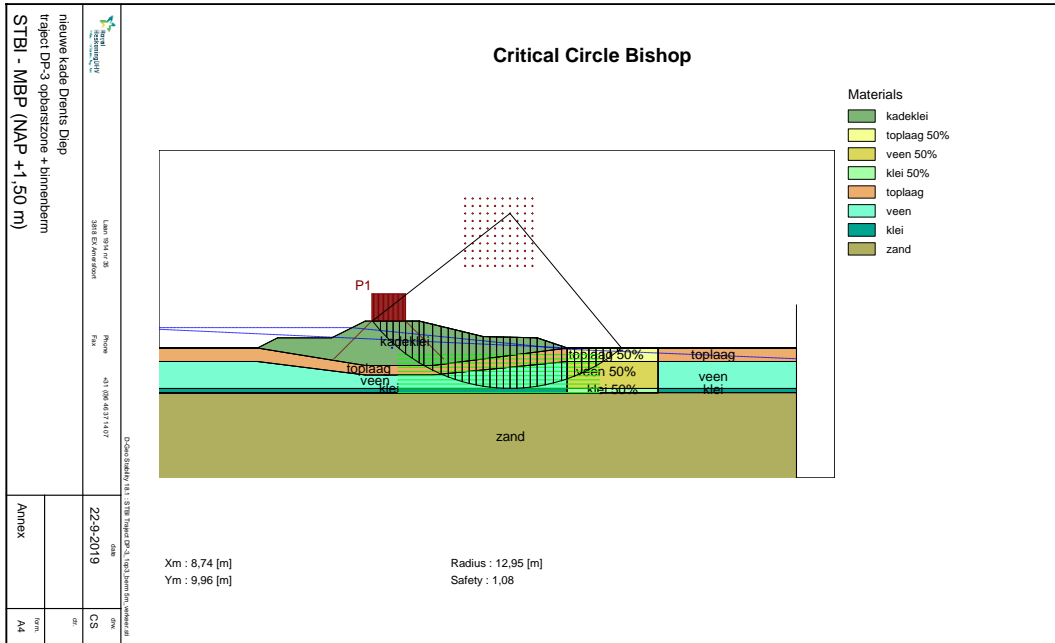


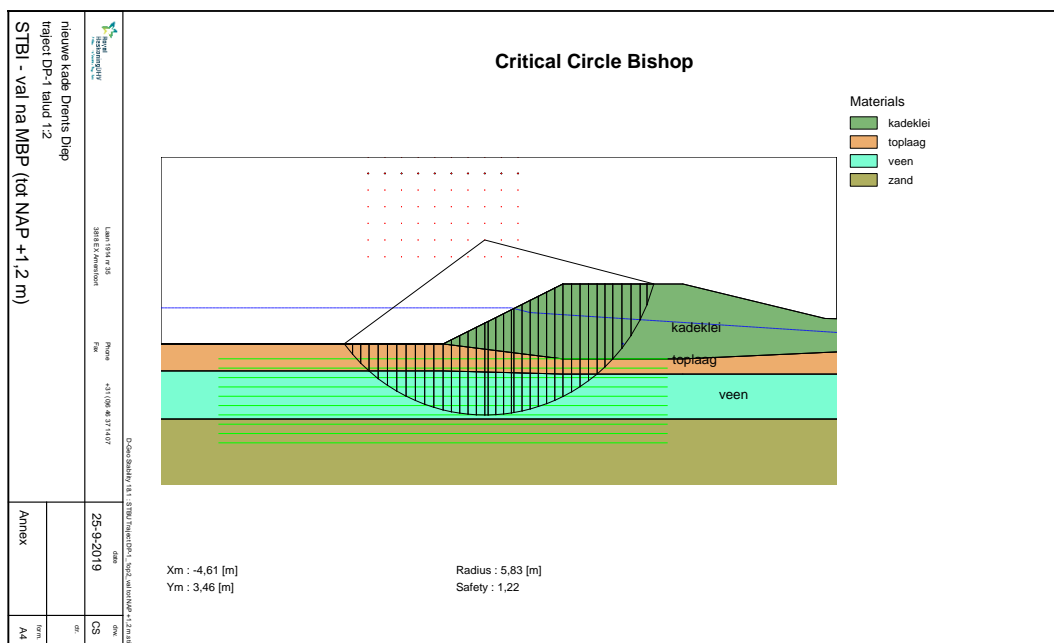
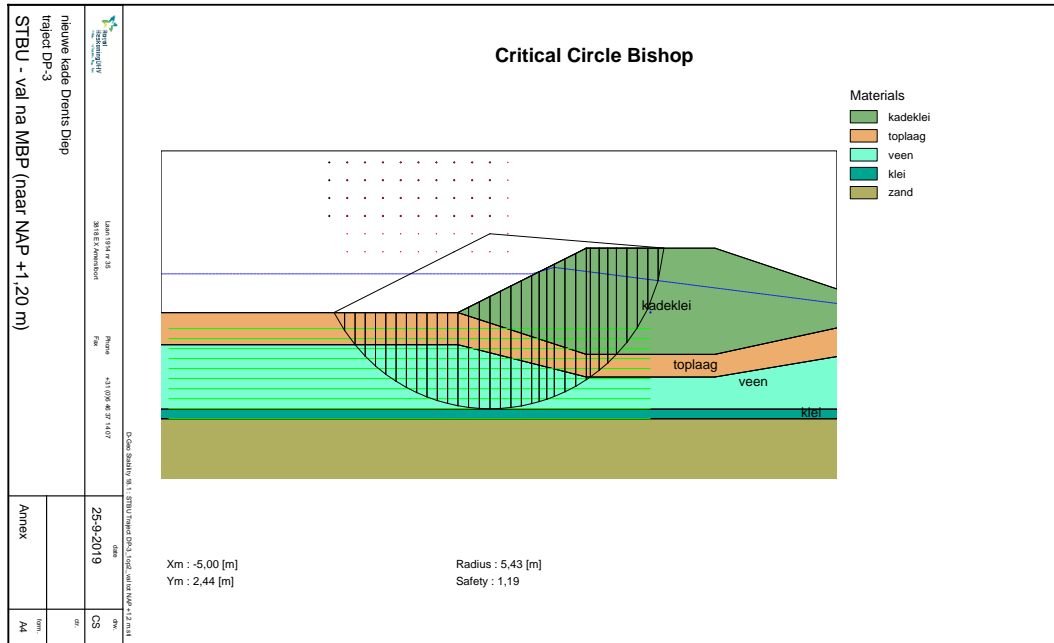
Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-20,00	0,00	-0,50	0,088
2	-8,00	0,00	-0,50	0,203
3	-7,00	0,00	-0,50	0,400
4	-6,00	0,00	-0,50	0,569
5	-5,00	0,00	-0,50	0,676
6	-2,00	0,00	-0,50	0,828
7	0,00	0,00	-0,50	0,853
8	2,00	0,00	-0,50	0,840
9	6,50	0,00	-0,50	0,666
10	8,00	0,00	-0,50	0,538
11	9,50	0,00	-0,50	0,323
12	11,50	0,00	-0,50	0,122
13	30,00	0,00	-0,50	0,088

Profiel laag

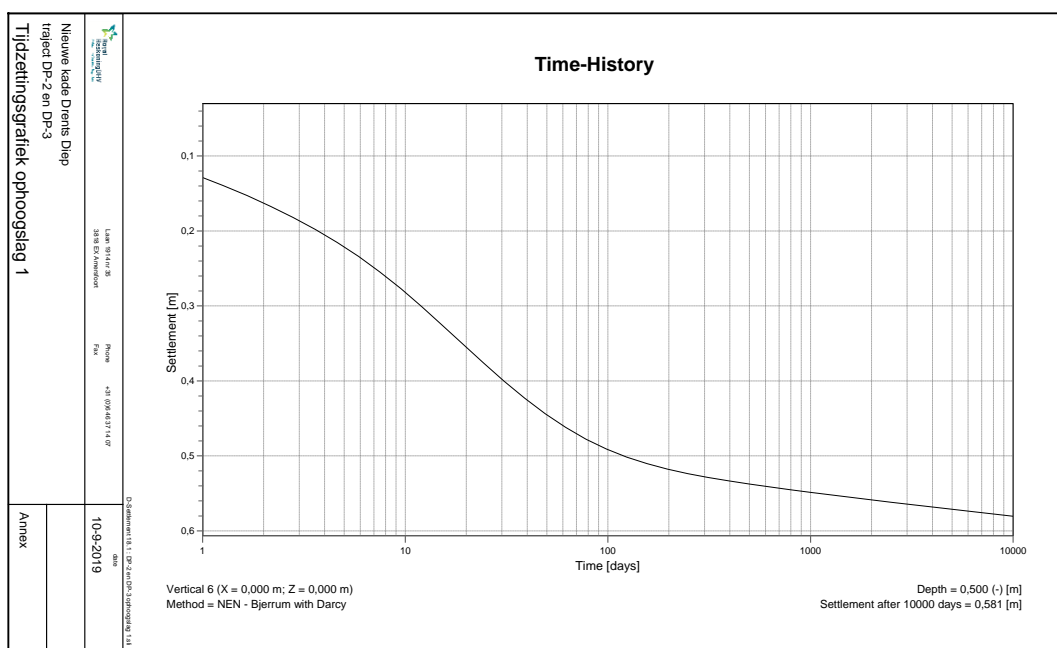
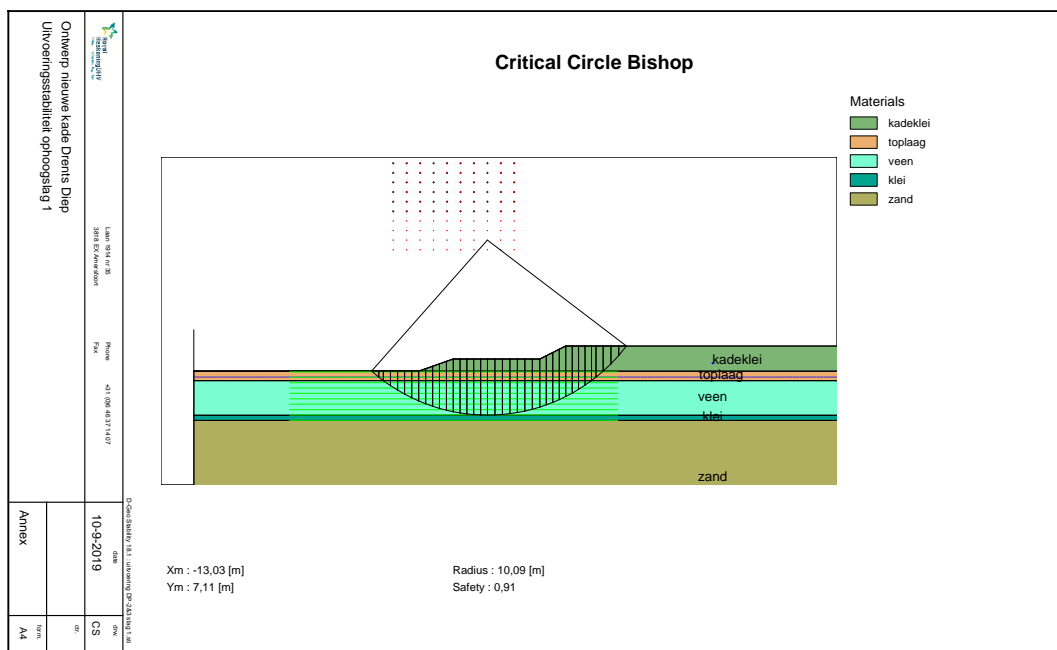


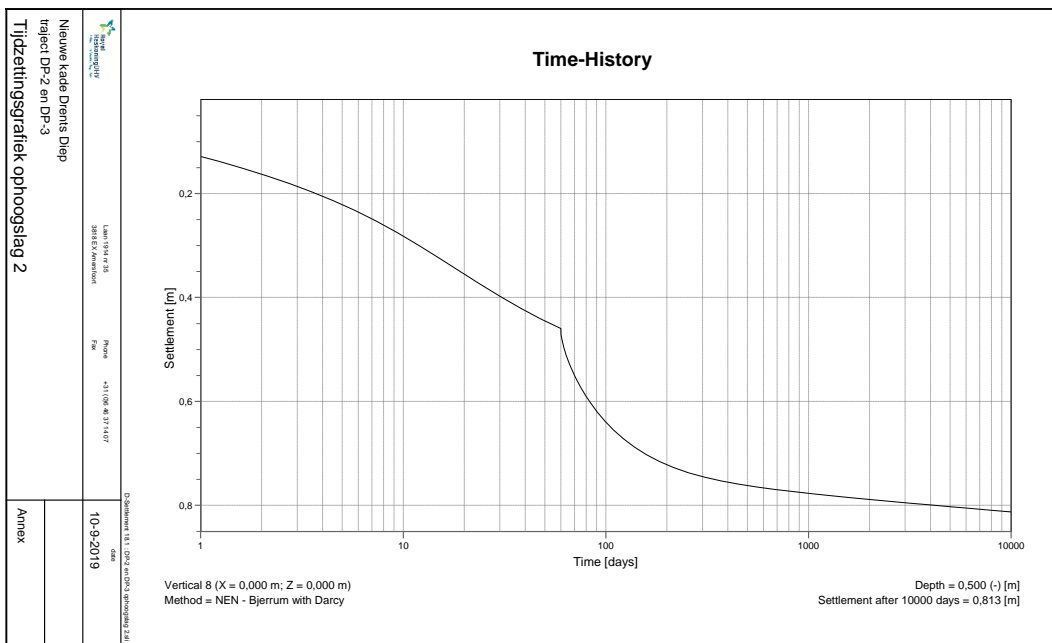
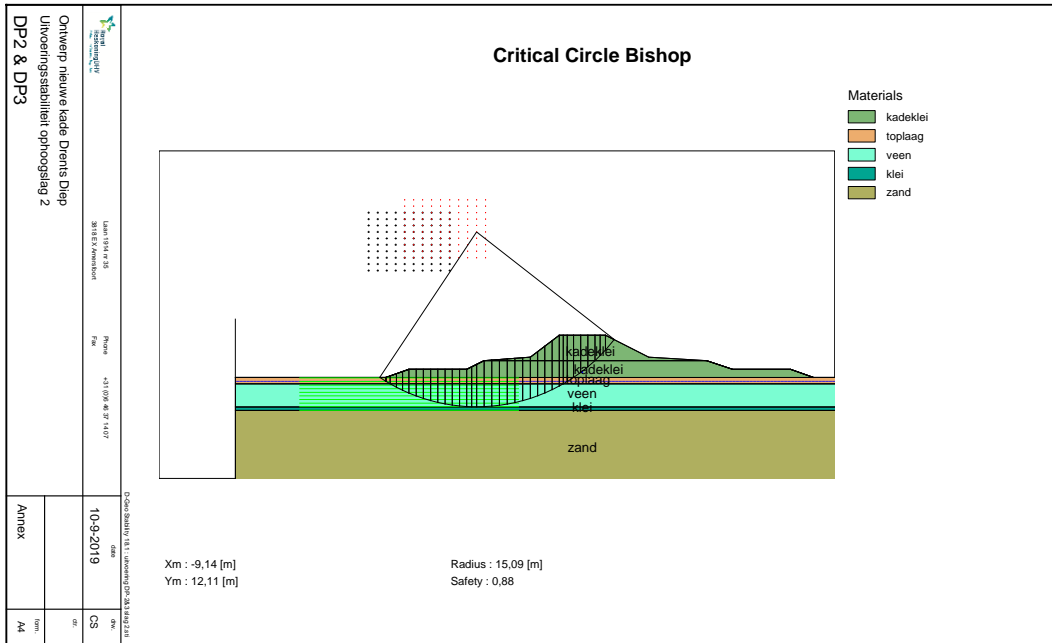
A3 RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN WATERKERING

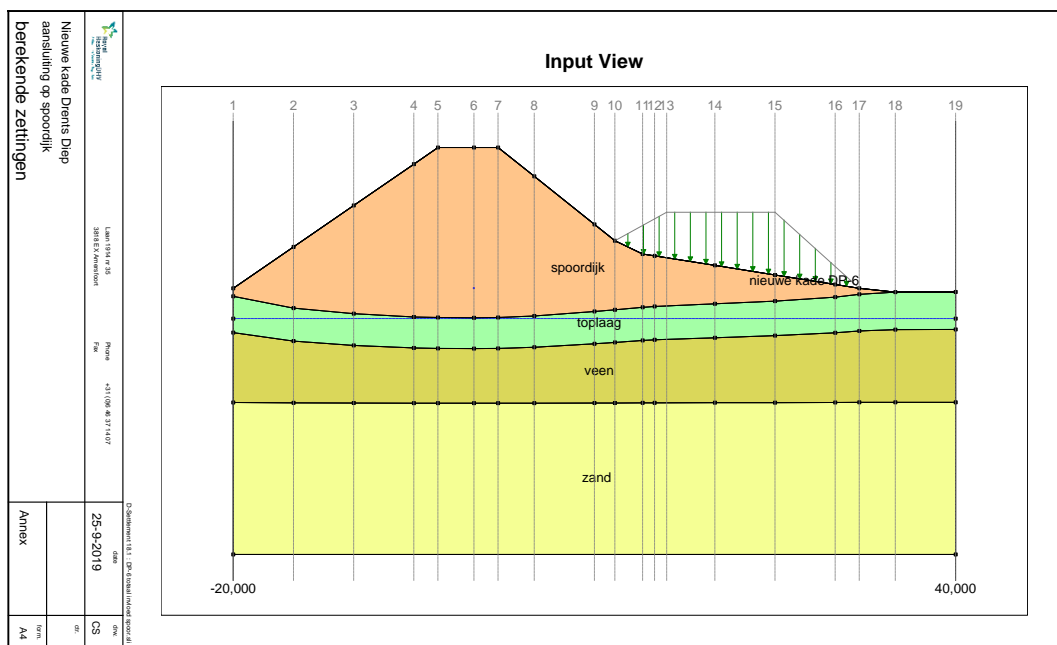
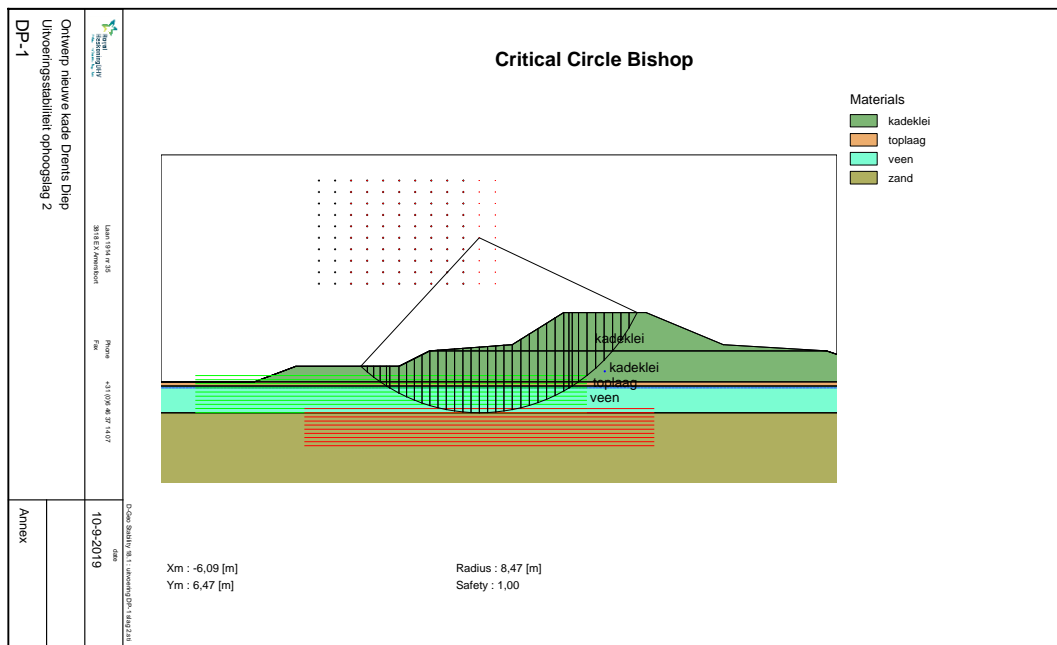




A4 RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN UITVOERING







Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-20,00	0,00	0,00	0,127
2	-15,00	0,00	1,09	0,117
3	-10,00	0,00	2,18	0,111
4	-5,00	0,00	3,27	0,107
5	-3,00	0,00	3,70	0,107
6	0,00	0,00	3,70	0,106
7	2,00	0,00	3,70	0,107
8	5,00	0,00	2,94	0,109
9	10,00	0,00	1,68	0,125
10	11,70	0,00	1,25	0,156
11	14,00	0,00	0,90	0,240
12	15,00	0,00	0,85	0,270
13	16,00	0,00	0,80	0,295
14	20,00	0,00	0,60	0,358
15	25,00	0,00	0,35	0,413
16	30,00	0,00	0,10	0,327
17	32,00	0,00	0,00	0,227
18	35,00	0,00	-0,10	0,139
19	40,00	0,00	-0,10	0,131