

Oplegnotitie geotechniek kades Leegveld

Oplegnotitie inclusief hoofdrapportage, adviesnotitie en
sondeerrapportage

Klant: Provincie Noord Brabant

Referentie: BF8519_T&P_RP_1909242038

Status: Finale versie/P01.01

Datum: 24 september 2019

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Transport & Planning
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: Oplegnotitie geotechniek kades Leegveld

Ondertitel: Oplegnotitie inclusief hoofdrapportage, adviesnotitie en sondeerrapportage
Referentie: BF8519_T&P_RP_1909242038
Status: P01.01/Finale versie
Datum: 24 september 2019
Projectnaam: Gebiedsontwikkeling Leegveld
Projectnummer: BF8519
Auteur(s): Monique Sanders

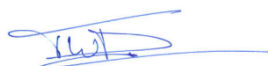
Gecontroleerd door: Mattijs Oosterbaan

Datum/Initialen: 20 september 2019



Goedgekeurd door: Dorus Daris

Datum/Initialen: 20 september 2019



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	Doel oplegnotitie	1
2	Geotechnisch advies	2
2.1	Uitgangspunten geotechnisch advies	2
2.1.1	Geometrie: taludhelling	2
2.1.2	Materiaalgebruik	2
2.2	Berekeningen geotechnisch advies	3
3	Antwoorden op (rest)vragen vanuit provincie en waterschap	3
4	Restrisico	6

Bijlagen

Bijlage 0: Tekening BF8519-BO-804_7 detailkaart kades

Bijlage A: Chronologie van gebeurtenissen t.b.v. geotechnisch advies

Bijlage B: Aanvulling geotechnisch advies kades

Bijlage C: Gebiedsontwikkeling Leegveld; geotechnisch advies kades

Bijlage D: Sondeeronderzoek Inpijn en Blokpoel

1 Doel oplegnotitie

In voorliggende oplegnotitie zijn alle rapportages en notities met betrekking tot het geotechnisch advies voor de kades binnen het project gebiedsontwikkeling Leegveld gebundeld. De oplegnotitie is het definitieve geotechnische advies voor de kades in de Liesselse en Deurnsche peel (bestaande natuur) en in Leegveld (nieuwe natuur) en dient onduidelijkheden in de geotechnisch adviesdocumenten weg te nemen. Onderdeel van de oplegnotitie zijn de antwoorden op de (rest)vragen die de provincie in maart 2019 heeft gesteld. Tevens maken, aanpassingen ten aanzien van kleikades op verzoek van Provincie Noord-Brabant (juli/augustus 2019) onderdeel uit van deze notitie. Op basis van voorliggend document is het bestek afgerond en op de markt gezet.

Voor de volledigheid zijn de gemaakte (hoofd)keuzes gedurende het proces met betrekking tot uitgangspunten en aanpak ten behoeve van het geotechnisch advies in chronologische volgorde opgenomen in bijlage A.

In het project gebiedsontwikkeling Leegveld zijn de volgende geotechnische adviezen en rapporten opgeleverd:

1. Adviesnotitie RHDHV: Gebiedsontwikkeling Leegveld – aanvulling geotechnisch advies kades, d.d. 20 februari 2019 (opgenomen in Bijlage B)
*In de adviesnotitie zijn de conclusies opgenomen uit het geotechnisch onderzoek van Inpijn Blokpoel waarmee een verificatie is uitgevoerd op de geotechnische berekeningen uit het geotechnisch advies d.d. 14 december 2017 (hoofdstuk 4 en 5). Na de verificatie is besloten de geometrie van de kades aan te passen waarbij de belangrijkste wijziging een versteiling van het talud betekende van 1:4 naar 1:2. Hiervoor zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd, maar de resultaten van beide taludhellingen zijn gepresenteerd.
 Naast een geotechnisch advies is er een hydraulisch advies in opgenomen (hoofdstuk 6) en is in de conclusies (hoofdstuk 7) aanvullend advies opgenomen over het verminderen van de toepassing van klei in de kades.*
2. Rapport RHDHV: Gebiedsontwikkeling Leegveld; Geotechnisch advies kades, d.d. 14 december 2017 (opgenomen in Bijlage C)
In het geotechnisch advies zijn de ontwerpuitgangspunten uiteengezet, is een beschrijving van de ondergrond gegeven en de maatgevende kadeprofielen geotechnisch gecontroleerd op basis van DINO gegevens. Verder zijn aandachtspunten en aanbevelingen opgenomen die later in het proces zijn onderzocht en beoordeeld in de aanvulling geotechnisch adviesnotitie d.d. 20 februari 2019.
3. Rapport Inpijn en Blokpoel: Geotechnisch onderzoek Leegveld te Liessel, augustus 2018 (opgenomen in Bijlage D)
In het geotechnisch onderzoek zijn sonderingen en boringen uitgevoerd en zijn in het laboratorium volumegewichten van 9 cohesieve monsters bepaald en korrelverdelingen van 8 zandmonsters.

Deze rapportages vormen samen met voorliggende oplegnotitie het geotechnisch advies voor de kades in de Liesselse en Deurnsche peel (bestaande natuur) en in Leegveld (nieuwe natuur).

2 Geotechnisch advies

2.1 Uitgangspunten geotechnisch advies

De kades zijn ontworpen op basis van eisen die gesteld worden bij een normering van de kades zijnde het 'overige waterkeringen'. De hoogte van het veiligheidsniveau is hierbij bepaald op basis van ervaring en gelijk genomen aan vergelijkbare kades in Nederland. De kades zijn vervolgens zodanig doorgerekend dat enige variatie in de ondergrond niet direct tot afkeuring kan leiden.

Dit betekent dat voor bijvoorbeeld de waterstand een maximaal waterstandsverschil is genomen door bijvoorbeeld bij een compartimenteringskade ervan uit te gaan dat 1 zijde leeg kan staan (waterstand is gelijk aan maaiveld) en aan de hoge zijde de hoogste waterstand is genomen.

Verder zijn voor de ondergrond 2 uiterste situaties genomen, namelijk de meest ongunstige opbouw (veen) met maximale dikte en een zandkade.

Gedurende het proces zijn de uitgangspunten met betrekking tot de geometrie van de kades en het materiaalgebruik gewijzigd. Deze wijzigingen zullen onderstaand worden toegelicht omdat hier nog onduidelijkheden over bestonden tijdens het overleg op 9 april 2019.

2.1.1 Geometrie: taludhelling

In het rapport van 14 december 2017 is een helling van 1:6 en 1:4 aangehouden voor de kades bestaande uit zand respectievelijk cohesief materiaal. In de aanvullende adviesnotitie is een taludhelling van zowel 1:6, 1:4 en 1:2 berekend, voor een kade bestaande uit gebiedseigen grond. De eindconclusie in de adviesnotitie bevat conclusies voor zowel een talud van 1:6, 1:4 en 1:2. De gedeeltes in de notitie over een talud van 1:2 zijn later toegevoegd. In het overleg van 9 april 2019 is besloten dat het talud van 1:2 vervalt. Dit betekent dat het advies met betrekking tot 1:2 vervalt, maar het advies en ontwerp met betrekking tot 1:6 en 1:4 blijft staan zoals het is opgenomen in de adviesnotitie uit februari 2019.

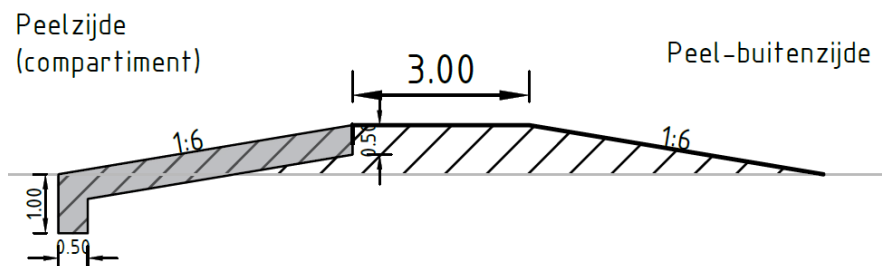
2.1.2 Materiaalgebruik

Gedurende het proces (na het opstellen van het geotechnisch advies uit december 2017) ontstond de wens vanuit de grondbalans om de kades uit te voeren met gebiedseigen grond zonder of met beperkte toepassing van een kleibekleding. In de aanvullende adviesnotitie (februari 2019) is aangegeven dat dit acceptabel wordt geacht behalve voor de locaties waar het waterstandsverschil te hoog is en de kade zich te dicht op bebouwing bevindt (zie bestek). Op laatstgenoemde locaties blijft het advies van een kleibekleding staan.

Voor de overige locaties kan de kleibekleding achterwege blijven omdat het verval (en dus verschildruk) over de kade zodanig klein is ten opzichte van de grondmassa (zeer fijn siltig zand) van de kade dat 'weglekken' door de kade zeer beperkt wordt geacht (zeker in het geval van de nieuwe natuur waar niet overal een afdichtende laag in de ondergrond is aangetroffen). Naar verhouding is de intredeweerstand van het talud door sedimentatie en daardoor dichtslibben van de toplaag groot waardoor de doorlatendheid van de kades (bestaande uit zeer fijn siltig zand) beperkt zal zijn.

In juli 2019 heeft Provincie Noord-Brabant nogmaals het 'weglekken' van water door kades beschouwd. Dit uit het oogpunt dat minimaal weglekken van water tijdens een lange en droge periode, grote gevolgen heeft voor de waterstand in aanliggende compartimenten. Schommelende waterstanden binnen de hoogveenkerengebieden hebben negatieve invloed op de ontwikkeling van het hoogveen. Op basis van deze beschouwing zijn meer kades uitgevoerd met kleibekleding en kleiteen. Door de kleiteen tot 1 m onder maaiveld aan te brengen wordt voorkomen dat in de bovenste grondlaag water weg kan lekken.

Deze aanpassing is geotechnisch niet benodigd en daardoor afwijkend beschreven in adviezen welke als bijlagen aan deze oplegnotitie zijn toegevoegd. Het principeprofiel van kades met klei is onderstaand weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: principeprofiel kade met klei

2.2 Berekeningen geotechnisch advies

Rekenresultaten in het geotechnisch advies (december 2017) als in de aanvulling geotechnisch advies (februari 2019; tabel 5-1) laten zien dat de kades met de aanpak zoals beschreven in 2.1 ruim voldoen. Door gebruik te maken van bandbreedtes c.q. uiterste situaties leiden variaties van ondergrond en materiaalgebruik niet direct tot afkeuring van de kade.

3 Antwoorden op (rest)vragen vanuit provincie en waterschap

In het overleg van 9 april 2019 zijn de vragen die door de provincie in maart 2019 zijn gesteld besproken. Onderstaand zijn de antwoorden op deze vragen samengevat.

1. Is voldoende rekening gehouden met dat de peilverschillen tussen compartimenten in de praktijk groter kunnen zijn dan het verschil tussen de streefpeilen, bijvoorbeeld als een compartiment lek blijkt?

RHDHV heeft deze check nogmaals uitgevoerd mede aan de hand van de mail van Gerrit Schouten van 8-4-2019.

RHDHV heeft in het rapport van 14 december 2017 en in de notitie van 20 februari 2019 berekeningen uitgevoerd die een bandbreedte weergeven, zodat er ruimte is voor de ontwerpers om eventueel streefpeilen nog aan te passen indien nodig (zie ook hoofdstuk 2.1). In de berekeningen is er rekening gehouden met een leegstaand compartiment (zie bijvoorbeeld tabel 5-1 in de notitie waarbij het waterpeil in buffer laag gelijk is genomen aan maaiveldniveau) en daarmee dus een groter verschil tussen de streefpeilen dan gepland.

2. De kades hebben nog enkele andere functies die in dit advies onvoldoende lijken meegenomen. Landschappelijk, beverproof, voorkomen van weglekken van compartimentswater, ondergrond voor (beheer)paden en routes.

Landschappelijk is voor nu geen issue. Dit is reeds in 2017 onderbouwd in het projectplan waterwet en afgestemd met alle stakeholders en de omgeving. De keuze voor taluds 1:6 is mede ingegeven vanuit de landschappelijke inpassing en de wens vanuit SBB en WAM om de kades Beverproof te maken. Daarnaast is vanuit een waterveiligheidsoogpunt een talud van 1:6 aan de landzijde wenselijk als geen cohesief materiaal in de kade is toegepast om micro-instabiliteit in het binnentalud te voorkomen.

De kades in de peel zelf hebben geen waterveiligheidsfunctie. In principe is het niet erg als er een kleine mate van lek zou kunnen optreden. Om deze reden en de ervaring bij de toepassing van doorlatender materiaal in de kades van De Groote Peel is besloten dat de kades ook mogen bestaan uit doorlatender materiaal c.q. matig fijn zand, omdat door het beperkte peilverschil tussen de compartimenten en de indringingsweerstand van het talud van de kades het de verwachting is dat de bij een niet al te grove zandkade de lek beperkt zal blijven. Er zal zich in de kade een stabiele freatische lijn instellen (zie ook hoofdstuk 2.1).

Ondergrond voor beheerpaden en routes: Door WAM is aangegeven welke kades ook dienen als onderhoudspad. Deze kades hebben voldoende breedte. Daarnaast is rekening gehouden met de afstand tot naastgelegen watergangen. Bij de kades die worden voorzien van een laag vrijkomend veen (nieuwe natuur) wordt dit veen alleen op de taluds aangebracht zodat de kruin van de kades goed berijdbaar blijft. Op een aantal locaties worden wandelpaden via de nieuwe kades geleidt. Voor zover bekend worden er geen specifieke eisen aan de ondergrond van deze paden gesteld.

3. Het voldoen aan de eisen ten aanzien van stabiliteit, veiligheid en onderhoudbaar.

De kades zijn berekend op basis van uitgangspunten die zijn vastgelegd in de rapportage van 14 december 2017, waarbij rekening is gehouden met de functies van de kades. De eisen die aan de kades zijn gesteld vallen onder de categorie "overige waterkeringen" waarmee ze in de keur van het waterschap kunnen worden opgenomen.

Deze categorie is specifiek relevant voor de kades in Leegveld omdat die kades ook een waterveiligheidsfunctie dienen te vervullen. Voor de kades in de peel zijn dezelfde uitgangspunten gehanteerd maar is dit in principe niet 'nodig'.

De gewijzigde geometrie van de kades in de peel waarbij is besloten de kruin 2 meter breed te maken en de taludhellingen van 1:2 naar 1:4 te wijzigen, vallen binnen de eerdere berekende bandbreedtes waardoor geen nieuwe berekeningen benodigd zijn. Deze geometrie voldoet aan de gestelde eisen.

Verder is in de notitie van 20 februari 2019 aangegeven waar en waarom er kan worden afgeweken van de kleibekleding op het talud (zie ook hoofdstuk 2.1).

4. Opmerkelijk is dat ondanks dat in het advies staat dat een taludhelling van 1:4 nodig is, toch wordt geadviseerd voor een talud 1:2.

Dit is niet meer relevant gezien de aanpassing die we hierin gaan doorvoeren (na discussie tijdens overleg 9-4-2019).

5. Advies over hoe lekkende ondergrond in buffers /compartimenten op te lossen

We hebben in het bestek ruim voorzien in het dichtmaken van greppels (aanwijs directie) waarvan het vermoeden bestaat dat deze door de afsluitende laag zijn gegraven. Anderzijds willen we ook zo min mogelijk bestaande natuur aantasten.

In de nieuwe natuur is wegzijging via de ondergrond naar de omgeving onvermijdelijk. Het grondwatermodel van Witteveen en Bos laat na uitvoering van de maatregelen echter wel degelijk grondwaterstanden boven maaiveld zien. Klei in de kades zal het proces van wegzijging via de ondergrond niet tegengaan; deze gaan namelijk onder de kades door.

Daarnaast is het waterstandsverschil over de kade dermate beperkt dat de indringingsweerstand op het talud relatief groot is ten opzichte van de verschildruk van de streefpeilen, waardoor het weglekken van bufferwater door de kade naar verwachting beperkt blijft. Daar waar het waterstandsverschil over de kade wel noemenswaardig is, blijft in het ontwerp een kleibekleding gepland staan.

De tekening met de details van de kades betreft tekening BF8519-BO-804_7. Deze tekening is bijgevoegd als bijlage 0 van deze oplegnotitie.

4 Restrisico

- Droogval van een compartiment of hoogveenkerengebied en/of afvoeren van grondwater bij woningen:

Vanuit de hydrologie afdeling van Provincie Noord-Brabant is de zorg uitgesproken over het risico op droogvallen van een compartiment of hoogveenkerengebied en de eventuele noodzaak van het afvoeren van grondwater bij woningen. Het voorliggende advies kan deze zorg niet volledig wegnemen. Echter, de mate van 'weglekken' door de kades wordt beperkt geacht te opzichte van de wegzijging door de ondergrond. Het verval over de kades is over het algemeen zeer beperkt. Door het beperkte waterdrukverschil, de in verhouding hoge indringingsweerstand (door o.a. sedimentatie) en het fijne siltige zandgehalte van de kern wordt kwel door de kades zeer beperkt geacht.

Maatgevender lijkt ons het feit dat in het grondonderzoek niet overal in het gebied een ondoorlatende grondlaag is aangetroffen. Dit betekent dat de compartimenten lek zijn op de locaties waar geen ondoorlatende grondlaag aanwezig is. De lek door deze 'gaten' zal veel meer zijn dan de hoeveelheid die mogelijk door de kade 'stroomt', zeker daar waar het verval over de kade slechts enkele decimeters bedraagt. Er zijn maar enkele locaties waar het verval over de kade noemenswaardig is en op die locaties blijft de kleilaag in het kadeontwerp aanwezig, ongeacht of het ervoor liggende compartiment lek is of niet.

**Bijlage 0: Tekening BF8519-BO-804_7
detailkaart kades**

**Bijlage A: Chronologie van
gebeurtenissen t.b.v. geotechnisch
advies**

Beknopte chronologie van de gebeurtenissen ten behoeve van het geotechnisch advies:

- Op 31 mei 2017 heeft een eerste overleg over eisen aan kades plaatsgevonden bij Aa en Maas (o.a. met Luuk Vergeldt vanuit waterschap Aa en Maas). Met Aa en Maas is afgesproken dat de kades worden getoetst aan de eisen gesteld aan kades met een status van “overige kering”. Vervolgens is het geotechnisch adviesrapport opgesteld door RHDHV en in juli 2017 voorgelegd aan de Provincie Noord-Brabant en Waterschap Aa en Maas. In september 2017 is na verwerking van de opmerkingen het definitieve adviesrapport aangeleverd. Eind 2017 is het rapport nogmaals gereviseerd op basis van de voortschrijdende ontwikkelingen in de projectplanfase waarna in december 2017 een definitief adviesrapport is aangeleverd wat als bijlage bij het projectplan waterwet is gevoegd (rapportage is opgenomen in Bijlage B).
- In het kader van de besteksuitwerking van het projectplan waterwet is RHDHV gevraagd een sonderingsonderzoek uit te voeren om de aannames in het geotechnisch adviesrapport bij het projectplan waterwet te onderbouwen (aanbesteding besteksfase 1e kwartaal 2018). Omdat diverse percelen niet direct toegankelijk waren, heeft het even geduurd voordat een definitieve sonderingsrapportage opgesteld kon worden. Het sonderingsrapport is 31 oktober 2018 opgeleverd (Inpijn Blokpoel; rapport is opgenomen in bijlage D).
- Gedurende de besteksuitwerking is vanuit de provincie (met name: Nol van Rijssel) de vraag gesteld of het aanbrengen van een kleidek echt noodzakelijk is voor het vasthouden van water en de stabiliteit van de kades. Uiteindelijk heeft de projectmanager van PNB aangegeven er veel belang aan te hechten dat er maximaal inspanning wordt verricht om na te gaan of op het aanbrengen van klei bezuinigd kan worden.
Daarnaast is tijdens het besteksoverleg van 30-10-2018 voorgesteld de kades in de bestaande natuur te wijzigen van bovenbreedte 1,00m met taludverhouding 1:4 naar bovenbreedte 3,00m, met een taludverhouding van 1:2. Alle aanwezigen (SBB/WAM/PNB) hebben hier uiteindelijk mee ingestemd. RHDHV neemt deze wijziging mee in de adviesnotitie (zie bijlage C) bij het rapport van Inpijn Blokpoel.
- RHDHV heeft in de adviesnotitie (zie bijlage C) met de conclusies uit het geotechnisch rapport van Inpijn Blokpoel een “Aanvulling geotechnisch advies” opgenomen waarin is onderbouwd dat afgeweken kan worden van de klei bekleding en van de afmetingen van de kades in de bestaande natuur t.o.v. het projectplan waterwet, zij het met een kanttekening. Op 28-11-2018 is de adviesnotitie toegezonden aan Waterschap Aa en Maas/ Provincie Noord-Brabant (Sebastiaan Ubink, Toine Tünnissen, Peter Daverveld en Ronald Wolters). Vooraf is met Waterschap Aa en Maas en Provincie Noord-Brabant afgestemd wie de adviesnotitie dient te beoordelen en welke stappen daarna worden doorlopen. De bevindingen uit het rapport van Inpijn Blokpoel hebben niet geleid tot aanpassingen in de kadeconstructies. Deze bevindingen zijn wel gebruikt voor het bepalen van de te verwachten zettingen na aanleg van de kades.
- Op 9 december 2018 heeft RHDHV vanuit Waterschap Aa en Maas een reactie ontvangen op de adviesnotitie. Vanuit Provincie Noord-Brabant is geen reactie ontvangen.
Vanuit RHDHV is op 12 december 2018 gereageerd op de opmerkingen waarna op 13 december 2018 vanuit Peter Daverveld is gereageerd dat we door kunnen met de verdere uitwerking van het advies in het bestek. Op 4 januari 2019 is nog reactie ontvangen van Ronald Wolters dat zijn vragen voldoende beantwoord zijn.

- Daarna is op 21 januari 2019 nog reactie ontvangen van Toine Tünnissen met diverse vragen. Deze zijn nog dezelfde dag beantwoord door RHDHV en hebben niet geleid tot wijzigingen. Uiteindelijk is op 20 februari 2019 door RHDHV de adviesnotitie aangeleverd waarin alle opmerkingen en aanvullingen zijn verwerkt inclusief de gehanteerde uitgangspunten t.a.v. zettingen. De wijzigingen zijn vervolgens verwerkt in bestek en tekeningen.
- Vervolgens is (ca. maart 2019) vanuit de provincie de vraag gesteld aan RHDHV om de geotechnische adviesnotitie nog eens te presenteren in een overleg. Op dat moment is bij RHDHV nog niet duidelijk waar de onduidelijkheid zit, maar de nog openstaande vragen zijn voorafgaand aan het overleg nog gecommuniceerd door de provincie.
- Het toelichten van de memo en beantwoording van de nog openstaande vragen heeft plaatsgevonden op 9 april 2019. Dit heeft niet geleid tot aanpassingen van de uitgangspunten. Wel ontstond tijdens het overleg een stevige discussie over de breedtes van de kades in de bestaande natuur tussen Staatsbosbeheer, Werkgroep Behoud de Peel en Nol van Rijssel (Provincie Noord-Brabant). Uiteindelijk is besloten de kades opnieuw aan te passen naar taluds 1:4 en een bovenbreedte van 2 meter. Deze wijziging dient nog doorgevoerd te worden in bestek en tekeningen.
- In juli 2019 heeft Provincie Noord-Brabant extra kades aangemerkt als uit te voeren met kleibekleding en kleiteen. Deze aanpassing is in het ontwerp door Royal HaskoningDHV verwerkt en doorgevoerd in het bestek in de nota van inlichtingen van 25 september 2019.

Bijlage B: Aanvulling geotechnisch advies kades

Memo

**HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning**

Aan: Toine Tünnissen (PNB); Peter Daverveld (WAM); Ronald Wolters (WAM)
Van: Ilse Hergarden, Jan-Willem Nell
Datum: 20 februari 2019
Kopie: Niels van der Zee, Monique Sanders, Dorus Daris, Mattijs Oosterbaan, Erika van Mill (RHDHV)
Ons kenmerk: BF8519_T&P_NT_1902201010
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Gebiedsontwikkeling Leegveld - aanvulling geotechnisch advies kades

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de Liesselse en Deurnese Peel is men voornemens om de (grond)waterstand te verhogen om de kwaliteit van het veengebied in de peel te verhogen, het veengebied te beschermen tegen uitdroging en mogelijke nieuwe veenontwikkeling een kans te geven. Om dit te realiseren worden deze peelgebieden opnieuw ingericht door het aanbrengen van compartimenteringen en wordt het gebied Leegveld (gelegen aan de westzijde van de Liesselse Peel) opnieuw landschappelijk ingericht om wegzijging vanuit de Deurnese en Liesselse Peel te verminderen door de aanleg van tegendruk gebieden en buffergebieden.

Ten behoeve van de compartimentering worden zowel in de Deurnese en Liesselse Peel als in het gebied Leegveld kades aangelegd die het water vasthouden in de compartimenten.

1.2 Doel van voorliggend advies

In december 2017 is door Royal HaskoningDHV (RHDHV) een geotechnisch rapport opgesteld voor de aanleg van de kades:

REF 1. Gebiedsontwikkeling Leegveld, Geotechnisch advies kades, RHDHV, R008_T&P_BF1933, versie 0.1/Finale versie, 14 december 2017.

REF 2. CUR 201 Natuurvriendelijke oevers

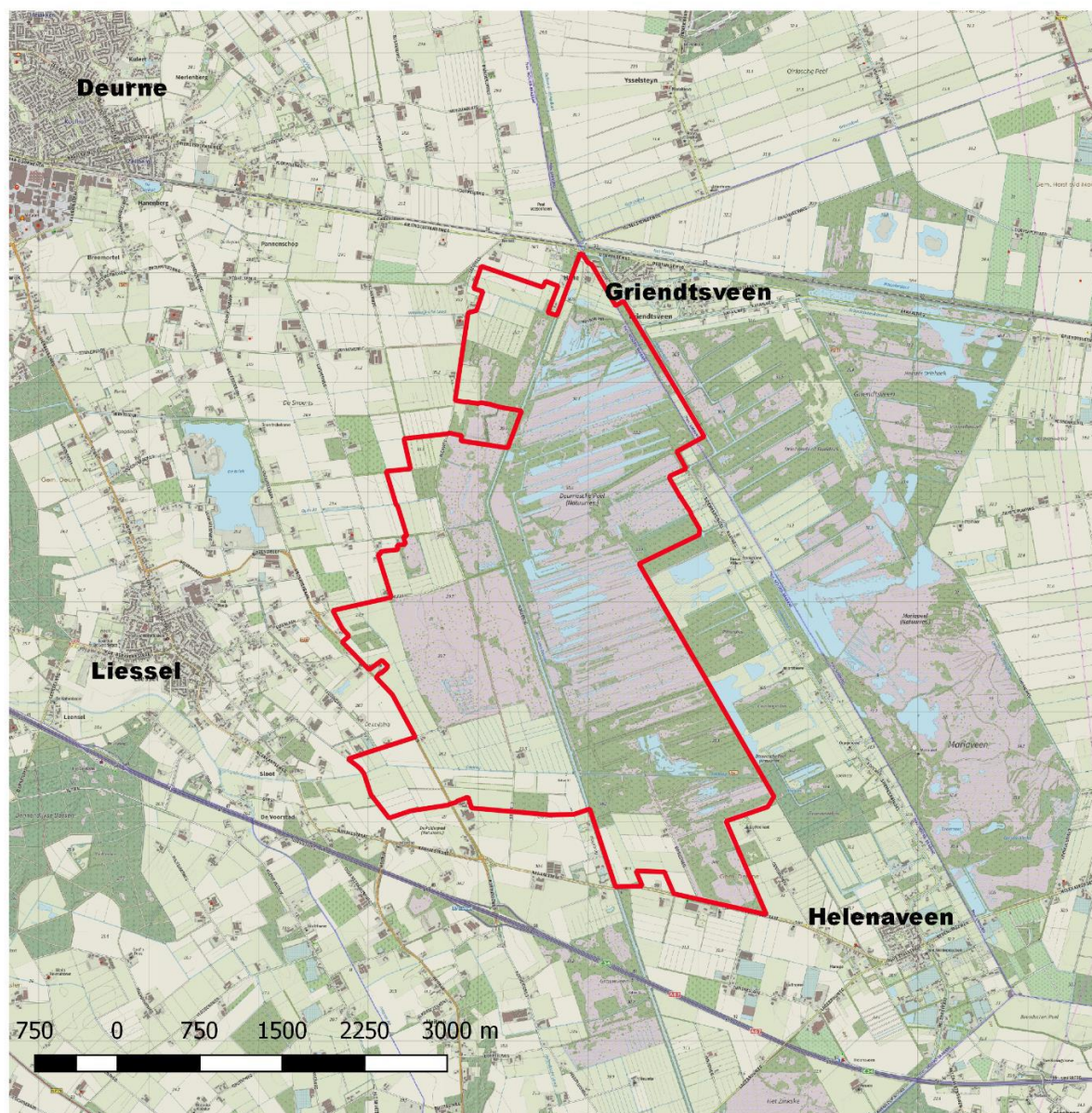
In genoemd advies zijn de principeprofielen voor de verschillende kades ontworpen. In het rapport zijn aanbevelingen opgenomen ten aanzien van het uitvoeren van (aanvullend) grondonderzoek en het specifiek maken van de zettingsberekeningen.

In augustus/september 2018 is het aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. In deze memo zijn de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd, zijn eisen ten aanzien van te gebruiken materiaal (grond) in de kades opgenomen en zijn resultaten van aanvullende stabiliteits- en zettingsberekeningen gepresenteerd.

Deze memo vormt een aanvulling op genoemd rapport en neemt alle ontwikkelingen mee die na december 2017 in overleg met waterschap, provincie en Staatsbosbeheer zijn afgestemd en doorgevoerd.

2 Situatiebeschrijving

Het plangebied is gelegen ten oosten van de kern Liessel en ligt geheel op grondgebied van de gemeente Deurne (zie Figuur 2-1). De oostgrens van het projectgebied ligt tussen de Deurnese Peel en de Mariapeel. De zuid-, noord- en westgrens ligt buiten de peel in het open gebied.



Figuur 2-1: Ligging en afbakening projectgebied c.q. plangebied, aangegeven met de rode lijn

In zowel het bestaande natuurgebied als het huidige agrarische gebied aan de westzijde (Leegveld) zal het oppervlaktewater worden opgezet. In de bestaande natuur dienen hiervoor zowel aan de randen als in het gebied zelf kades te worden aangelegd.

In het gebied aan de westzijde van de bestaande natuurgebieden, Leegveld genaamd, worden tegendrukgebieden en buffers aangebracht waarin het (grond)waterpeil zal worden opgezet. De tegendrukgebieden/buffers worden omringd door kades. Bij (bestaande) bebouwing zijn kades rondom de boerderijen/woningen voorzien. In Figuur 2-2 is de ligging van de kades aangegeven.



Figuur 2-2 Locatie nieuw aan te leggen kades

Het op te zetten waterpeil in de bestaande natuur (streefpeil) varieert van ca. 0 tot 80 cm ten opzichte van maaiveld.

Het streefpeil in de nieuwe natuur (Leegveld) buffers varieert tussen 0 en ca. 180 cm boven maaiveld. Het maximale bufferpeil, bij extreme neerslag of afvoer vanuit het peelgebied, varieert tussen 0 en ca. 2,15 meter boven maaiveld.

3 Kenmerken kades

In het geotechnisch advies is onderscheid gemaakt in de volgende type kades:

- Kades in Liesselse en Deurnese Peelgebied (bestaande natuur):
Deze kades delen de bestaande natuur in compartimenten waarin een verschillend waterpeil kan worden gehanteerd. Deze kades hebben geen waterveiligheidsfunctie. Ze dienen toegankelijk te zijn voor kleine onderhoudsvoertuigen. Nieuw aan de leggen kades krijgen een boven breedte van 2,00 m en taluds van 1:2 (in afwijking van wat eerder is aangenomen in het geotechnisch advies). De maximale hoogte van de nieuwe kades is 1,2 m boven maaiveld. Het maximale verval (peilverschil aan weerszijden van de kade) is 0,7 m, dit treedt niet op bij de hoogste kade;
- Kades inrichting Leegveld (nieuwe natuur):
Deze kades keren het water in de tegendrukgebieden / buffers en beschermen woningen en het naastgelegen agrarisch gebied. Op een aantal locaties zal een fietspad op de kruin worden aangelegd (weg Leegveld). Deze kades krijgen een kruinbreedte van 3 of 5 m en taluds 1:6, behalve bij sloten aan de buitenrand, dan wordt het talud 1:4. Deze kades hebben een hoogte van maximaal 2,65 m ten opzichte van het nieuwe (verlaagde) maaiveld. Het maximale verval is hier 0,85 m.

De kades zullen zoveel mogelijk worden aangelegd met gebiedseigen grond, welke vrij gaat komen bij de ontgravingen.

4 Ondergrondgegevens

4.1 Algemeen

Bij het opstellen van het advies in 2017 is gebruik gemaakt van geotechnische gegevens welke in DINOloket beschikbaar waren. Volgens deze gegevens bestaat de ondergrond uit een toplaag van veen met een dikte van 1 tot 3 m op zand. Ter plaatse van het gebied Leegveld is aangenomen dat de veenlaag waarschijnlijk niet of minder aanwezig is.

4.2 Aanvullend grondonderzoek

Zoals aanbevolen in het geotechnisch rapport is in augustus 2018 (aanvullend) geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek is door Inpijn-Blokpoel uitgevoerd en bestond uit:

- 13 sonderingen;
- 35 (hand)boringen;
- Laboratoriumonderzoek.

REF 3. Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel, opdracht 02P011898, Inpijn-Blokpoel, augustus 2018.

De sonderingen en boringen zijn verspreid over het terrein uitgevoerd, ter plaatse van de toekomstige kades en op locaties waar duikers en stuwen zijn voorzien. Vanwege de toegankelijkheid konden slechts twee boringen in het natuurgebied worden uitgevoerd, de overige zijn in Leegveld uitgevoerd.

De locaties en resultaten van het grondonderzoek zijn opgenomen in bijlage 1.

4.3 Verificatie bodemopbouw

De resultaten van het geotechnisch onderzoek bevestigen het beeld dat in het onderzochte gebied een toplaag van veen voorkomt op een zandondergrond. Uit het onderzoek blijkt dat op de onderzoekslocaties:

- Een veenlaag met een dikte van 0,1 tot 1,8 m voorkomt. De veendikte varieert sterk in dikte in het gebied, zonder duidelijk patroon;
- Deze veenlaag ter plaatse van de onderzoekslocaties veelal niet direct aan maaiveld ligt, maar op een diepte van 0,3 tot 1,5 m onder maaiveld;
- Op bijna de helft van de onderzoekslocaties (23 locaties van de 48 in totaal) géén veen is aangetroffen, maar alleen zand. Deze locaties liggen verspreid door het onderzochte gebied;
- In 2 sonderingen (verspreid in onderzochte gebied) een tweede cohesieve laag (klei/leem) is aangetroffen op een niveau van NAP +24 m. De dikte van deze lagen varieerde van 0,4 tot 3 m;
- De grondwaterstand tijdens uitvoering van het veldwerk (droge zomer) is aangetroffen op een niveau van 1 tot 2,7 m beneden maaiveld (gemiddeld 1,7 m beneden maaiveld).

Verificatie ten opzichte van ontwerp:

- De in de verschillende berekeningen aangehouden (en gevarieerde) bodemopbouw is bevestigd op basis van de resultaten van het geotechnisch onderzoek;
- De bij ontgravingen voor de nieuwe natuur (t.b.v. verwijdering voedselrijke bouwvoor) vrijkomende grond zal bestaan uit zand en veen. Er is geen klei/leem aangetroffen op het voorgenomen ontgravingsniveau;

- Ter plaatse van de buffers is niet altijd een slecht doorlatende laag (veen of klei) aanwezig. Ten gevolge van het ontbreken van een afdichtende laag zal de bodem van de buffer “lek” zijn en kan (en zal) inzijging optreden. De buffers kunnen in droge weersomstandigheden leeglopen en droog komen te staan;
- De verwachting was (REF 1) dat in de bestaande natuur een deklaag van veen voorkomt, op de zandondergrond. Vanwege de beperkte/slechte bereikbaarheid in dat gebied, konden slechts enkele boringen aan de randen worden uitgevoerd. In deze boringen is inderdaad een veenlaag met een dikte variërend van 0,3 tot 1,3 m aangetroffen.

4.4 Verificatie grondparameters

In het ontwerp is uitgegaan van grondparameters op basis van NEN9997-1 tabel 2.b. De gebruikte parameters zijn omschreven in onderstaande tabel.

Tabel 4-1 In ontwerp gebruikte grondparameters (representatieve waarden)

Materiaal	Consistentie	γ_{dr} [kN/m ³]	γ_{nat} [kN/m ³]	C_p [-]	Φ_{rep} [°]	C_{rep} [kPa]
ZAND	Losgepakt	17	19	200	30	0
VEEN	Voorbelast (slap)	10	12	7,5	15	2,5

Uit de resultaten van het grondonderzoek blijkt:

- De conusweerstand van de zandlaag in de bovenste meters een waarde heeft van 5 tot 10 MPa, passend bij los tot matig gepakt zand;
- De analyse van de korrelverdeling geeft de volgende resultaten:
 - $D_{70} = 0,194$ mm (laaggemiddelde waarde);
 - Mediane korreldiameter = 0,151 mm (laaggemiddelde waarde).
- De analyse van het veen geeft de volgende resultaten:
 - Volumiek gewicht (natuurlijk watergehalte) = 10,3 kN/m³.

Op basis van deze laboratoriumresultaten wordt geadviseerd in verificatieberekeningen uit te gaan van de grondparameters zoals vermeld in onderstaande tabel (omschrijving consistentie conform NEN en op basis van laboratorium- en sondeerresultaten).

Tabel 4-2 In onderhavige verificatie gebruikte grondparameters (representatieve waarden)

Materiaal	Consistentie	γ_{dr} [kN/m ³]	γ_{nat} [kN/m ³]	C_p [-]	Φ_{rep} [°]	C_{rep} [kPa]
ZAND	Losgepakt	17	19	200	30	0
VEEN	Niet voorbelast (slap) ¹	10	10,3	7,5	15	2,5

¹ Hoewel het veen in het verleden afgedekt is geweest met zand, laten de onderzoeksresultaten zien dat het nog steeds slap is.

5 Aanvulling geotechnisch advies

5.1 Materiaal in kades

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek, de wens om zoveel mogelijk gebiedseigen grond te gebruiken en de specifieke situatie in dit gebied is het advies ten aanzien van het toe te passen materiaal (grond) in de kades aangepast ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp (REF 1).

Kades in Liesselse en Deurnese Peelgebied (bestaande natuur, geen waterveiligheidsfunctie):

- Kades kunnen worden opgebouwd met gebiedseigen grond, bestaande uit matig fijn siltig zand. Het toepassen van kleibekleding wordt achterwege gelaten om de inkoop van klei te beperken. Dit betekent wel dat de kades waterdoorlatend zijn, en dus water van de ene buffer naar de andere kan stromen, door de kade heen. Bovendien zijn de kades beperkt erosiebestendig. In dit deelgebied zijn de kades niet hoog (0 tot 1,2 m) en zijn de waterstandsverschillen tussen de buffers niet zo groot (0,1 à 0,7 m). Het wordt daarom acceptabel geacht dat hier de kades zonder kleibekleding worden gerealiseerd. Er bestaat een mogelijkheid dat de kades (beperkt) afkalven. Door Beheer & Onderhoud dient dit in de gaten te worden gehouden en eventueel te worden hersteld. Door de kades te laten begroeien kan dit worden beperkt.

Kades inrichting Leegveld (nieuwe natuur, beschermen woongebied):

- Kades kunnen worden opgebouwd met gebiedseigen grond, bestaande uit matig fijn siltig zand. Veen mag niet worden toegepast. Het toepassen van kleibekleding wordt ook hier achterwege gelaten om de inkoop van klei te beperken. Technisch kan er worden volstaan met het aanbrengen van een leeflaag op de zandkern, zodat grasbegroeiing snel aanslaat. In dit deelgebied zijn de taluds van de kades flauw (1:4 of 1:6), de kruinbreedte is 3 m of 5 m. De hoogte van de kades is over het algemeen beperkt (0 tot 1,2 m). Ter plaatse van het Soeloopdal is lokaal een hogere kade aanwezig. Deze is maximaal 2,65 m hoog (ten opzichte van verlaagde maaiveld). Het verval over de kades is veelal beperkt tot 0 tot 0,85 m. Het wordt daarom acceptabel geacht dat hier de kades zonder kleibekleding worden gerealiseerd. Gezien de flauwe taludhelling en de hoeveelheid zand in het profiel, zal zich een natuurlijk evenwichtsprofiel instellen. Door Beheer & Onderhoud dient dit in de gaten te worden gehouden. Door de kades te laten begroeien kan dit worden beperkt.

Bodem compartimenten/buffers:

Ter plaatse van de buffers in Leegveld is niet altijd een slecht doorlatende laag (veen of klei) aanwezig. Ten gevolge van het ontbreken van een afdichtende laag zal de bodem van de buffer "lek" kunnen zijn en kan inzijging optreden. De buffers kunnen daardoor bij droog weer situaties leeglopen en droog komen te staan.

Dit kan worden opgelost door een slecht doorlatende (klei-)laag aan te brengen of door water in te (blijven) laten. De verwachting is dat de bodem na verloop van tijd dicht zal slaan en minder doorlatend zal worden.

Ter plaatse van de compartimenten in het Peelgebied is naar verwachting wel een slecht doorlatende laag aanwezig.

5.2 Piping

In REF 1 is al aangegeven dat het optreden van opbarsten in dit gebied, gezien de bodemopbouw en lage stijghoogte van het grondwater, zeer onwaarschijnlijk is. De resultaten van het grondonderzoek bevestigen dit beeld.

Desondanks is de veiligheid ten aanzien van piping gecontroleerd met behulp van de oude vuistregel (Bligh). Hierbij is een Creepfactor van 18 aangehouden, behorend bij zeer fijn zand.

Uit de laboratoriumresultaten blijkt dat het zand net op de grens van zeer fijn naar matig fijn zand ligt. De keuze van de factor 18 is conservatief, maar akkoord.

Voor de situaties dat een kade uit zand wordt opgebouwd is controle op piping niet nodig, deze keringen zijn niet piping gevoelig.

Voor de kades welke uit veen of klei bestaan geldt dat de breedte van de kade (de basis of 'dijkzate') voldoende breed moet zijn. Bij een maximaal waterstandsverschil van 0,4 m, geldt dat de basis minimaal 7,2 m moet zijn. Voor een aantal hogere (maatgevende) kades is dit geverifieerd (REF 1). De aanwezige breedte is 10 tot 12 m. De kades voldoen.

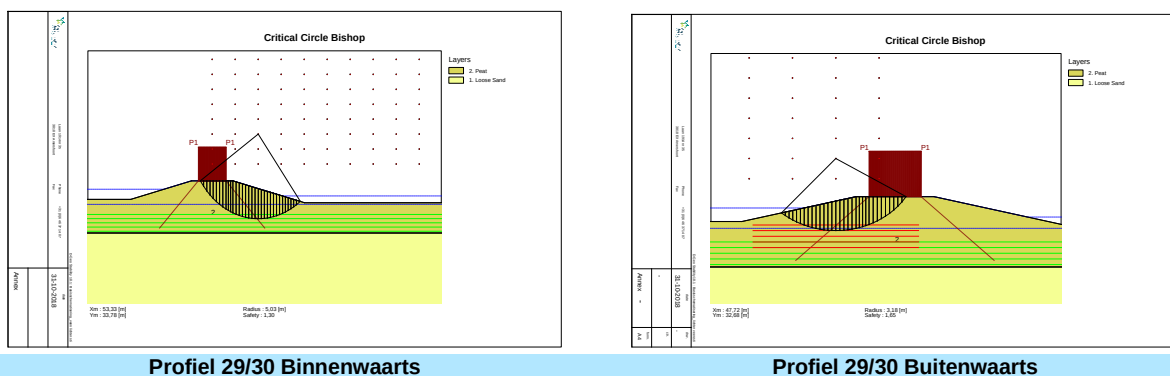
5.3 Macrostabiteit

In het ontwerp (REF 1) is de controle ten aanzien van macrostabiteit uitgevoerd. Uit de resultaten van het grondonderzoek blijkt dat het volumiek gewicht van het veen wat lager is dan in de oorspronkelijke berekeningen aangenomen ($10,3 \text{ kN/m}^3$ versus 12 kN/m^3). Daarnaast is de geometrie van de kades in geringe mate aangepast. Nieuwe berekeningen zijn daarom uitgevoerd.

De maatgevende berekening uit 2017 (Compartiment 29/30) met een (veen)kade van 1,3 m hoog op een veenondergrond, een kruinbreedte van 3 m, taluds 1:4 en een verval over de kade van 0,4 m is opnieuw uitgevoerd. De resultaten laten zien dat de veiligheid tegen binnenwaarts afschuiven afneemt van 1,33 naar 1,30. Dit is nog steeds ruim boven de eis van 1,05.

Voor de buitenwaartse stabiliteit geldt dat de veiligheid tegen afschuiven afneemt van 1,67 naar 1,65. Dit is ruim boven de eis van 0,95.

Resultaten van de berekeningen zijn in onderstaande figuur opgenomen.



Figuur 5-1 Resultaten stabiliteitsberekeningen Compartiment 29/30

Daarnaast is de maatgevende situatie met een hoge kade op een veenondergrond en verkeersbelasting doorgerekend met verschillende uitgangspunten. Gebruikte uitgangspunten en de resultaten zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel 5-1 Controle berekeningen stabiliteit binnenwaarts

kenmerk	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4	Situatie 5	Situatie 6
Kruinhoogte	+30,05 m NAP	+30,05 m NAP	+30,05 m NAP	+30,05 m NAP	+30,05 m NAP	+30,05 m NAP
Kruinbreedte	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
MV niveau	+27,9 m NAP	+27,9 m NAP	+27,9 m NAP	+27,9 m NAP	+27,9 m NAP	+27,9 m NAP
Taludhelling	1:6	1:6	1:4	1:4	1:6	1:4
WS buffer hoog	+29,55 m NAP	+29,55 m NAP	+29,55 m NAP	+29,55 m NAP	+29,55 m NAP	+29,55 m NAP
WS buffer laag	+28,9 m NAP	+28,9 m NAP	+28,9 m NAP	+27,9 m NAP	+27,9 m NAP	+27,9 m NAP
Opbouw dijk	Veen	Zand	Veen	Veen	Zand	Zand
Berekende stabiliteitsfactor	1,84	1,74	1,50	1,18	1,45	1,11

De stabiliteit ten opzichte van afschuiven is (ruim) boven de eis van 1,05.

In het overleg over het conceptbestek d.d. 30 oktober jl. is besloten dat we in de bestaande natuur zandkades hanteren met taluds 1:2 en een kruinbreedte van 2 m. Voor deze dimensionering (die afwijkt van het projectplan waterwet en de eerder geadviseerde kades conform REF 1) is een aparte berekening uitgevoerd. Hierbij is een maatgevende hoogte van de kade van 1,2 m aangehouden, een verval van 0,7 m en een 2 m dikke veenlaag in de ondergrond. De berekende stabiliteitsfactor is <1,0, dit is niet voldoende. Om stabiele taluds te realiseren is een taludhelling van 1:4 nodig. In overleg met de opdrachtgever is echter besloten toch taluds 1:2 te hanteren voor deze specifieke locaties. In paragraaf 7 is dit onderbouwd.

5.4 Microstabiliteit

In het ontwerp (REF 1) is de controle ten aanzien van microstabiliteit uitgevoerd. De resultaten van het grondonderzoek geven geen aanleiding de uitgangspunten voor deze berekeningen te wijzigen. Conclusies ten aanzien van dit faalmechanisme blijven dan ook staan.

Voor kades die worden gerealiseerd met veen/klei geldt dat microstabiliteit geen rol speelt.

Voor de zanddijken geldt dat bij taluds 1:4 en 1:6 voldoende veiligheid tegen uitspoelen is. Bij taluds 1:2 is risico op uitspoelen.

5.5 Zettingen

In het ontwerp (REF 1) zijn zettingsberekeningen uitgevoerd. Hierbij zijn in 2017 twee (maatgevende) referentieprofielen doorgerekend met de volgende kenmerken/resultaten:

Kades in Liesselse en Deurnesche Peelgebied:

- Hoogte kade = 1 meter
- Materiaal van de kade = klei
- Dikte veenlaag = 2 meter
- Maximale zetting ca. 0,6 m, met ca. 0,3 m in eerste jaar.

Kades inrichting Leegveld:

- Hoogte kade = 1,5 meter
- Materiaal van de kade = zand

- Dikte veenlaag = 1 meter Maximale zetting ca. 0,4 m, dat veelal in het eerste jaar zal optreden. Op basis van de resultaten van het grondonderzoek in 2018 is een aantal extra berekeningen gemaakt. In onderstaande tabel zijn de kenmerken en resultaten hiervan aangegeven.

Tabel 5-2 Resultaten zettingsberekening

Kade nr.	Hoogte kade tov MV [m]	Kruinbreedte [m]	Dikte veenlaag [m]	Eindzetting [m]	Zetting na 1 jr [m]
K2-4	0,8	5	1,8	1,1	0,7
K4a-2	1,2	5	0,4	0,25	0,2
K4b-6	0,45	5	0,9	0,35	0,3
K8-1	1,4	5	0,7	0,5	0,4
K9b-3 (max)	2,65	3	1,0	0,4	0,32
K10-5	0,9	5	1,0	0,55	0,45
K30-2	0,5	3	1,0	0,4	0,35

Op basis van de berekeningen blijkt dat de benodigde overhoogte varieert van circa 1 m (bij veendikte van 1,5 à 2 m) tot 0,5 m (bij veendikte van 0,7 à 1 m).

Geadviseerd wordt om tijdens de uitvoering te monitoren hoe de zettingen plaatsvinden en een extra overhoogte toe te passen ter compensatie van de zettingen. Voorstel is om in eerste instantie een overhoogte van 10% aan te brengen en na een aantal maanden de kruinhoogte te controleren. De urgentie van de zettingscompensatie zal waarschijnlijk voor het natuurgebied gering zijn ten opzichte van de buitenrand van Leegveld, waar de kades een waterveiligheidsfunctie hebben.

Vertaling van de zettingsberekeningen in de uitwerking van de kades en de grondbalans

De kades zijn op basis van de te verwachten zettingen, ingedeeld in onderstaande 4 categorieën. Deze indeling is gemaakt op basis van zettingsberekeningen zoals hierboven beschreven. Deze zettingsberekeningen zijn op basis van de te verwachten locatie specifieke omstandigheden (aantreffen van veen) vertaald naar alle in het gebied aan te leggen kades. Hierbij zijn gegevens gebruikt uit zowel het civieltechnisch als het geotechnisch onderzoek en de bodemkaart.

Categorieën:

- 0-10cm zetting (groen);
- 10-25cm zetting (blauw);
- 25-50cm zetting (geel);
- >50cm zetting (roze).

Deze categorieën zijn met de hierboven genoemde kleur weergegeven in bijlage 2. Per categorie is hieronder aangegeven welke maatregel(en) worden getroffen om met de te verwachten zetting en klink tot de beoogde eindhoogte van de kade te komen. Dit resultaat is weergegeven in bijlage 3: "Overzichtstekening zetting per kade"

Aan te brengen overhoogte per categorie:

- 0-10cm zetting: 10 cm overhoogte aanbrengen;
- 10-25cm zetting: 25 cm overhoogte aanbrengen;
- 25-50cm zetting: 50 cm overhoogte aanbrengen + voorafgaand aan het opbouwen van de kade een druk verdelend doek aanbrengen na het verwijderen van de rooflaag (0,3 m);
- >50cm zetting: 50 cm overhoogte aanbrengen + voorafgaand aan het opbouwen van de kade een druk verdelend doek aanbrengen na het verwijderen van de rooflaag (0,3 m);

Het druk verdelend doek voorkomt wegpersen van de onderlaag en verbetert de stabiliteit van de kade en dient slechts beperkt om zettingen tegen te gaan.

De met overhoogte aangebrachte kades dienen na een periode van 6 tot 12 maanden, waar nodig, uitgevlakt te worden. Hiermee worden locaties met meer en minder zetting / klink dan berekend, vlak gemaakt. De overhoogte wordt over de gehele kruinbreedte aangebracht en vanuit de kruin naar de oorspronkelijke teen van de kade getrokken. Hiermee wordt op het talud van 0 cm (in de teen van de kade) tot maximale overhoogte (in de kruin van de kade) aangebracht. Hiermee voorkomen we dat de kade onnodig veel breder wordt en dat er meer grond dan nodig wordt aangevoerd.

6 Aanvullend hydraulisch advies

6.1 Belastingen

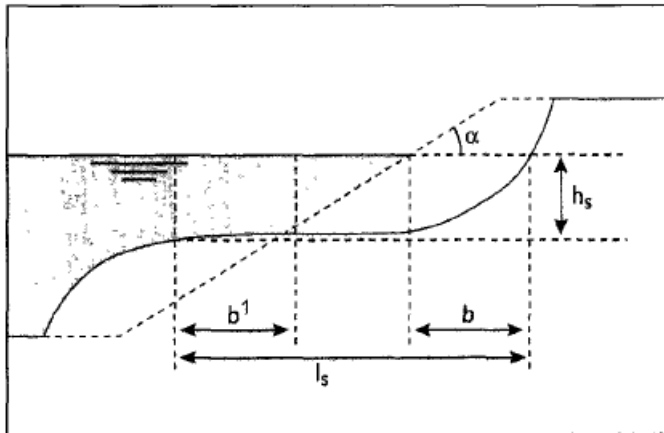
De kades kunnen belast worden door golfaanval mocht er water binnen de compartimenten staan. Voor het overgrote deel van de kades geldt dat de golfhoogte niet boven de 0,5 meter komt (waterstand kleiner dan 1 meter). Enkel voor de kades 9a en 9b zijn significante belastingen op de oevers te verwachten vanwege de grotere waterstand (groter dan 1 meter) (zie Figuur 6-1).

Waterdiepte ⇒ Strijklengte ↓		Windsnelheid op 10 m hoogte														
		5 m/s (Bft 3-4)			10 m/s (Bft 5-6)			15 m/s (Bft 7)			20 m/s (Bft 8-9)			25 m/s (Bft 10)		
		1 m	2 m	4 m	1 m	2 m	4 m	1 m	2 m	4 m	1 m	2 m	4 m	1 m	2 m	4 m
250 m	H _s [m]⇒	0,06	0,06	0,06	0,13	0,13	0,14	0,19	0,21	0,21	0,25	0,29	0,30	0,31	0,36	0,39
	T _p [s]⇒	0,9	0,9	0,9	1,2	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0
500 m	H _s [m]⇒	0,08	0,08	0,08	0,16	0,17	0,18	0,24	0,27	0,29	0,30	0,36	0,39	0,36	0,45	0,50
	T _p [s]⇒	1,0	1,0	1,1	1,4	1,5	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3
1000 m	H _s [m]⇒	0,10	0,11	0,11	0,19	0,22	0,24	0,27	0,34	0,37	0,34	0,45	0,51	0,40	0,54	0,64
	T _p [s]⇒	1,2	1,2	1,2	1,6	1,7	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,6	2,7
2000 m	H _s [m]⇒	0,12	0,14	0,14	0,23	0,28	0,31	0,30	0,41	0,48	0,36	0,52	0,64	0,41	0,62	0,80
	T _p [s]⇒	1,3	1,4	1,4	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,4	2,6	2,8	2,6	2,9	3,1
5000 m	H _s [m]⇒	0,15	0,19	0,20	0,25	0,36	0,43	0,32	0,49	0,63	0,38	0,60	0,82	0,42	0,69	0,99
	T _p [s]⇒	1,5	1,6	1,7	2,0	2,3	2,4	2,4	2,7	2,9	2,7	3,0	3,3	2,9	3,3	3,7

Figuur 6-1 Significante golfhoogte en piekperiodes bij strijklengtes (REF 2)

6.2 Sterkte

Gezien de taludhellingen (1:4 of 1:6) van de kades en de geringe golfhoogtes (door beperkte waterdiepte) wordt verondersteld dat er genoeg materiaal binnen het profiel aanwezig is om, in het geval van erosie van een onbeschermd oever, de vorming van een evenwichtsprofiel toe te staan.



Figuur 6-2 Evenwichtsprofiel onbeschermdde oevers (REF 2)

Hierbij moet nog vermeld worden dat de invloed van begroeiing niet meegenomen is. Wanneer de oevers begroeid raken zullen ze veel beter weerstand kunnen bieden tegen erosie. Door deze kwalitatieve beschouwing is erosie door golfbelastingen voor de te maken kades geen significant risico gedurende de levensduur. Dit geldt voor alle kades behalve de kades 9a en 9b. Ter plaatse van deze kades geldt dat de waterdiepte dermate groot is dat significante golfbelastingen te verwachten zijn. Figuur 6-3 laat zien dat het gebruik van zand/veen hier niet haalbaar is en dat er daarom een klei dek toegepast moet worden om de onderhoudsinspanningen gedurende de levensduur te beperken. Voorgesteld wordt om een kleidek van 0,5 m toe te passen.

Grondsoort	Oeverafslag m/jaar
vaste klei	0 – 0,05
redelijk vaste klei	0,1 – 0,5
slappe klei	1 – 3
zand	> 3 (zie hiervoor bij niet-cohesief materiaal)
veen	0 – 5

Figuur 6-3: Oeverafslag bij significante golfbelastingen (REF 2)

7 Conclusies

De in het huidige plan gehanteerde profielen zijn getoetst. Kades met taluds 1:4 en 1:6 voldoen aan de stabiliteitseisen voor regionale keringen. Voor de smalle kades welke met taluds 1:2 zijn voorzien geldt dat deze lokaal niet aan de stabiliteitseisen voldoen.

Toepassen van gebiedseigen grond in de kades, zonder toepassing van een kleibekleding wordt in dit geval toegestaan voor alle kades in het gebied. Het risico op instabiliteit van de kades door de erosie van de (zand) taluds is beperkt omdat:

- De kades geringe hoogte hebben;

- Kades in nieuwe natuur: Er worden (zeer) flauwe taluds toegepast waardoor de golfbelasting op het talud positief beïnvloed wordt. Tevens zorgen de flauwe taluds voor een overmaat aan zand in het profiel waardoor afkalving/erosie zal leiden tot het instellen van een natuurlijk evenwichtsprofiel.
- Kades in nieuwe natuur: Op sommige kades is een overmaat aan kruinbreedte aanwezig wat ertoe leidt dat er een overmaat aan zand in het profiel aanwezig is.
- De golfbelasting op de taluds is zeer gering gezien de waterdieptes onder maatgevende omstandigheden. De meeste kades kunnen daarom met gebiedseigen grond gemaakt worden. Enkel kades 9a en 9b moeten voorzien worden van een kleidek.

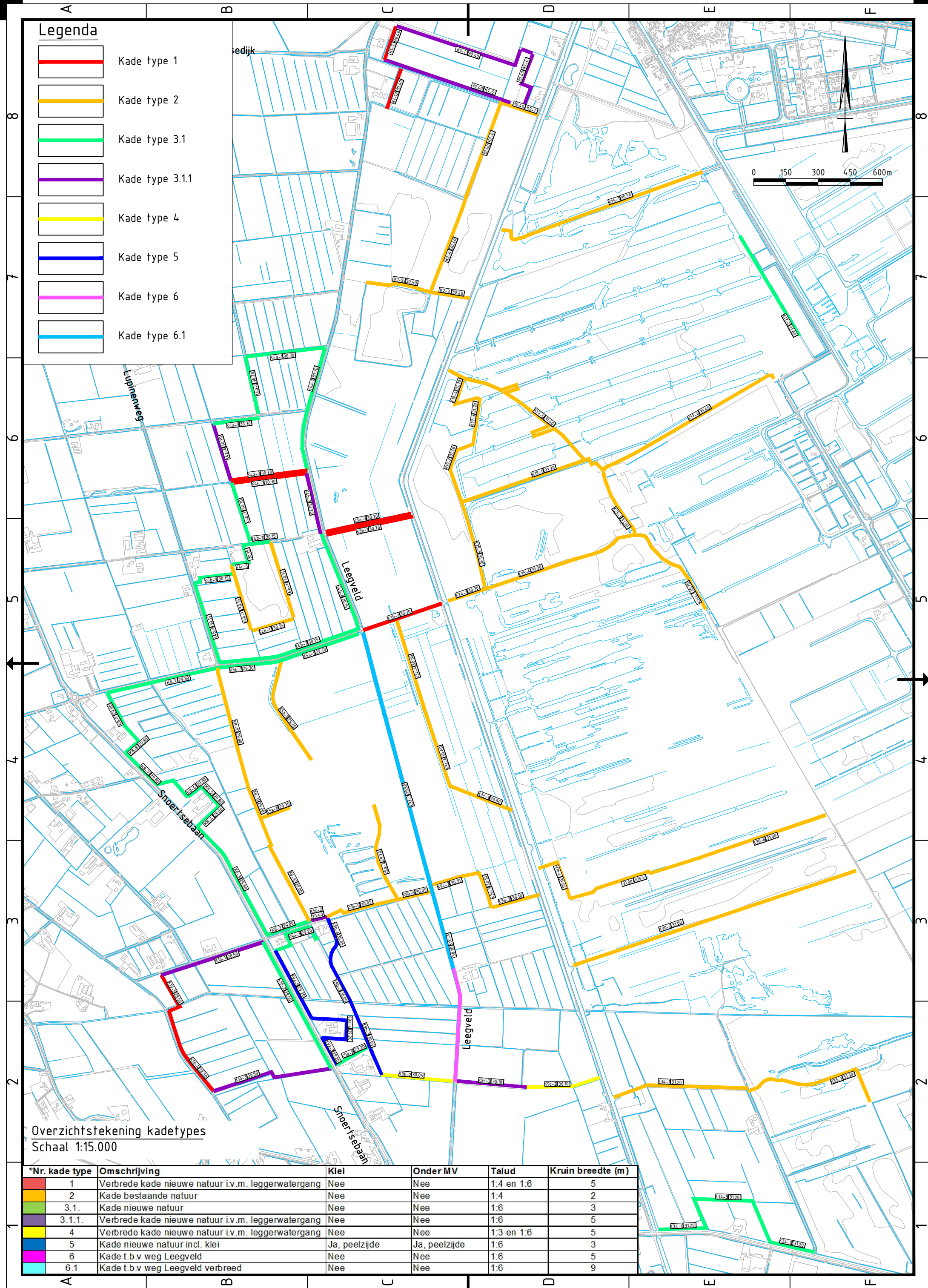
De praktijk: Afwijking van geotechnisch geschikte maatgevende kade van 1:4 in de bestaande natuur. De maatgevende locatie is de kade tussen compartiment 29 en 35 (K35-1). Voor het grootste deel ligt deze kade op een bestaande hoogte in het maaiveld waar slechts een kleine ophoging (ca 30 centimeter) voldoet om op de juiste kruinhoogte te komen. Op één locatie loopt de hoogte op tot 80cm. Het verschil in steefpeil aan beide zijden van de kade bedraagt 70 cm. In compartiment 29 is de optie opgehouden om afhankelijk van de hoogveenontwikkeling het streefpeil op te zetten naar NAP+30,60m, waarbij het verval nog maar 20 cm bedraagt. Omdat de peilen in de bestaande natuur geleidelijk opgezet worden zijn deze peilverschillen in een toekomstige situatie onwaarschijnlijk.

De overige kades in de bestaande natuur zijn beduidend lager en liggen veelal op bestaande hoogtes. Het aanbrengen van de kaden lijkt dan op het uitvullen van reeds aanwezige hoogtes in het maaiveld. Ook is nergens het verval zo groot als op de bovengenoemde locatie. Het verval beperkt zich veelal tot enkele tientallen centimeters. Ook de praktijk uit andere projecten leert dat deze (relatief) smalle kades tussen compartimenten (of watergangen) blijven staan.

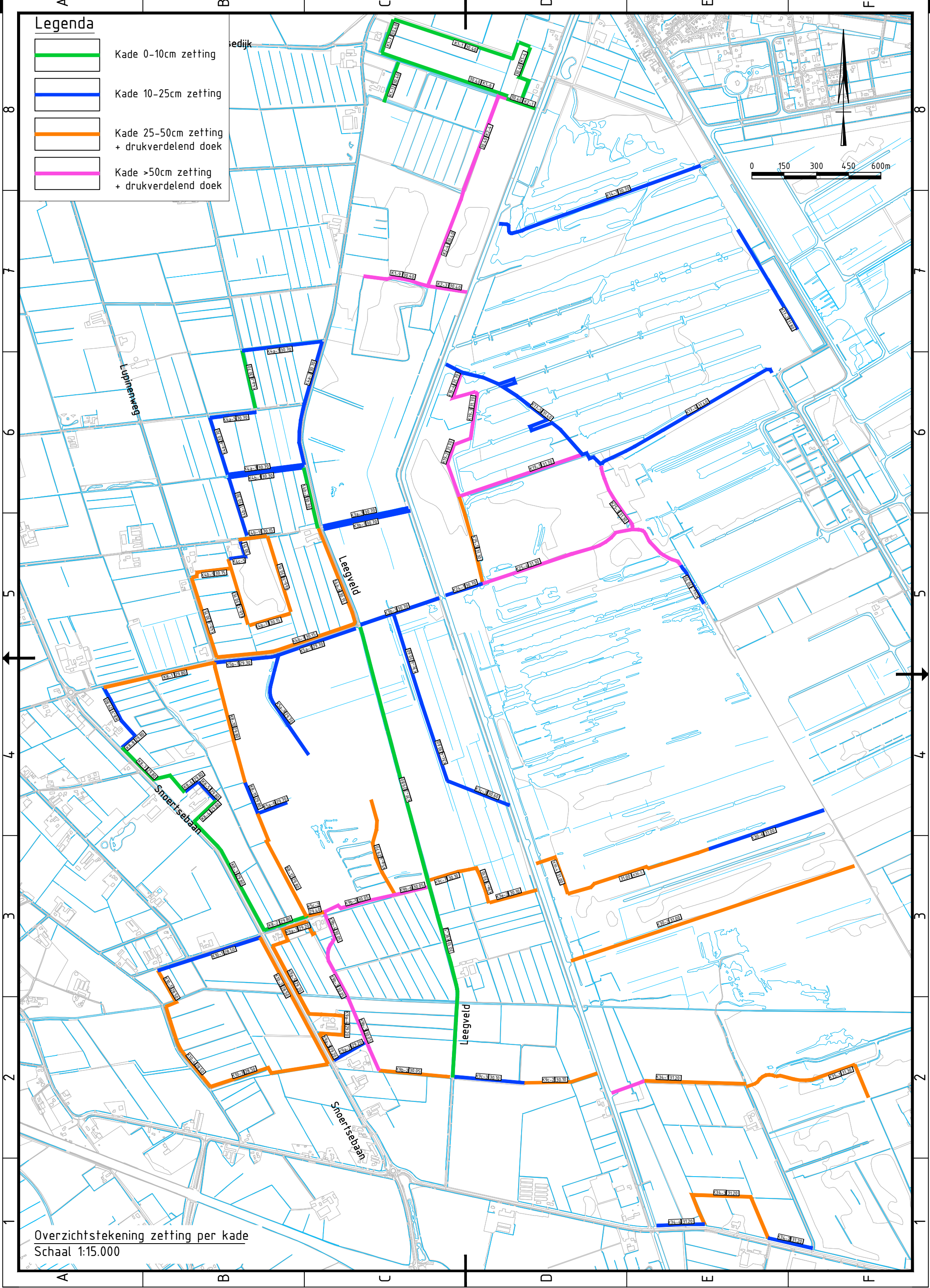
Omdat de maatgevende situatie (aan te houden in de geotechnische analyses) in de praktijk een zeer geringe aanpassing van de bestaande situatie betreft en omdat de veiligheidseisen aan de kades in de natuur niet vergelijkbaar zijn met de eisen aan de kades die ook een beschermende functie hebben voor het naastgelegen gebied, achten wij het verantwoord om met kades met taluds 1:2 af te wijken van de geotechnische berekeningen. De voordelen van smallere kades wegen hier niet op tegen de nadelen. Het voornaamste voordeel betreft minder aantasting van de bestaande natuur. Daarnaast is minder grond transport nodig en minder graaf beweging. De minimaal toegenomen kans op uitspoeling bij een kade van 1:2 nemen we dan voor lief en beperken we nog eens door de verwijderde leeflaag terug te zetten op de nieuw aangelegde kade.

BIJLAGE 1: RESULTATEN GEOTECHNISCH GRONDONDERZOEK

BIJLAGE 2: OVERZICHTSTEKENING KADETYPES



BIJLAGE 3: OVERZICHTSTEKENING ZETTING PER KADE



**Bijlage C: Gebiedsontwikkeling
Leegveld; geotechnisch advies kades**

RAPPORT

Gebiedsontwikkeling Leegveld

Geotechnisch advies kades

Klant: Provincie Noord Brabant

Referentie: R008_T&P_BF1933

Versie: 0.1/Finale versie

Datum: 14 december 2017

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB Nijmegen
Netherlands
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 70 00 **T**
+31 24 323 93 46 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Gebiedsontwikkeling Leegveld

Ondertitel:
Referentie: R008_T&P_BF1933
Versie: 0.1/Finale versie
Datum: 14 december 2017
Projectnaam: Gebiedsontwikkeling Leegveld
Projectnummer: BF1933
Auteur(s): Niels van der Zee

Opgesteld door: Niels van der Zee

Gecontroleerd door: Monique Sanders

Datum/Initialen: 14-12-2017

Goedgekeurd door: Dorus Daris

Datum/Initialen: 14-12-2017

Classificatie

Alleen voor intern gebruik



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 OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Scope van voorliggend advies	4
2	Situatiebeschrijving	5
3	Ontwerputgangspunten	7
3.1	Functies kades	7
3.1.1	Kades Liesselse en Deurnsche Peelgebied	7
3.1.2	Kades inrichting Leegveld	7
3.2	Veiligheidsniveau kades en planperiode	7
3.2.1	Kades Liesselse en Deurnsche peel	7
3.2.2	Kades inrichting Leegveld	7
3.3	Ontwerpwaterstanden	8
3.4	Vereiste kruinhoogte	8
3.5	Ophoogmateriaal	8
3.6	Bekleding	8
3.7	Verkeersbelasting	9
4	Bodem	10
4.1	Beschikbaar grondonderzoek	10
4.2	Bodemopbouw	10
4.3	Benodigd aanvullend grondonderzoek	10
4.4	Grondparameters	11
5	Profielen Kades Deurnsche en Liesselse Peel	12
5.1	Kades Deurnsche en Liesselse Peel	12
5.2	Kades Inrichting Leegveld	12
5.3	Maatgevende profielen	13
5.3.1	Kades Deurnsche en Liesselse peel	13
5.3.2	Kades Leegveld	14
6	Controle faalmechanismen	16
6.1	Opbarsten en piping	16
6.1.1	Opbarsten	16
6.1.2	Piping	17
6.1.3	Conclusie	17
6.2	Controle Macrostabiliteit	18
6.2.1	Macrostabiliteit binnenwaarts	18

6.2.2	Macrostabiliteit buitenwaarts	19
6.2.3	Conclusie	19
6.3	Controle Microstabiliteit	19
6.3.1	Resultaten	20
6.3.2	Conclusie	20
7	Zettingen	21
8	Aandachtspunten	23
8.1	Bekleding binnenzijde (landzijde)	23
8.2	Bekleding buitenzijde (waterzijde) en kruin	23
8.3	Kwel	23
8.4	Aanwezigheid van kunstwerken	23
8.5	Kruinbreedte	23
8.6	Zettingen	23
9	Conclusies en aanbevelingen	24
9.1	Conclusies	24
9.2	Aanbevelingen	25

Bijlagen

A1	Kaart der veendikten
A2	Veiligheid
A3	Resultaten Macrostabiliteit Binnenwaarts
A4	Resultaten Macrostabiliteit Buitenwaarts
A5	Aanvullend grondonderzoek

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de Liesselse en Deurnsche Peel is men voornemens om de waterstand te verhogen om de kwaliteit van het veengebied in de peel te verhogen, het veengebied te beschermen tegen uitdroging en mogelijke nieuwe veenontwikkeling een kans te geven. Om dit te realiseren worden deze peelgebieden opnieuw ingericht door het aanbrengen van compartimenteringen en wordt het gebied Leegveld (gelegen aan de westzijde van de Liesselse Peel) opnieuw landschappelijk ingericht om kwel richting Leegveld te verminderen door de aanleg van buffers.

Ten behoeve van de compartimentering in de peelgebieden worden kades aangebracht in de Peel zelf. De inrichting van Leegveld bestaat uit het aanleggen van buffers die omringd worden door kades die het water in de buffers keren.

1.2 Scope van voorliggend advies

In voorliggend document is een geotechnisch advies opgesteld voor de aanleg van de kades in de Liesselse en Deurnsche Peel en de aanleg van de kades rondom de buffers in Leegveld. De kades langs het kanaal van Deurne zijn geen onderdeel van voorliggend advies.

De kunstwerken, zoals stuwen en duikers, zijn geen onderdeel van voorliggend advies.

In voorliggend advies zijn de functies van de kades vastgesteld met daaraan de eisen, waaraan de kades dienen te voldoen. Als onderdeel van het ontwerp voor de kades zijn principeprofielen voor het gehele gebied voorgesteld. De principeprofielen zijn vervolgens getoetst aan de gestelde eisen.

2 Situatiebeschrijving

Het plangebied is gelegen ten oosten van de kern Liessel en ligt geheel op grondgebied van de gemeente Deurne. De westgrens van het projectgebied ligt in de peel tussen de Deurnsche peel en de Mariapeel. De zuid-, noord- en westgrens ligt buiten de peel in het open gebied.

In zowel het peelgebied als het buitengebied wordt het oppervlaktewater opgezet. In het peelgebied wordt dit gedaan door aan de randen kades aan te brengen, daar waar geen natuurlijke verhogingen aanwezig zijn, en kades in het gebied zelf ten behoeve van compartimenteringen.

In het buitengebied, Leegveld genaamd, worden buffers aangebracht waarin waterpeilen worden opgezet. De buffers worden omringd door kades. Ter plaatse van het geplande kadetracé liggen op een aantal plekken boerderijen. Vooralsnog wordt ervanuit gegaan dat de kades om deze boerderijen heen gelegd dienen te worden.



Figuur 2-1: Ligging en afbakening projectgebied c.q. plangebied, aangegeven met de rode lijn.

Het op te zetten waterpeil in het peelgebied wordt streefpeil genoemd. Het streefpeil boven maaiveld in de peel varieert van ca. 0 tot 80 cm ten opzichte van maaiveld. Het op te zetten waterpeil in de buffers wordt ook streefpeil genoemd. Daarnaast kan er in de buffers nog een bufferpeil optreden.

Dit is een maximaal peil bij extreme neerslag of afvoer vanuit het peelgebied dat tijdelijk in de buffers wordt opgevangen. Boven dit peil zal het water over een drempelhoogte (door bijvoorbeeld stuwen) worden afgevoerd. Een hoger peil dan het bufferpeil kan in de buffers dus niet plaatsvinden.

Het streefpeil in de buffers varieert tussen de 0 en ca. 80 cm en het bufferpeil varieert tussen de ca. 0 en ca. 1 meter boven maaiveld.

De hoogte van de kades in het peelgebied variëren van 0 tot 1,6 m en in het buitengebied van 0 tot 2 m ten opzichte van maaiveld.

3 Ontwerpuitgangspunten

3.1 Functies kades

3.1.1 Kades Liesselse en Deurnsche Peelgebied

De hoofdfunctie van de kades in de Liesselse en Deurnsche peel is het opdelen van de peel in compartimenten waarin een verschillend waterpeil gehanteerd kan worden. De kades hebben geen waterveiligheidsfunctie.

Vanuit staatsbosbeheer is de wens uitgesproken dat de kades toegankelijk dienen te zijn voor onderhoudswerkzaamheden in de peel zelf. In voorliggend advies is deze wens als functie meegenomen in het advies ter bepaling van de principeprofielen.

Er wordt geen rekening mee gehouden dat er vee (schapen, koeien, paarden, etc.) of anderszins wordt toegelaten op de kade.

3.1.2 Kades inrichting Leegveld

De hoofdfunctie van de kades in Leegveld is het keren van het streef- en bufferpeil in de aan te leggen buffers. De kades dienen ervoor te zorgen dat het woongebied beschermt wordt tegen overstroming of wateroverlast gedurende operationele situatie en extreme omstandigheden.

Naast het keren van het water, zal op een aantal locaties een fietspad aangelegd worden op de kruin van de kade en/of wandelpaden ten behoeve van recreatie.

Er wordt geen rekening mee gehouden dat er vee (schapen, koeien, paarden, etc..) of anderszins wordt toegelaten op de kade.

3.2 Veiligheidsniveau kades en planperiode

3.2.1 Kades Liesselse en Deurnsche peel

Omdat de kades in het peelgebied geen waterveiligheidsfunctie hebben, hoeft geen gebruik te worden gemaakt van de technische rapporten en leidraden voor de waterkeringen en kan worden volstaan met de regels en voorschriften uit de Eurocode. Aangezien een gedeelte van de kades (binnen dit project) wel conform waterkeringsdocumenten ontworpen zullen worden, is besloten om binnen dit project alle kades te ontwerpen en te toetsen aan dezelfde voorschriften, zie volgende paragraaf.

3.2.2 Kades inrichting Leegveld

De kades voor de buffers dienen water te keren om wateroverlast van woon- en landbouwgebieden te beschermen gedurende operationele situatie en extreme omstandigheden. De te realiseren kades worden daarom ontworpen als “overige waterkeringen”. De indeling van de kades als “overige waterkeringen” houdt in dat de status als waterkering wordt vastgelegd in de keur van het waterschap en bestemmingsplan van de gemeente. Aan de status “overige waterkering” zijn vanuit het Rijk of de Provincie geen verplichtingen verbonden zoals een periodieke veiligheidstoetsing, welke voor primaire en regionale keringen verplicht is. Het waterschap kan (en moet) zelf de eisen ten aanzien van deze waterkeringen vastleggen.

Voor het ontwerpen van “overige waterkeringen” wordt aangesloten bij de systematiek van de primaire en regionale keringen.

De handreiking die het meeste aansluit bij het ontwerp van de kades is de STOWA Handreiking Ontwerpen & Verbeteren – Keringen langs regionale rivieren [L3]. Waar nodig, wordt voor specifieke faalmechanismen verwezen naar het relevante Technische Rapport van TAW / ENW. De wijze waarop wordt aangesloten bij de veiligheidsfilosofie uit bovengenoemde handreiking en de afweging die hier aan ten grondslag ligt is in dit hoofdstuk vastgelegd.

3.3 Ontwerpwaterstanden

De waterstanden in de compartimenten zijn als onderdeel van het ontwerp van het projectgebied bepaald. De stijghoogte van het watervoerende pakket onder de veenlagen is afhankelijk van de doorlatendheden en de geohydrologische eigenschappen van het gebied. Op basis van gemeten waarden wordt aangenomen dat in het natte (maatgevende seizoen) de stijghoogte onder de veenlaag 30 cm onder MV zal zijn. Dit is gebaseerd op een geohydrologische doorsnede zoals weergegeven in HT360-6/16-006.494, Verkenning Hydrologisch Maatregelen Deurnsche Peel en Leegveld 12-4-2016 Witteveen + Bos p114.

De ontwerpwaterstanden zijn afhankelijk van de aangenomen buffer- en streefpeilen in de compartimenten. Binnen deze compartimenten is het mogelijk dat er door een hoge neerslag en een lage afvoer een toename in waterstanden kan plaatsvinden. In een dergelijke situatie dienen de kades de verhoogde waterstanden ook nog te kunnen keren.

In STOWA Handreiking Ontwerpen & Verbeteren – Keringen langs regionale rivieren [L3] is te lezen dat voor een hoge neerslag in een periode van enkele dagen dient te worden uitgegaan van 150 mm. Gezien de beperkte hoogte van de kades en de relatief hoge waterstanden naast de kades wordt aangenomen dat door capillaire stijging en neerslag de volledige kade verzadigd zal zijn en het freatische vlak het maaiveld volgt.

3.4 Vereiste kruinhoogte

De vereiste kruinhoogtes zullen afhangen van het beoogde streefpeil, een hoge neerslag in een korte periode en de daling van de kruin. Gezien de samenstelling van de ondergrond in het gebied is de verwachting dat vooral dit laatste een groot aandeel kan hebben. Daarnaast wordt voor het realiseren van de kades ook gebiedseigen grond gebruikt, welke dus ook gevoelig kunnen zijn voor samendrukking.

Voorgesteld wordt dat de kruinhoogte minimaal 50 cm hoger is dan het streefpeil in de peel en 50 cm hoger dan het bufferpeil in Leegveld.

3.5 Ophoogmateriaal

Het realiseren van de kadeconstructies zal grotendeels worden uitgevoerd met gebiedseigen grond.

3.6 Bekleding

De bekleding van de kadeconstructies hangt af van de positie. Voor de kadeconstructies aan de rand van het projectgebied (Leegveld) is het van belang dat de doorlatendheid beperkt is. Dit wordt gerealiseerd door een slecht-doorlatende kleilaag aan te brengen op het talud aan de waterzijde met een dikte van minimaal 0,5 m.

3.7 Verkeersbelasting

De kadeconstructies worden zo ontworpen dat er genoeg ruimte is voor de beheerder om onderhoud uit te voeren. Dit houdt in dat er dus tijdens onderhoud een tijdelijke belasting op de kades aanwezig zal zijn. Het ontwerp van de kades dient hiermee rekening te houden. Onderhoud wordt niet in natte periode uitgevoerd: 5 kPa.

4 Bodem

4.1 Beschikbaar grondonderzoek

Het grondonderzoek wat tot nog toe is uitgevoerd is beperkt tot het bepalen van de diktes van de veenlagen. Diepere boringen (-10 m t.o.v. MV of dieper) zijn niet tot nauwelijks uitgevoerd in het gebied. Wat betreft de diktes van de veenlagen is een overzicht opgenomen in de bijlage. De veenlaagdiktes variëren over het projectgebied van een dikte van 0 m tot groter dan 3 m. Over het algemeen kan gesteld worden dat in het gebied van Leegveld de dikte van de veenlaag beperkt is tot maximaal 1 m dikte.

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw in het gebied wordt hier op basis van de beschikbare diepere boorprofielen uit DINOloket geschematiseerd.

In het projectgebied is ook nog onderscheid te maken tussen het peelgebied (Deurnesche en Liesselse peel) en Leegveld. Voor de bodemopbouw zijn er ook verschillen tussen deze twee gebieden, voor Leegveld is de aanwezigheid van een veenlaag minder aannemelijk dan voor het peelgebied.

Tabel 4-1 Geschematiseerde laagopbouw

Bovenkant laag	Onderkant laag	Materiaal
+31 m t.o.v. NAP	+30/29/28 m t.o.v. NAP	VEEN
+30/29/28 m t.o.v. NAP	-	ZAND (met lokale storingslagen van klei)

Voor Leegveld wordt verder ook nog de opmerking gemaakt dat bij de afwezigheid van de veenlaag, de doorlatendheden in het zand ertoe kunnen leiden dat er wegzijging plaatsvindt waardoor de buffers leeglopen en mogelijk leeg kunnen komen te staan.

4.3 Benodigd aanvullend grondonderzoek

Het nieuwe systeem van kades, stuwen en duikers zal grotendeels nieuw worden aangelegd. Gezien de veenlaagdiktes, worden zettingen verwacht t.p.v. de kadeconstructies, stuwen en duikers. Om te kunnen voorspellen hoe groot deze zettingen zijn en of de functies van de constructies hierdoor in het geding zouden kunnen komen dient een geotechnische analyse te worden uitgevoerd. Zoals eerder vermeldt valt dit buiten de scope van dit rapport.

De geotechnische analyse voor de stuwen en duikers vereist afhankelijk van de dimensies van de constructies nieuw grondonderzoek. Daarnaast wordt voorgesteld om aanvullend grondonderzoek te doen nabij bebouwing verspreid over het gebied. Dit onderzoek dient om te verifiëren of de huidige globale schematisatie van de ondergrond voldoende is of dat nog aanscherpingen van het huidige advies nodig is.

Het grondonderzoek is opgesplitst in onderzoek t.b.v. bebouwing en onderzoek t.b.v. stuwen en duikers.

Op het moment van schrijven van voorliggend document zijn de afmetingen van de stuwen en duikers nog niet bekend. Aanvullend grondonderzoek zal pas plaatsvinden nadat meer details bekend zijn over de duikers en stuwen.

Het aanvullend grondonderzoek is niet noodzakelijk voor voorliggend advies van het kadeontwerp, maar dient wel ter verificatie van voorliggend ontwerp.

4.4 Grondparameters

Voor de grondparameters die zullen worden gebruikt voor de geotechnische analyse is gebruikt gemaakt van NEN9997-1 tabel 2.b. De parameters zijn omschreven in onderstaande tabel.

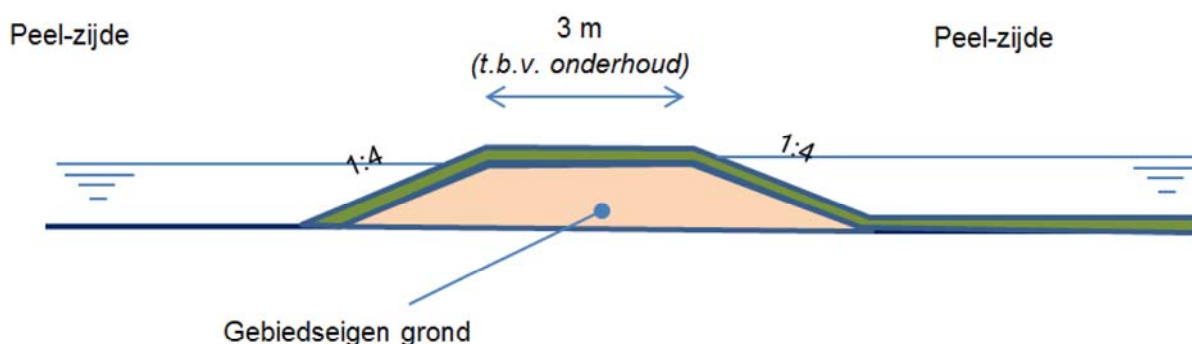
Materiaal	Consistentie	γ_{dr} [kN/m ³]	γ_{nat} [kN/m ³]	C_p [-]	Φ_{rep} [°]	C_{rep} [kPa]
ZAND	Losgepakt	17	19	200	30	0
VEEN	Voorbelast (slap)	10	12	7,5	15	2,5

5 Profielen Kades Deurnsche en Liesselse Peel

5.1 Kades Deurnsche en Liesselse Peel

De kades die worden aangelegd ten behoeve van de scheiding tussen de verschillende compartimenten in de Deurnsche en Liesselse Peel zullen worden gerealiseerd met gebiedseigen grond.

Voor de scheiding van de compartimenten is voor onderstaand profiel gekozen (zie Figuur 2). Dit profiel wordt afhankelijk van het maaiveld niveau en het te keren niveau op de vereiste hoogte aangelegd. De hoogtes voor de kades in het peelgebied variëren tussen 0-2 m t.o.v. maaiveld. Hierbij kan het zijn dat de waterstand aan weerszijde van de compartimenten verschilt.



Figuur 2 Pincipe profiel kades Liesselse- en Deurnsche Peel

Indien de de gebiedseigen grond ten behoeve van de kade bestaat uit zand, dient de kade te worden bekleedt met een kleibekleding van 0,5 m (catergorie 2).

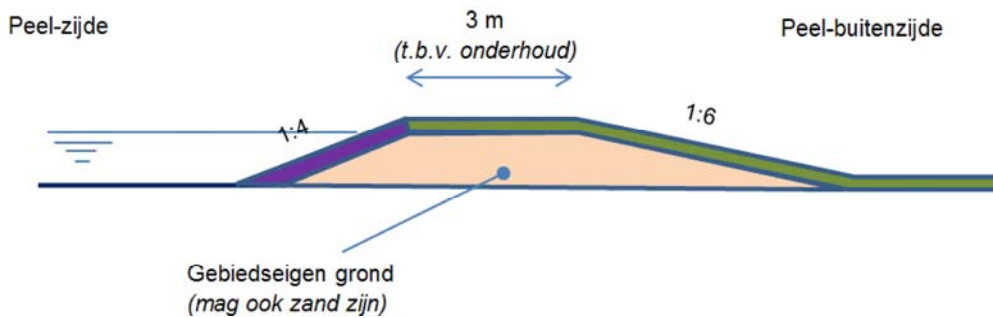
Normaliter is het ongebruikelijk om kades of keringen in veen aan te leggen, echter voor de kleinste kades (0 tot 80 cm) zonder enige functie, zoals bereikbaarheid en waterkerende functie, is het plausibel dat deze worden uitgevoerd uit veen. Voor kades hoger dan 80 cm en / of die ook een bereikbaarheidsfunctie hebben is het aan te bevelen klei of leem als gebiedseigen grond te gebruiken of zand *(indien hiervoor zand wordt gebruikt dient de kade bekleedt te worden met categorie 2 klei).

5.2 Kades Inrichting Leegveld

De hoofdfunctie van de kades in Leegveld is het keren van het streef- en bufferpeil in de compartimenten / buffers. De kades dienen ervoor te zorgen dat het omliggende gebied beschermt wordt tegen overstroming of wateroverlast gedurende operationele situatie en extreme omstandigheden. Naast het keren van het water, zal op een aantal locaties een fietspad aangelegd worden op de kruin van de kade en/of wandelpaden ten behoeve van recreatie.

Een belangrijk verschil tussen de kades in Leegveld en de kades in het peelgebied is dat een kleibekleding van 0,5 m dient te worden toegepast aan de water-zijde. De slecht-doorlatende kleibekleding zal ervoor zorgen dat water in beperkte mate kan doordringen tot de binnen teen van de kade. Op de kruin en het binnentalud wordt een leeflaag van minimaal 30 cm aangebracht om een gezonde grasmat te kunnen laten wortelen en groeien.

De kern van de kade mag bestaan uit zand, klei of leem. Veen mag *niet* worden toegepast.



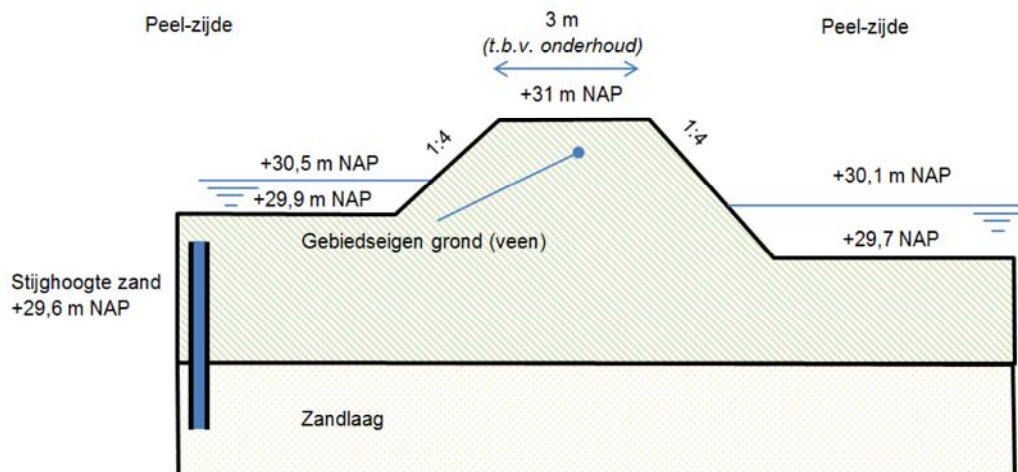
Figuur 3 Pincipe profiel kades Leegveld

5.3 Maatgevende profielen

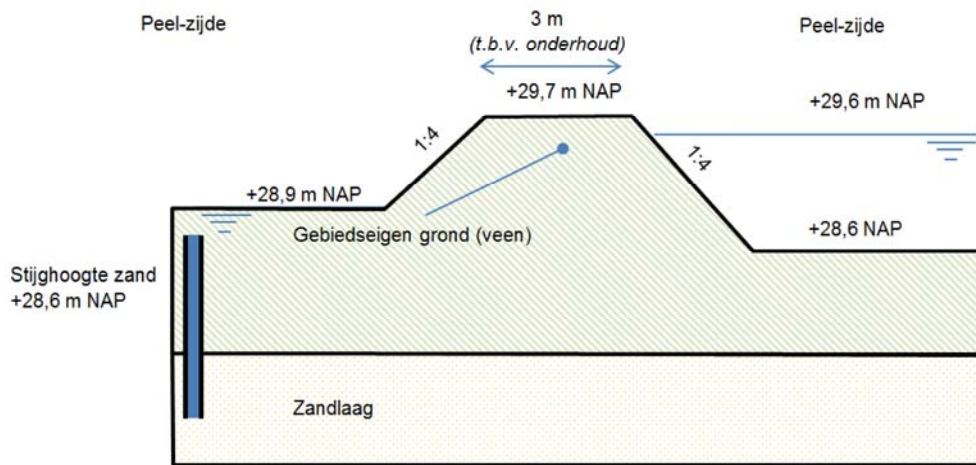
Om vast te kunnen stellen of de toegepaste profielen voldoende veilig zijn, is gekeken naar het projectgebied en de maatgevende locaties wat betreft de kades. Met maatgevend wordt hier bedoeld een maximaal waterstandverschil en een hoge kade. Als de dwarsprofielen op deze locaties voldoende 'veilig' zijn, zijn alle locaties 'veilig'.

5.3.1 Kades Deurnsche en Liesselse peel

Voor het peelgebied is op basis van het ontwerp bepaald dat de kades tussen compartiment 29 en 30, en compartiment 9b nabij de woning maatgevend zijn. Compartiment 9b is de enige locatie nabij een woning in het peelgebied en heeft daarmee een waterveiligheidsfunctie.



Figuur 4 Kadeconstructie voor scheiding Compartiment 29/30



Figuur 5 Kadeconstructie voor scheiding Compartment 9b Woning

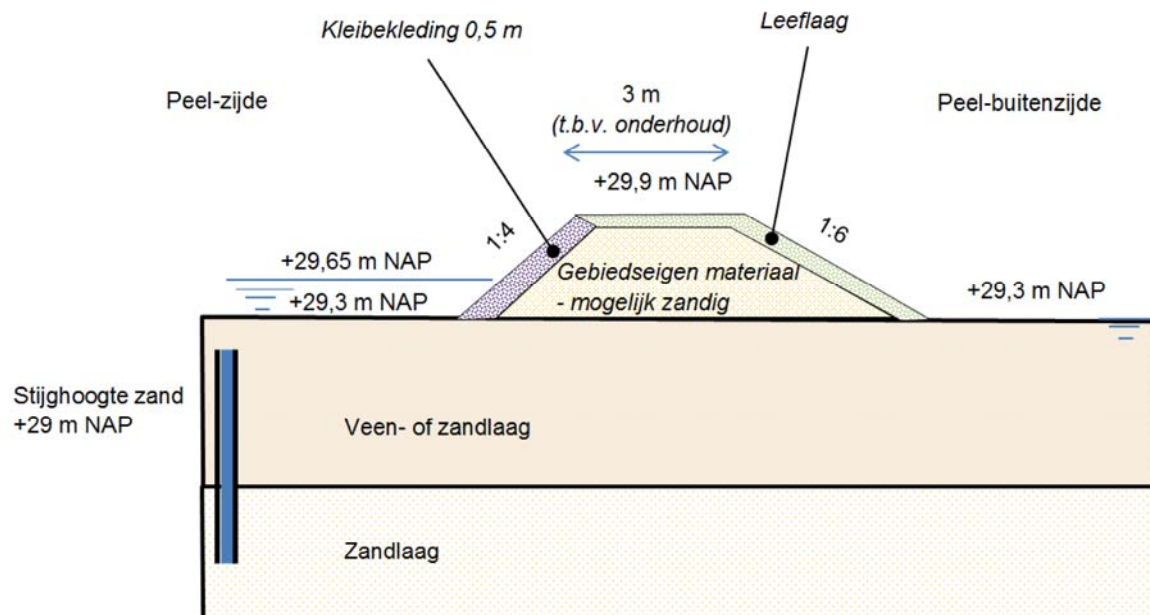
5.3.2 Kades Leegveld

Voor de kades in het gebied aangeduid als Leegveld kan het voorkomen dat de toplaag niet uit veen bestaat. Dit zou ertoe leiden dat het water in het compartiment wegzijgt. Dit kan worden opgelost door enerzijds een slecht-doorlatende laag in het compartiment aan te brengen, of door het peil op niveau te houden door het aan te blijven vullen.

Op basis van de ondergrondgegevens uit het DINOloket volgt dat de ondergrond variabel is. Over het algemeen is er wel een veenlaag onder maaiveld aanwezig, maar lokaal ontbreekt deze grondlaag. Indien deze veenlaag ontbreekt en de kade uit gebiedseigen grond (die zandig is) bestaat, kan micro-instabiliteit ter plaatse van de binnenteen van de kade een risico vormen. Micro-instabiliteit is instabiliteit van de zandkorrels of binnenbekleding aan de binnenteen van de kade.

Bij aanwezigheid van de veenlaag, kan juist piping een risico vormen. Piping is kanaalvorming onder een ondoorlatende grondlaag ten gevolge van stijghoogteverschil en grondwaterstroming. Omdat het gebied deze variabelen heeft, dient het principeprofiel beide risico's af te dekken.

In de analyse die in dit rapport is uitgevoerd is gekeken naar zowel microstabiliteit als piping naast de macrostabiliteit van de kade.



Figuur 6 Kadeconstructie voor scheiding compartiment 4b

6 Controle faalmechanismen

In voorliggende rapportage zijn de volgende geotechnische beoordelingssporen doorlopen voor de maatgevende profielen:

- Opbarsten en piping;
- Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI);
- Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU);
- Microstabieliteit.

6.1 Opbarsten en piping

6.1.1 Opbarsten

Voor opbarsten wordt in eerste instantie gekeken naar het opbarstcriterium voor de maatgevende profielen.

$$\Delta h_{optredend} \leq \frac{1}{\gamma} \Delta h_{toelaatbaar}$$

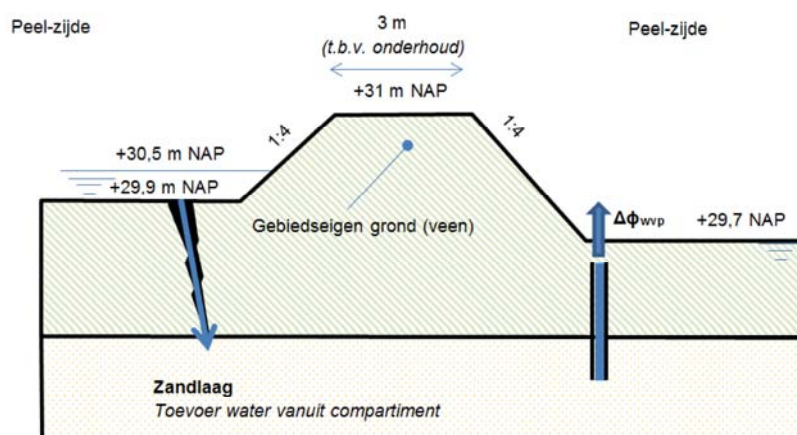
Waar de term $\Delta h_{optredend}$ het verschil tussen stijghoogte in de zandlaag en maaiveldniveau.

Uit de beschikbare gegevens in het peelgebied kan worden opgemaakt dat de huidige stijghoogte in de zandlaag onder het MV is gelegen, wat resulteert in een lage waarde (of zelfs negatieve waarde voor $\Delta h_{optredend}$). Dit houdt in dat het opbarstcriterium voor de deklaag van veen in het peelgebied ten alle tijden voldoet. Voor Leegveld zijn nog geen gegevens beschikbaar.

Voor de term $\Delta h_{toelaatbaar}$ geldt hoe groter de laagdikte, hoe veiliger het profiel is tegen opbarsten.

Gezien de relatieve lichte lagen in het projectgebied en de verhoogde streef- en bufferpeilen is er voor Leegveld een scenario denkbaar waarin opbarsten kan optreden, echter alleen indien onderstaande aspecten gelijktijdig optreden:

- Het lage compartiment komt leeg te staan of het betreft een randkade waar aan 1 zijde geen water staat.
- Het lagecompartiment (of achterland) heeft een dunne deklaag (veen).
- Het hoge compartiment heeft een lek (hoe dichterbij de kade hoe ongunstiger).
- Het lek is dermate groot dat de stijghoogte lokaal (rondom de kade) toeneemt.



Figuur 7

In het hierboven geschematiseerde scenario resulteert de toename in stijghoogte in het watervoerendpakket, in opbarsten van de laag achter de kade. Er ontstaat een directe verbinding tussen de twee compartimenten of het compartiment cq. buffer en het achterland, wat risico tot piping met zich meebrengt.

De hier weergegeven situatie is conservatief en sterk geschematiseerd. Het leegstaan van een compartiment én de aanwezigheid van een lek direct naast de kade is zeer onwaarschijnlijk. Verder wordt opgemerkt dat het toestromen van water naar het watervoerende pakket zich in de omgeving zal spreiden waardoor het effect aan de andere zijde van de kade minder sterk zal zijn dan hier aangenomen.

6.1.2 Piping

Ondanks de grote onwaarschijnlijkheid dat opbarsten plaatsvindt, wordt hieronder voor de volledigheid ook nog gekeken naar het deelfaalmechanisme piping. Door de directe verbinding die in de hiervoor beschreven onwaarschijnlijk situatie ontstaat, kan piping optreden. Hieronder is een controle uitgevoerd of er bij een dergelijke directe verbinding piping zal optreden. Gebruikmakend van een van de oude vuistregels ($\frac{L}{\Delta h} \geq 18$) voor piping wordt hieronder gekeken welke stijghoogte moet optreden alvorens het faalmechanisme piping optreedt.

Gebruikmakend van de horizontale afstand (basis) van de kadeconstructie kan worden bepaald wat het maximaal toelaatbare stijghoogteverschil is waarvoor de vuistregel ($\frac{L}{\Delta h} \geq 18$) nog voldoet.

Tabel 6-1 Controle faalmechanisme piping

Profiel	Projectgebied	Horizontale aanwezigte afstand L	Vuistregel: $\frac{L}{\Delta h}$	Toelaatbare stijghoogteverschil (tussen compartimenten)	Waterstandsverschillen (tussen compartimenten)
Compartiment 29/30	Peelgebied	12,6 m	≥ 18	~0,7 m	0,4 m
Compartiment 9b	Peelgebied	10,6 m	≥ 18	~0,6 m	0,4 m ¹⁾
Compartiment 4b	Leegveld	9 m	≥ 18	~0,5 m	0,35 m

¹⁾ In het peelgebied is sowieso overal 1 meter deklaag aanwezig. De diktes van deze deklaag worden afgetrokken van de belasting (waterstandsverschil) middels (0,3 x dikte deklaag)

Uit deze tabel valt dus af te leiden dat er in een zeer onwaarschijnlijk scenario van opbarsten nog altijd geen risico op piping aanwezig is. Ook een versmalling van de kruin naar 1 meter zal voor het faalmechanisme piping geen problemen geven.

6.1.3 Conclusie

De in dit hoofdstuk gepresenteerde controle is uitgegaan van zeer conservatieve aannames en uitgangspunten. Het tegelijkertijd aanwezig zijn of optreden van al deze scenario's is zeer onwaarschijnlijk. Daarbij is ook de intrede- en uittrede weerstand verwaarloosd. Bij een grote dijk is dit een logische aanname gezien de relatief beperkte invloed. In deze situatie is het voor te stellen dat dit echter wel een grote invloed heeft.

Alvorens piping zal optreden dient de stijghoogte ook nog eens significant toe te nemen. Gezien de bodemopbouw is dit ook zeer onwaarschijnlijk. Al deze conservatieve aannames resulteren daarom in de conclusie dat de kades voldoen m.b.t. het faalmechanisme piping.

6.2 Controle Macrostabiteit

De binnenwaarde macrostabiteit wordt gecontroleerd aan de zijde van de kade waar het waterpeil het laagst is. De buitenwaarde macrostabiteit wordt gecontroleerd aan de zijde van de kade waar het waterpeil het hoogst is.

Voor ieder van de kadeconstructies kan deze toets worden uitgevoerd, leidend tot een stabiliteitsfactor. Afhankelijk van de eis die wordt gesteld aan de veiligheid kan worden bekeken of de kade voldoende veilig is. Hierbij wordt de volgende veiligheidseis gehanteerd, conform OI2014v4:

$$F_{\text{veiligheid;macrostab.}} \geq \gamma_b \gamma_n \gamma_d$$

Voor de schematiseringsfactor γ_b is in de Bijlage een analyse uitgevoerd om te bepalen welke waarde hiervoor aan wordt genomen. Gezien de conservatieve uitgangspunten is $\gamma_b = 1,1$ aangenomen.

De schadefactor γ_n hangt af van de gehanteerde veiligheidseis. Gezien de functie van de compartimenten en de geringe risico's die optreden bij het falen van een kadeconstructie wordt de schadefactor voor binnenwaarde macrostabiteit aangenomen op $\gamma_n = 0,95$ en voor buitenwaarde macrostabiteit op $\gamma_n = 0,85$. Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar Bijlage A.

De modelfactor is in dit geval $\gamma_d = 1,0$ (Bishop som, geen opbarsten).

Dit resulteert in een veiligheidseis voor binnenwaarde macrostabiteit: $F_{\text{veiligheid;macrostab.}} \geq 1,05$.

Dit resulteert in een veiligheidseis voor buitenwaarde macrostabiteit $F_{\text{veiligheid;macrostab.}} \geq 0,95$.

Voor de materialen wordt een materiaalfactor in rekening gebracht (conform TRWG (ENW,2007) zoals ook naar verwezen in OI2014v4). De gereduceerde parameters zijn omschreven in onderstaande tabel.

Tabel 6-2

Materiaal	Consistentie	ϕ [°]	ϕ / γ_m [°]	C [kPa]	C / γ_m [kPa]
ZAND	Losgepakt	30	25	0	0
VEEN	Voorbelast (slap)	15	12	2,5	1,67

6.2.1 Macrostabiteit binnenwaarts

Voor de binnenwaarde macrostabiteit is de maatgevende glijcirkel bepaald gebruikmakend van D-Geo Stability versie 16.2 (build 1.4).

Compartiment	Veiligheidsfactor	Veiligheidsfactor	
Compartiment 29/30	1,33	1,05	VOLDOET
Compartiment 4b	1,57	1,05	VOLDOET
Compartiment 8b	1,93	1,05	VOLDOET

Voor de berekeningen en de resultaten van de D-Geo Stability sommen wordt verwezen naar de bijlagen.

6.2.2 Macrostabieliteit buitenwaarts

Voor de buitenwaartse macrostabieliteit is de maatgevende glijcirkel bepaald gebruikmakend van D-Geo Stability versie 16.2 (build 1.4).

Compartiment	Veiligheidsfactor	Veiligheidsfactor	
Compartiment 29/30	1,67	0,95	VOLDOET
Compartiment 4b	1,73	0,95	VOLDOET
Compartiment 8b	2,56	0,95	VOLDOET

Voor de berekeningen en de resultaten van de D-Geo Stability sommen wordt verwezen naar de Bijlagen.

6.2.3 Conclusie

De kades voldoen ruim voor het faalmechanisme macrostabieliteit.

6.3 Controle Microstabieliteit

De kadeconstructies die hier worden beschouwd zijn gerealiseerd met gebiedseigen grond. Gezien de zandige ondergrond in het projectgebied, kan het zijn dat de kades deels (of in het geheel) uit zandig materiaal bestaan. Derhalve dienen de kades te worden getoetst op microstabieliteit.

Voor de kadeconstructies in Leegveld zal het buitentalud (waterzijde) worden afgedekt met een kleilaag. Overige gedeeltes worden afgedekt met een leeflaag. Dit laatste wordt ook op de kades in het peelgebied toegepast. De toets op microstabieliteit bestaat uit verschillende types, hieronder zijn in tabelvorm de toetsresultaten voor de maatgevende profielen opgesomd.

Gebruikmakend van de rekenregels voor microstabieliteit, zoals omschreven in Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, kan worden berekend of microstabieliteit een probleem kan vormen voor de kadeconstructies.

Voor opdrukken van de cohesieve laag wordt een hogere veiligheidsfactor gehanteerd cf. Leidraad Toetsen op Veiligheid.

6.3.1 Resultaten

Voor de gebruikte formules en parameters wordt verwezen naar de bijlagen.

Tabel 6-3 Resultaten toetsing microstabiliteit

Microstabiliteit		Compartiment 29/30 (helling 1:4)		Compartiment 4b (helling 1:4)		Compartiment 8b (helling 1:6)	
		Toets	Eis	Toets	Eis	Toets	Eis
Zanddijk	Uitspoeling – Boven water	0,25	<0,54	0,25	<0,54	0,17	<0,54
	Uitspoeling – Onder water	0,97	>0,10	0,97	>0,23	0,99	>0,23
Zanddijk met kleiafdekking	Afdrukken/afschuiven – Boven water	0,58*	n.v.t.	0,58*	n.v.t.	0,58	>0,60
	Afdrukken/afschuiven – Onder water	0,58*	n.v.t.	0,58*	n.v.t.	0,58	>0,25
	Opdrukken	0,88*	n.v.t.	0,40*	n.v.t.	0,54	<0,97

* Voor compartimenten in het Peelgebied zullen zandige kades onwaarschijnlijk zijn gezien de kades van gebiedseigen materiaal worden gerealiseerd. Als de kades worden gerealiseerd met veen / klei zal microstabiliteit geen rol spelen en voldoet de helling van de kade.

6.3.2 Conclusie

Als in de kades in het peelgebied gebiedseigen grond wordt gebruikt en deze bestaan volledig uit veen, dan is van het faalmechanisme microstabiliteit geen sprake. Verder voldoet de zandig kade in het gebied Leegveld bij een talud aan de binnenzijde van 1:6. Gezien de geëiste veiligheid kan worden gesteld dat dit talud voldoende veilig zal zijn tegen afdrukken/afschuiven boven water.

7 Zettingen

Gezien de lokale slappe ondergrond is een zettingsberekening uitgevoerd om te bepalen in hoeverre de ondergrond zal zakken n.a.v. het aanleggen van de kades. Er is een controleberekening uitgevoerd voor een kade in het peelgebied en een kade in Leegveld met de volgende eigenschappen:

Kade peelgebied:

- Hoogte kade = 1 meter
- Materiaal van de kade = klei
- Dikte veenlaag = 2 meter

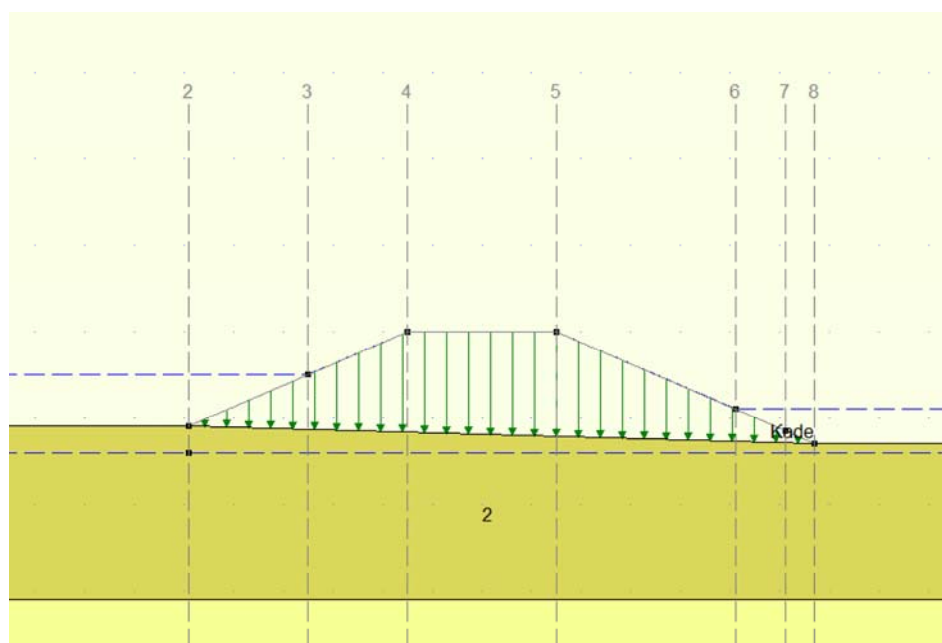
Kade Leegveld:

- Hoogte kade = 1,5 meter
- Materiaal van de kade = zand
- Dikte veenlaag = 1 meter

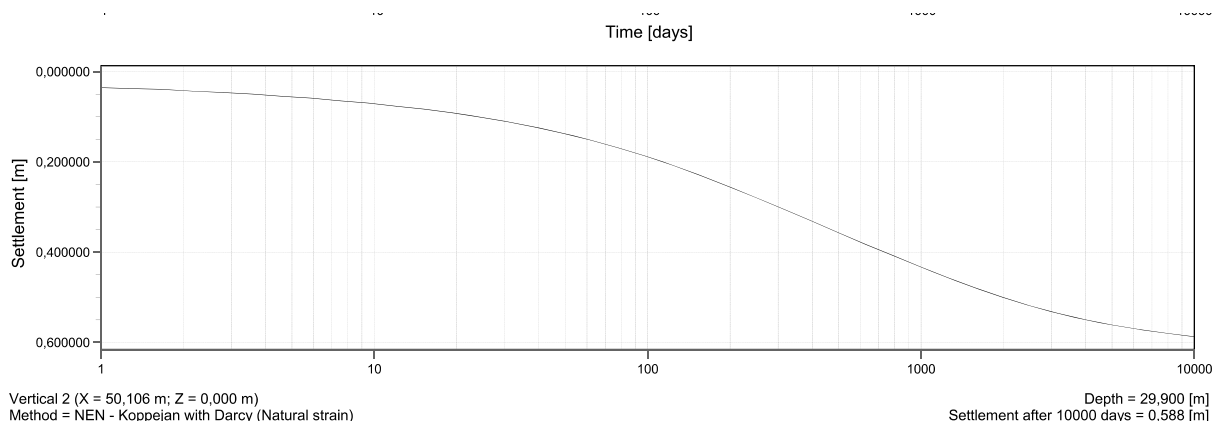
De volgende stijfheidsparameters voor de ondergrond zijn aangenomen:

Materiaal	Primaire zettingscoëfficiënt C_p	Secondaire Zettingscoëfficiënt C_s
Veen	7,5	30
Zand (matig vastgepakt)	600	∞

De kade zelf is als een uniforme belasting aangebracht om zo te bepalen wat de zettingen op het maaiveld (ter plaatse van de kade) zullen zijn (zie Figuur 8).

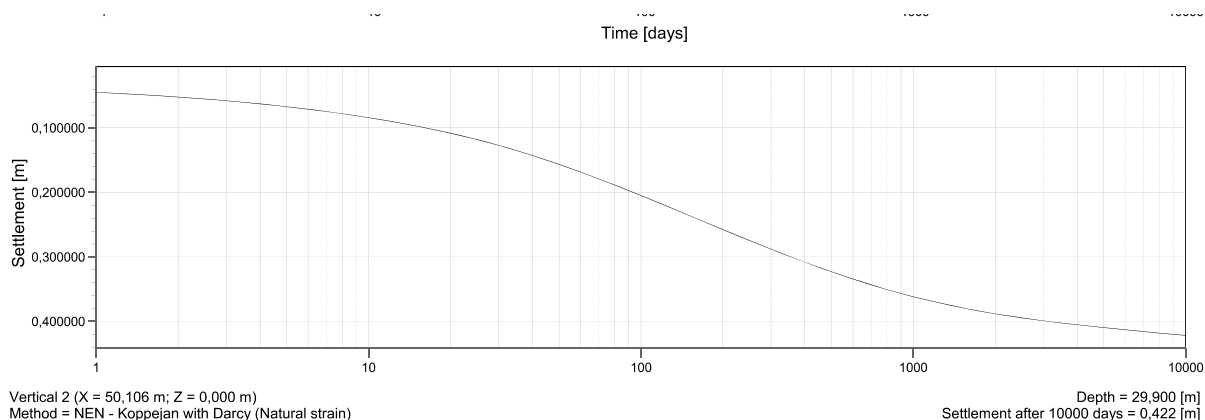


Figuur 8



Figuur 9 Tijd-zettingsdiagram kade Peel

De berekende zetting voor de schematisatie van de kade in het peelgebied geeft een maximale zetting van zo'n 0,6 m onder de kade, uitgaande van een dikte van de veenlaag van 2 m. Deze zetting treedt rekentechnisch op na 30 jaar. Na 1 jaar heeft 30 cm van de zetting opgetreden.



Figuur 10 Tijd-zettingsdiagram kade Leegveld

De berekende zetting voor de schematisatie van de kade in Leegveld geeft een maximale zetting van zo'n 0,4 m onder de kade, uitgaande van een dikte van de veenlaag van 1 m. Deze zetting treedt rekentechnisch op na 30 jaar. Na 1 jaar heeft 40 cm van de zetting opgetreden.

Over een groot gedeelte in het gebied van Leegveld lijkt de dikte van de veenlaag beduidend minder dan 1 meter en meer in de orde tussen 10 en 50 cm. Dit heeft direct een positief effect op de verwachte zettingen. Bij een halvering van de dikte van het veen, zal de zetting ook halveren.

Geadviseerd wordt om tijdens de uitvoering te monitoren hoe de zettingen plaatsvinden en een extra overhoogte toe te passen ten compensatie van de zettingen. De mate van overhoogte kan per locatie verschillen en dient in een volgende fase van het project nader te worden uitgewerkt. Daarnaast zal de urgentie van de zettingscompensatie voor het peelgebied gering zijn ten opzicht van Leegveld waar de kades een waterveiligheidsfunctie hebben.

8 Aandachtspunten

8.1 Bekleding binnenzijde (landzijde)

De bekleding aan de binnenzijde van de kades dient uit een leeflaag te bestaan. Deze leeflaag dient aangebracht te worden ten behoeve van de groei en ontwikkeling van een gezonde grasmat.

8.2 Bekleding buitenzijde (waterzijde) en kruin

De bekleding aan de buitenzijde is met name van belang voor de kades die het peelgebied scheiden van het omliggende gebied. Deze kades worden waarschijnlijk opgebouwd met zandig materiaal, wat ervoor zorgt dat de kades doorlatend zijn. De kleibekleding zorgt ervoor dat water slechts in beperkte mate door de kade kan weg “stromen”. De kleilaag dient minimaal 0,5 m dik te zijn.

De klei voor deze kleibekleding dient gespecificeerd te zijn als categorie 2. Deze categorie is voldoende mineraalrijk om een grasmat te kunnen laten ontwikkelen en voldoende waterdicht tegen indringing van kwelwater in de kade.

8.3 Kwel

Na bestuderen van de grondgegevens uit het DINOloket lijken er in het gebied locaties aanwezig te zijn waar t.p.v. een buffer geen water-ondoorlatende grondlaag aanwezig is. Er dient nader onderzocht te worden in hoeverre buffers op deze locaties gerealiseerd kunnen worden en of deze gebieden door het ontbreken van deze grondlaag te doorlatend zijn met het gevolg geen water kunnen vasthouden.

8.4 Aanwezigheid van kunstwerken

Ter plaatse van de kunstwerken dient de overgang van de kades naar de kunstwerken gecontroleerd te worden op achterloopsheid.

8.5 Kruinbreedte

De kruinbreedte van de principeprofielen is gebaseerd op een minimale benodigde breedte voor onderhoudsvoertuigen. Indien er geen gebruik gemaakt wordt van onderhoudsvoertuigen, kan de kruinbreedte gereduceerd worden naar 1 meter. Er is geen waterkeringstechnische eis voor de breedte van de kades.

8.6 Zettingen

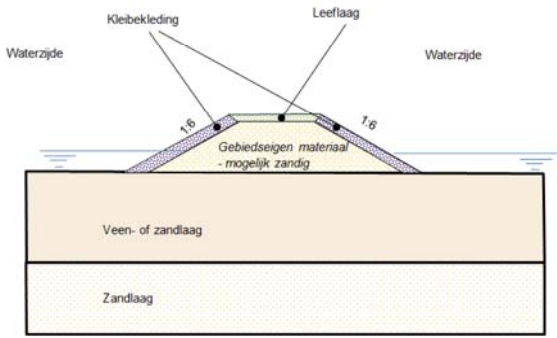
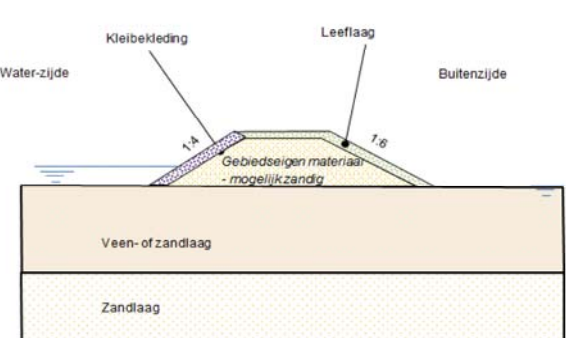
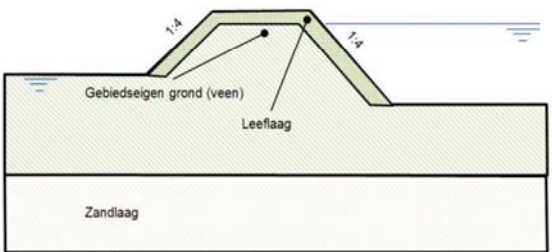
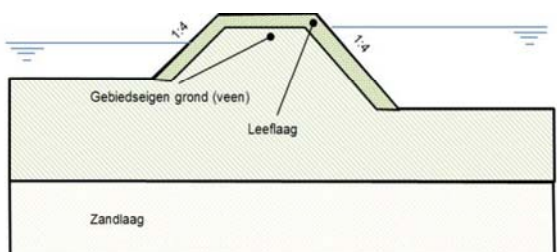
Door de aanwezigheid van veenlagen in de ondergrond zullen bij het aanbrengen van kades zettingen optreden. De mate van zettingen is afhankelijk van de dikte van de veenlaag en de hoogte van de aan te brengen kade. In voorliggende rapportage is een richting gegeven welke zettingen verwacht kunnen worden, waarbij opgemerkt dient te worden dat er bij het berekenen van zettingen altijd rekening dient te worden gehouden met een onzekerheidsmarge van +/- 30%.

In een volgende fase van het project dient voor meerdere (specifiekere) locaties zettingsberekeningen te worden uitgevoerd om vast te kunnen stellen hoeveel extra hoogte aangebracht dient te worden ter compensatie van de zettingen en daarmee voldoende hoogte van de kades te behouden gedurende de operationele fase. Hierbij kan ook onderscheidt gemaakt worden tussen de noodzakelijkheid van zettingscompensatie, zoals mogelijk lage urgentie voor de peelgebieden en urgentie voor de kades in Leegveld met waterveiligheidsfunctie.

9 Conclusies en aanbevelingen

9.1 Conclusies

De onderstaande principeprofielen zijn getoetst aan de geotechnische faalmechanismen en voldoen aan de gestelde eisen. Dit zijn minimale profielen en mogen altijd robuuster gemaakt worden. Robuuster betekent in dit geval flauwere taludhellingen of hogere kruinhoogtes (waarbij bij een verhoging de taludhellingen minimaal gelijk blijven of flauwer worden).

Zandige kade (water aan beide zijden)	Zandige kade (water aan één zijde)
	
Indien water aan beide zijde van een zandige kade staat kan aan beide zijden microstabiliteit optreden (en is dus een 1:6 talud aan weerszijde vereist)	Indien water aan slechts één zijde van een zandige kade staat dient alleen aan de andere zijde een 1:6 talud te worden toegepast
Venige kade (water aan één zijden)	Venige kade (water aan beide zijde)
	
Voor de cohesieve (klei, leem, veen) kade volstaat een 1:4 talud voor beiden taluds onafhankelijk van de waterstanden aan weerszijden	

De eisen waaraan de kades zijn getoetst zijn door RHDHV zelf vastgesteld, waarbij RHDHV er vanuit is gegaan dat de kades genormeerd kunnen worden als “overige waterkering”. De hoogte van het veiligheidsniveau is bepaald op basis van ervaring en gelijk genomen aan vergelijkbare kades in Nederland. De kades zijn vervolgens zodanig robuust ontworpen dat enige variatie in de ondergrond niet direct tot afkeuring kan leiden.

9.2 Aanbevelingen

Alle kades voldoen aan de voor deze situatie gestelde eisen. In een volgende fase van het project dient voor meerdere (specifiekere) locaties zettingsberekeningen te worden uitgevoerd om vast te kunnen stellen hoeveel extra hoogte aangebracht dient te worden ter compensatie van de zettingen en daarmee voldoende hoogte van de kades te behouden gedurende de operationele fase. Zie voor de locaties van het aanvullend onderzoek bijlage D. Hierbij kan/dient ook onderscheidt gemaakt worden tussen de noodzakelijkheid van zettingscompensatie, zoals mogelijk lage urgentie voor de peelgebieden en urgentie voor de kades in Leegveld met waterveiligheidsfunctie. De verwachte zetting in het gebied van Leegveld ligt in de orde tussen 10 en 40 cm en in het peelgebied tussen de 10 cm en 60 cm.

Bijlage A1

Kaart der veendikten

A1 Veenlaagdiktes



Bijlage A2

Veiligheid

A2 Afleiding veiligheidsfactor macro-instabiliteit

De veiligheidsfactor van de sterkte, waaraan de kades in Leegveld moet voldoen wordt bepaald conform het addendum bij het technisch rapport waterkerende grondconstructies [L5] en is als volgt opgebouwd:

$$Y_R = Y_b Y_m Y_n Y_d$$

Bij het ontwerpen van de kade op het faalmechanisme macrostabiliteit kan onderscheid gemaakt worden (ten aanzien van veiligheid) tussen binnenwaartse stabiliteit (STBI) en buitenwaartse stabiliteit (STBU). STBU treedt op wanneer de waterstand in het waterbergingsgebied terugloopt. Omdat schade aan de kade in deze situatie niet direct zal leiden tot een overstroming wordt voor STBU een lager veiligheid acceptabel gevonden.

- Y_b Schematiseringsfactor (=1,1 á 1,3). Indien de waterspanningen en grondopbouw zijn bepaald op basis van een gedegen grondonderzoek en/ of er bij de vaststelling van het ondergrondmodel voldoende rekening is gehouden met onzekerheden kan de schematiseringsfactor worden gereduceerd tot minmaal 1,1. Voor het reduceren van de schematiseringsfactor moet een onderbouwing gegeven worden aan de hand van het "Stappenplan schematiseringsfactor [L9], zie bijlage.
- Y_m Materiaalfactor (=1,0). De berekeningen moeten uitgevoerd worden met rekenwaarden van de materiaalparameters. D.w.z. dat de representatieve materiaalparameters gedeeld worden de partiële materiaalfactoren. Bij toepassing van rekenwaarden bedraagt gm in bovenstaande vergelijking 1,0).
- Y_d Modelfactor (=1,0. Bij toepassing van Bishop wordt een modelfactor van 1,0 gehanteerd. Bij toepassing van UpLift Van wordt een modelfactor van 1,05 gehanteerd. De modelfactor is echter in tegenstelling tot de methode Bishop al verwerkt in resultaat dat volgt uit de stabiliteitsberekening van UpLift Van (getal tussen haakjes in de berekening)).
- Y_n Schadefactor voor STBI (= 0,95)
Schadefactor voor STBU (= 0,86)

De schadefactor is bepaald op basis van de betrouwbaarheidsindex (betafactor) volgens de formule gegeven in het Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, zie tabel 2-1.

faalkansruimte factor	ω	0,04	-	$\beta_{elzj} = \Phi^{-1}(P_{elzj}) = \Phi^{-1}\left(\frac{\omega \cdot P_{norm}}{(1 + a \frac{L}{b})}\right)$
1 / Maximaal Toelaatbare Kans		100	jaren	
Maximaal Toelaatbare Kans	norm	0,01	1/jr	
fractie van lengte gevoelig voor	a	0,033	-	
totale lengte dijktraject	L	2000	m	
onafhankelijk, equivalent vak	b	50	m	
	P_{fmax}	1,0	-	instabiliteit gecorreleerd met hoogwater - 1,0 (zat in noemer van oude formule)
				instabiliteit niet gecorreleerd met hoogwater - 0,1 (nodig voor STBU)
Faalkansen per doorsnede	$Pe_{is,i}$	0,000172414		
Faalkansen per doorsnede	$1/Pe_{is,i}$	5800		
betrouwbaarheidsindex	β	3,58		
schadefactor Mohr-Coulomb	γ_n	0,95		$\gamma_n = 1 + 0,13 \cdot (\beta - 4)$

Tabel 2-1; Overzicht berekening betrouwbaarheidsindex en schadefactor binnenwaartse stabiliteit

Samenvattend levert bovenstaande beschouwing de volgende veiligheidsfactoren van de sterkte:

- Veiligheidsfactor STBI (γ_{R-STBI}) = $0,95 \times \gamma_R$

Bij een schematiseringsfactor van $\gamma_R = 1,1$ moet voor γ_{R-STBI} minimaal 1,05 worden aanhouden.

- Veiligheidsfactor STBU (γ_{R-STBU}) = $0,86 \times \gamma_R$

Bij een schematiseringsfactor van $\gamma_R = 1,1$ moet voor γ_{R-STBU} minimaal 0,95 worden aanhouden.

Op basis van de verschillende doorsnedes is gekeken naar de mogelijke afwijkingen t.o.v. de basisschematisering. Met de basisschematisering bekend, kan worden gekeken naar de

A2.1 Afleiden schematiseringsfactor

Voor het afleiden van de schematiseringsfactor is moet een onderbouwing gegeven worden aan de hand van het “Stappenplan schematiseringsfactor [L9]. In dit stappenplan staat voorgeschreven dat er naar “ongunstigere scenario’s” moet worden gekeken. Onderstaande zijn de scenario’s opgesteld die worden aangezien als ongunstiger:

Scenario	Afwijkend uitgangspunt
Basis	-
1A	Veenlaagdikte 2,5 m
1B	Veenlaagdikte 4 m
2	Taludhelling 1:3
3	Verkeersbelasting 10 kPa

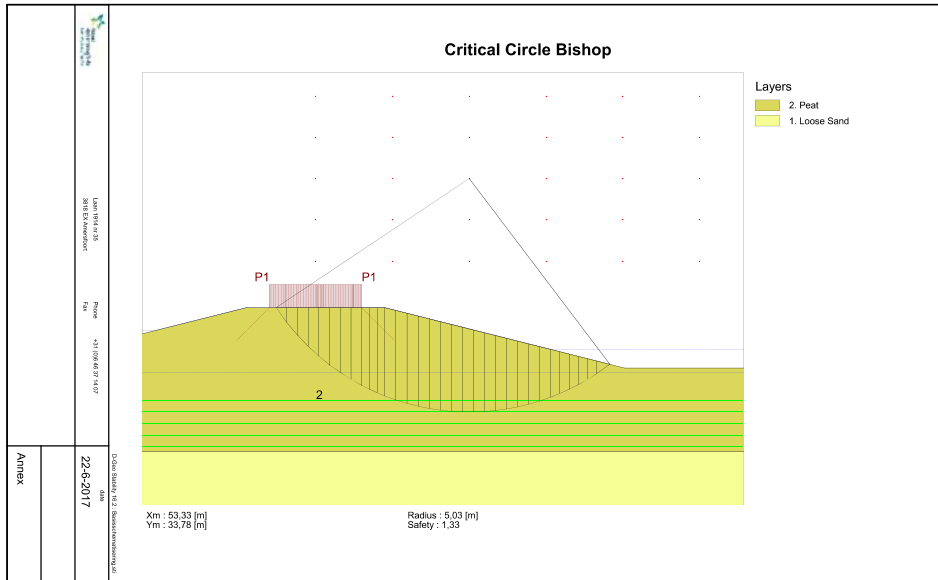
Voor elk van deze scenario’s is een kans van optreden geschat (op basis van expert judgement) waarna de schematiseringsfactor is bepaald.

Bepalen Schematiseringsfactoren								
	Kans van voorkomen	F_s	β	P_f	$P_f \cdot s_i$	β_{Nieuw}	F_s	y_b
Compartiment 29/30								
Scenario Basis		1,33	-6,6	2,1E-11	2,1E-11	-	-	
Scenario 1A	0,25	1,25	-5	2,9E-07	7,2E-08	-5,3	1,3	1,0
Scenario 1B	0,1	1,17	-3,4	3,4E-04	3,4E-05	-4,0	1,2	1,0
Scenario 2	0,1	1,19	-3,8	7,2E-05	7,2E-06	-4,3	1,2	1,0
Scenario 3	0,01	1,1	-2	2,3E-02	2,3E-04	-3,5	1,2	1,0
Compartiment 4b								
Scenario Basis		1,57	-11,4	0,0E+00	0,0E+00	-	-	
Scenario 1A	0,25	1,5	-10	0,0E+00	0,0E+00	-10,0	1,5	1,0
Scenario 1B	0,1	1,39	-7,8	3,1E-15	3,1E-16	-8,1	1,4	1,0
Scenario 2	0,1	1,47	-9,4	0,0E+00	0,0E+00	-9,4	1,5	1,0
Scenario 3	0,01	1,3	-6	9,9E-10	9,9E-12	-6,7	1,3	1,1
Compartiment 9b								
Scenario Basis		1,47	-9,4	0,0E+00	0,0E+00	-	-	
Scenario 1A	0,25	1,44	-8,8	0,0E+00	0,0E+00	-8,8	1,4	0,9
Scenario 1B	0,1	1,3	-6	9,9E-10	9,9E-11	-6,4	1,3	1,0
Scenario 2	0,1	1,38	-7,6	1,5E-14	1,5E-15	-7,9	1,4	0,9
Scenario 3	0,01	1,11	-2,2	1,4E-02	1,4E-04	-3,6	1,2	1,1
							y_b	1,1

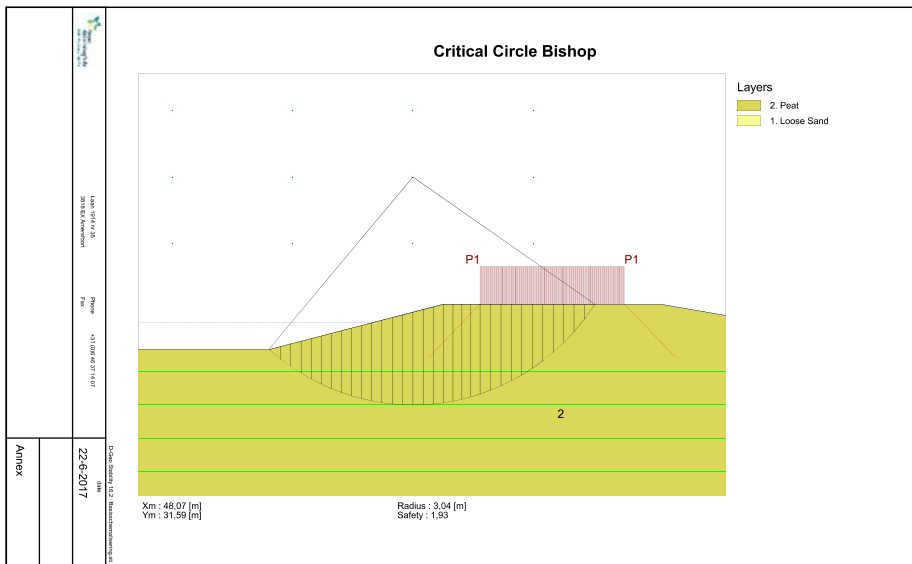
Bijlage A3

Resultaten Macrostabiliteit Binnenwaarts

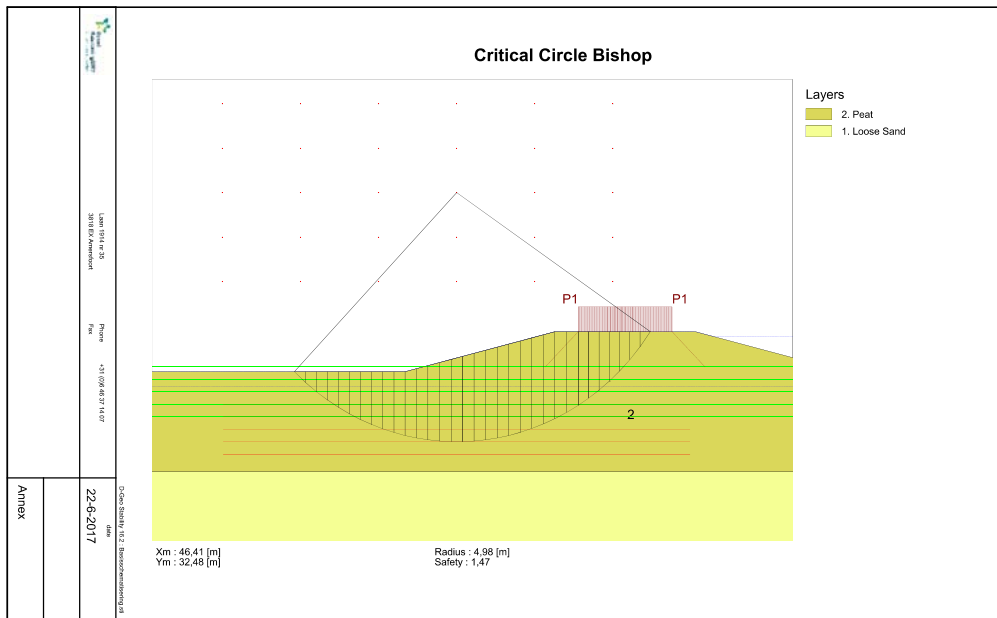
A3 Macrostabiliteit Binnenwaarts



Figuur 11 Compartiment 28 & 29



Figuur 12 Compartiment 4b

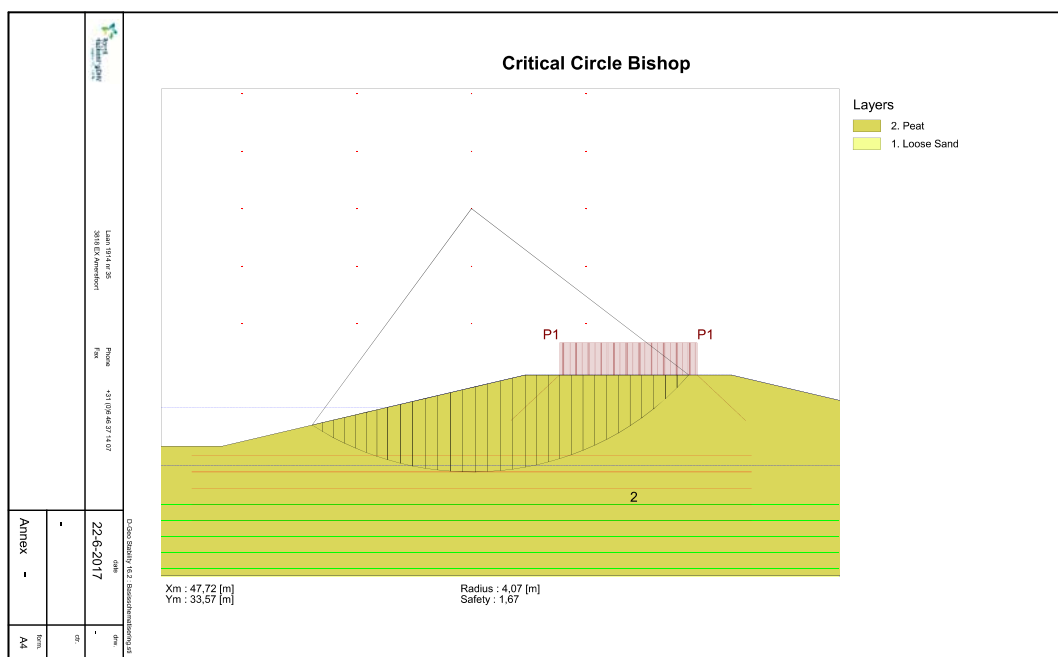


Figuur 13 Compartiment 9b

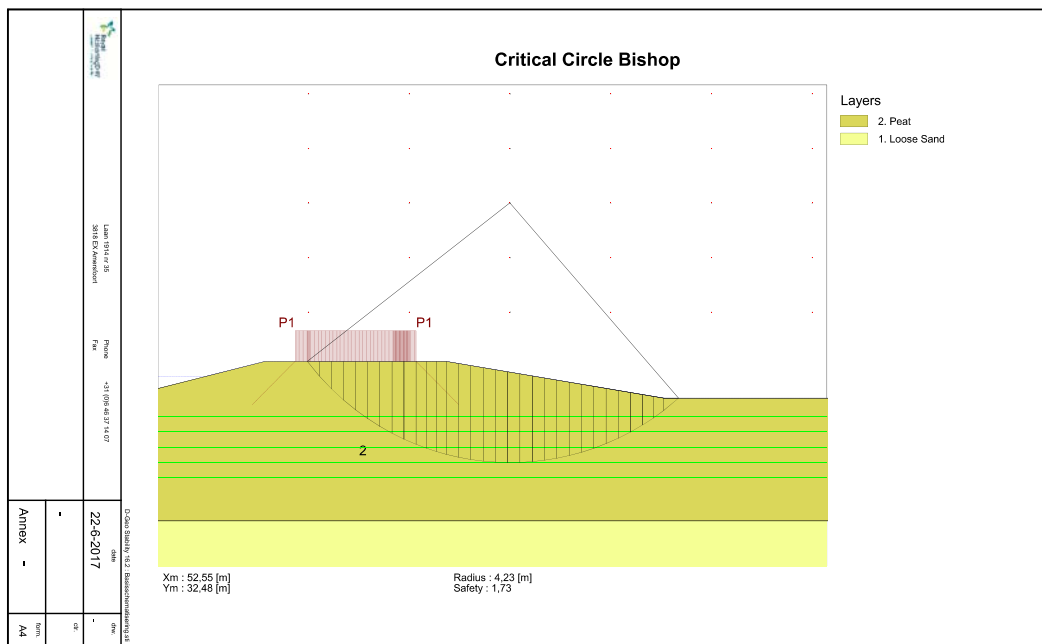
Bijlage A4

Resultaten Macrostabiliteit Buitenwaarts

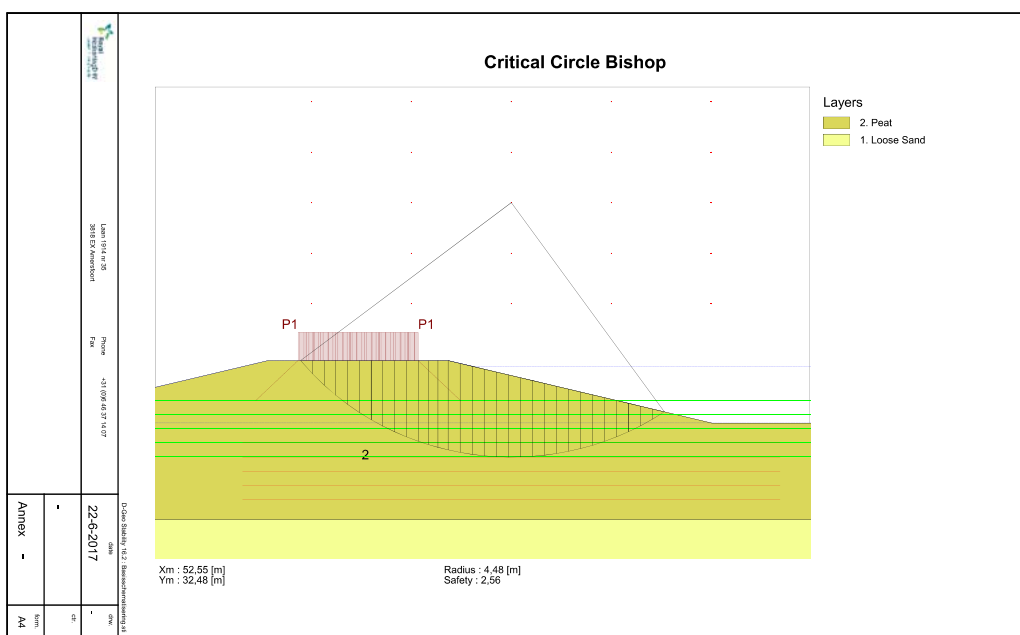
A4 Macrostabiteit Buitenwaarts



Figuur 14 Compartiment 29/30



Figuur 15 Compartiment 4b



Figuur 16 Compartiment 9b

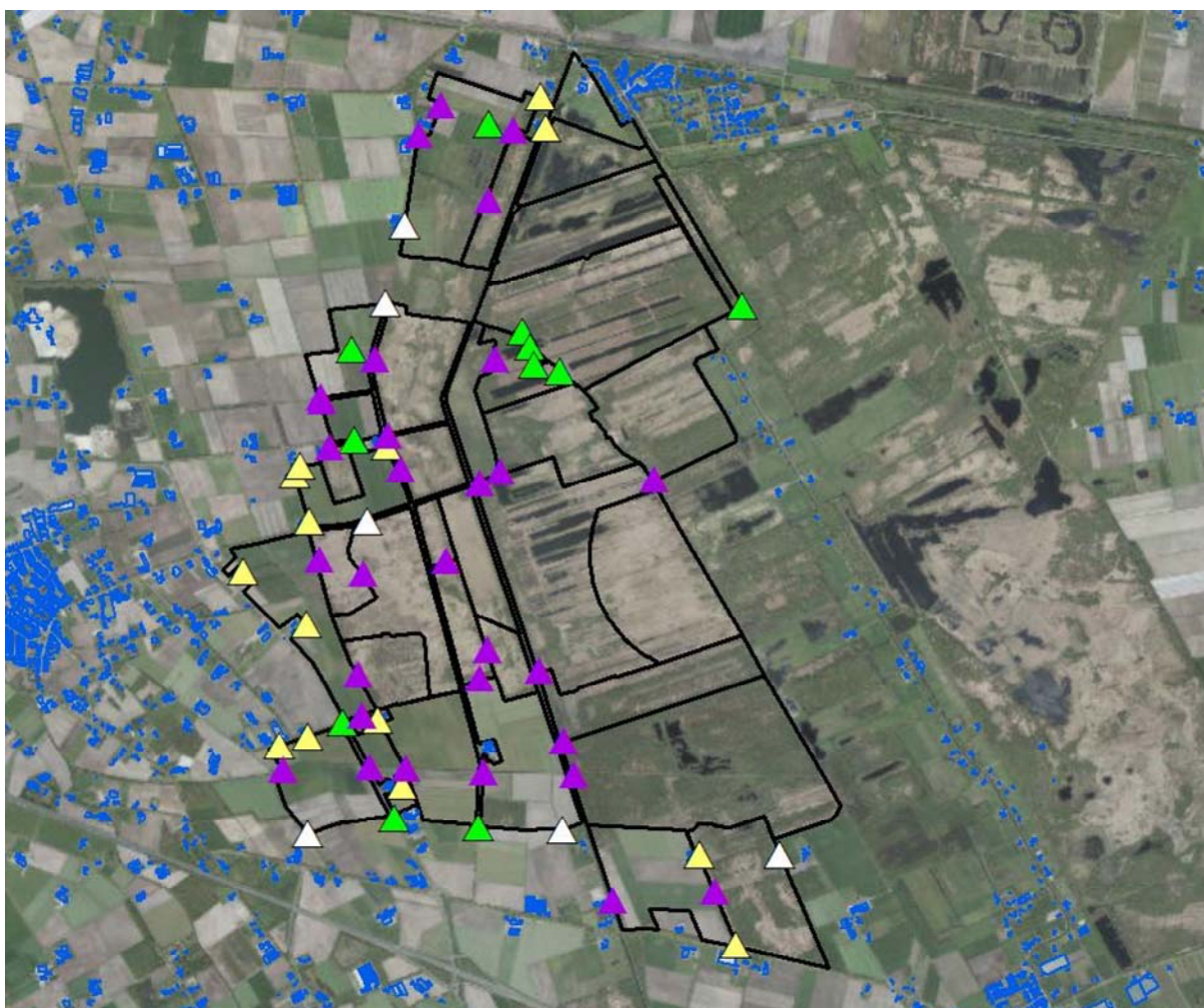
Bijlage A5

Aanvullend grondonderzoek

Voorstel locaties aanvullend grondonderzoek

Op basis van de analyse die is uitgevoerd in dit document is in onderstaand figuur een voorstel gedaan wat betreft locaties voor aanvullend grondonderzoek. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de dimensies van mogelijke stuwen en duikers. Afhankelijk van deze constructies kan het aantal locaties nog afnemen.

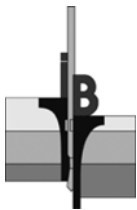
Verder is ook een voorstel gedaan voor grondonderzoek voor kades in de omgeving van gebouwen. Indien er (grote) afwijkingen worden waargenomen dient dit te worden meegenomen in een eventuele aanscherping van voorliggend advies.



Bijlage D: Sondeeronderzoek Inpijn en Blokpoel

IN PIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Geotechniek - Milieutechniek



Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

Betreft Resultaten geotechnisch onderzoek

Opdrachtnummer 02P011898

Documentnummer 02P011898-RG-01

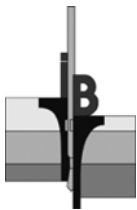
Opdrachtgever Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 80007
5600 JZ Eindhoven

Opgesteld door : F.W.A. van Heerebeek
Gezien : I.E. van Gelder
Status : Definitief
Codering : RG

Paraaf :

Paraaf :

Datum rapport : 31 oktober 2018



Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-RG-01
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld a/h Leegveld te Liessel

INHOUDSOPGAVE

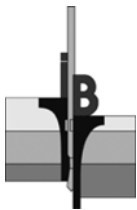
1. INLEIDING	1
2. ONDERZOEK	1
2.1 SONDERINGEN.....	1
2.2 BORINGEN	1
2.3 INMETING EN WATERPASSING	1
2.4 FOTO'S.....	1
2.5 GRONDMONSTERS	1
2.6 LABORATORIUMONDERZOEK.....	1
3. ADVISERING	2

BIJLAGEN:

- A) Situatietekeningen en foto's
- B) Waterpasstaat
- C) Sondeergrafieken
- D) Laboratorium resultaten
- E) Boorstaten
- F) Verklaring codering

VERZENDLIJST

- 1 x Royal Haskoning DHV Nederland B.V. te Eindhoven t.a.v. mevrouw E. van Mil
- 1 x Royal Haskoning DHV Nederland B.V. te Eindhoven t.a.v. mevrouw I. van Hergarden



Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-RG-01
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld a/h Leegveld te Liessel

1. INLEIDING

Ten behoeve van een onderzoek voor gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel, is door ons bureau op verzoek van Royal Haskoning DHV Nederland B.V. uit Eindhoven een geotechnisch onderzoek verricht. Voorliggend rapport bevat een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

2. ONDERZOEK

2.1 Sonderingen

Er zijn 13 sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. Bij alle sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft een indicatie van de verschillende grondsoorten onder het grondwaterniveau. Sonderingen SG01-S14 en K26B-S15 zijn vervallen. De sonderingen zijn uitgevoerd door een sondeertruck.

Voor de grafieken van de sonderingen wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van de sondeerpunten is aangegeven op de situatietekeningen, toegevoegd onder bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage F aan dit rapport is toegevoegd.

2.2 Boringen

Er zijn 35 boringen uitgevoerd. In de boorgaten is naar de grondwaterstand gepeild. Voor de boorprofielen wordt verwezen naar bijlage E; de locatie van de boorpunten is aangegeven op de situatietekeningen, toegevoegd onder bijlage A. Vanwege bereikbaarheid konden niet alle boringen worden uitgevoerd. Voor een verklaring van de op de tekening en de boorprofielen gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage F aan dit rapport is toegevoegd.

2.3 Inmeting en waterpassing

Met behulp van een GNSS meetsysteem zijn de locaties van de onderzoekspunten uitgezet in RD-coördinaten en is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van ieder onderzoekspunt bepaald ten opzichte van NAP. Voor de omschrijving van het referentiepunt en voor de resultaten van de inmeting en waterpassing wordt verwezen naar de inmeet- en waterpasstaat bijlage B.

2.4 Foto's

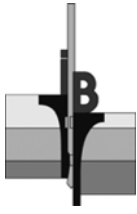
Tijdens de uitvoering van het veldwerk zijn enkele foto's gemaakt. Voor de foto's en een tekening waarop met pijlen is aangegeven vanuit welke positie en in welke richting de foto's zijn gemaakt wordt verwezen naar bijlage A.

2.5 Grondmonsters

Tijdens de uitvoering van de boringen zijn grondmonsters genomen ten behoeve van grondonderzoek in het geotechnisch laboratorium van Inpijn-Blokpoel Ingenieursbureau te Son. Er zijn geroerde monsters genomen langs de boorprofielen en er zijn van de cohesieve lagen copeckyringen gestoken.

2.6 Laboratoriumonderzoek

Er zijn van 9 cohesieve lagen de volumieke gewichten bepaald (conform NEN-5110) inclusief een bepaling van het watergehalte (conform NEN-5112). Daarbij zijn er van 8 geroerde monsters



Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-RG-01
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld a/h Leegveld te Liessel

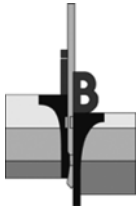
korrelverdelingen bepaald op de fractie tussen 0,063 mm en 2 mm (conform NEN-EN-ISO 17892-4). Aan de hand van de laboratorium resultaten zijn de boorstaten aangepast, welke zijn opgenomen in bijlage E.

Voor de resultaten van het laboratorium onderzoek wordt verwezen naar bijlage D.

3. ADVISERING

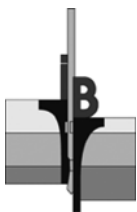
Mocht u binnen het kader van dit project een geotechnisch, milieutechnisch en/of geohydrologisch advies wensen dan kunt u hiervoor contact opnemen met het hoofd van onze adviesafdeling ir. N.T. Debets.

Tot slot wijzen we erop dat Inpijn-Blokpoel Ingenieursbureau beschikt over een breed dienstenpakket op het gebied van de geo- en milieutechniek. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar onze website www.inpijn-blokpoel.nl.



Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-RG-01
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld a/h Leegveld te Liessel

Bijlage A



Opdracht : 02P011898

Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel



1.



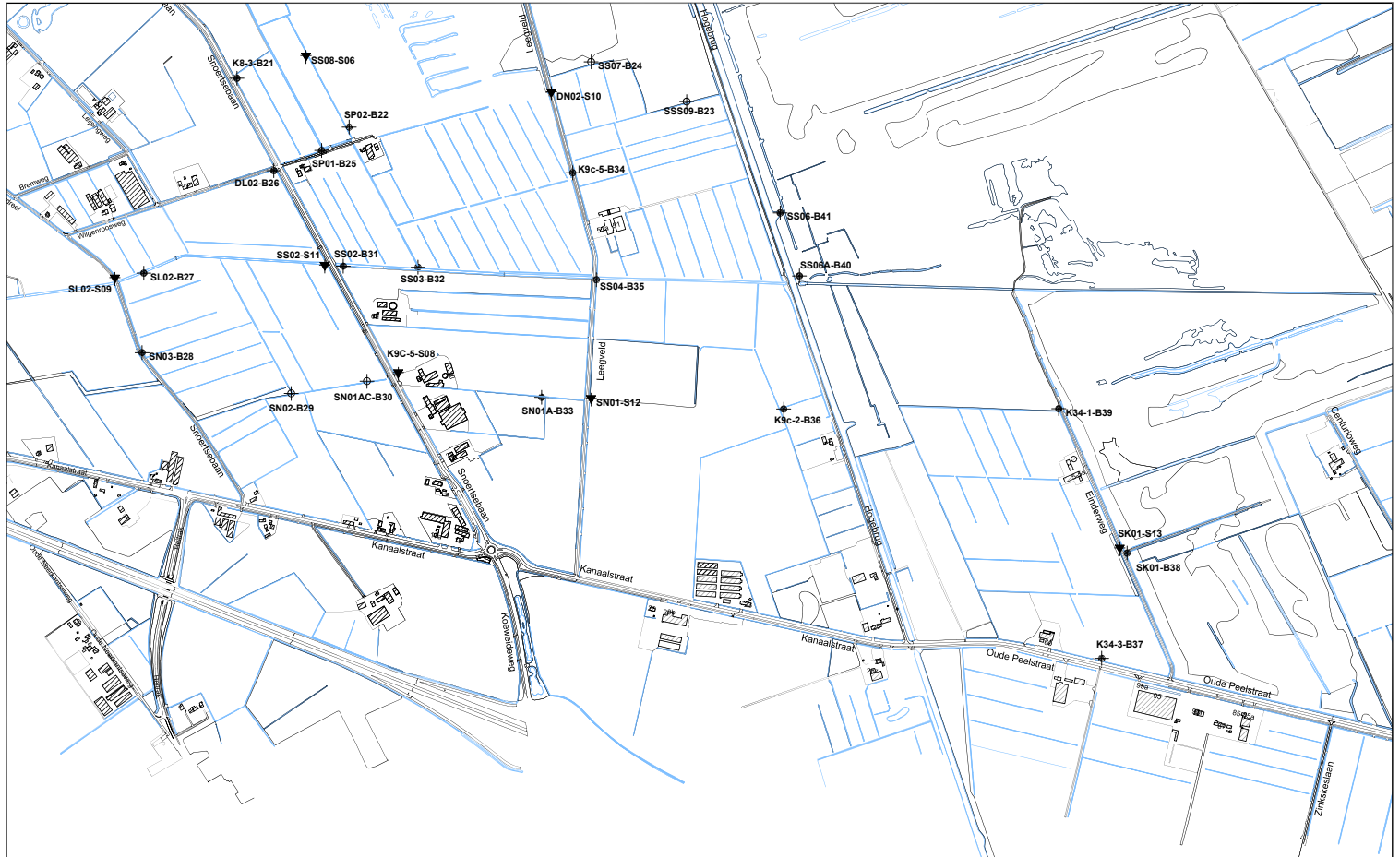
2.



3.

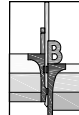


4.



Dwg:
E-mail digitale tekening
Bureau + vestigingsplaats:
Tekening / bladnummer:
Datum laatste bewerking:

 Bestaande bebouwing



INPLIN-BLOKPOEL
Ingenieursbureau

Opdrachtschrijving / locatie:

**Geotechnisch onderzoek gebieds-
ontwikkeling aan het Leegveld te Liessel**

Omschrijving tekening:

Situatietekening

Opdrachtnummer:

02P011898

Bewerkt:

NPO

X.Y:

RD

Bijlage:

SIT-03

Datum:

29-08-2018

Schaal:

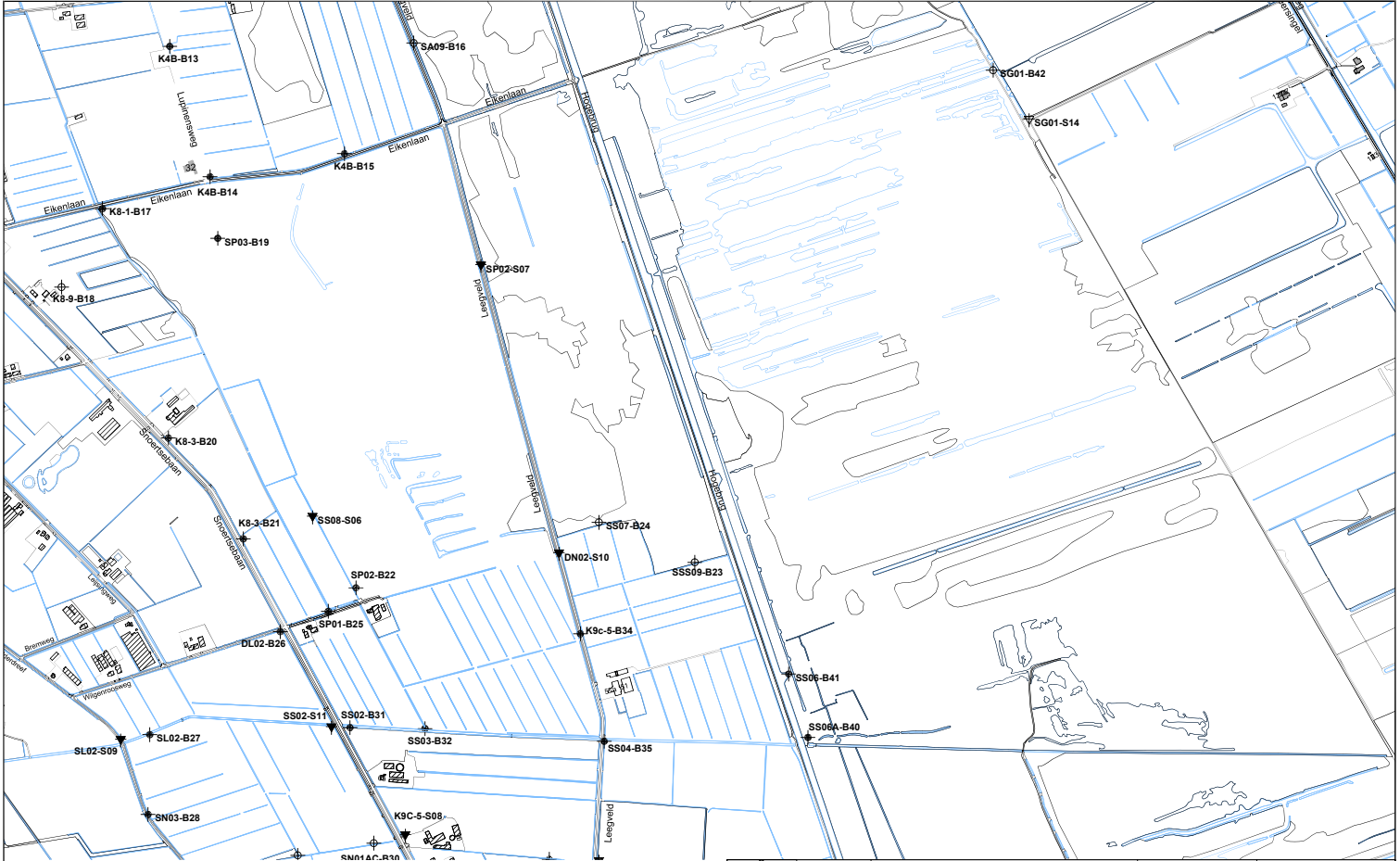
1 : 10000

Formaat:

A3

Deze situatietekening dient om inzicht te geven in de locatie van de meet- en onderzoekspunten. De tekening dient niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

\\vm-fs01\data\opdrachten\02011802p011898\06-veldwerk\04-tekeningen\02p011898-sit-01-03.dwg

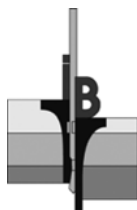


Dien: E-mail digitale tekening				Opdrachtnummer: 02P011898	Bijlage: SIT-02		
Bureau + vestigingsplaats:						Opdrachtschrijving / locatie: Geotechnisch onderzoek gebieds- ontwikkeling aan het Leegveld te Liessel	
Tekening / bladnummer:							Omschrijving tekening: Situatietekening
Datum laatste bewerking:							
		X, Y: RD	Schaal: 1 : 10000	Datum: 29-08-2018	Formaat: A3		

Deze situatietekening dient om inzicht te geven in de locatie van de meet- en onderzoekspunten. De tekening dient niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

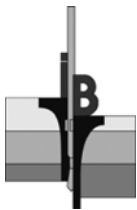
\\vm-fs01\data\opdrachten\02\0118\02p011898\06-veldwerk\04-tekeningen\02p011898-sit-01-03.dwg





Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-RG-01
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld a/h Leegveld te Liessel

Bijlage B



Opdracht : 02P011898

Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

WATERPASSTAAT

Meetmethode : Uitgezet en gewaterpast middels dGPS
Datum meting : 21 augustus 2018
Hoogte (Z) t.o.v. : NAP

<i>Meetpunten</i>	<i>x-coördinaat [m]</i>	<i>y-coördinaat [m]</i>	<i>z-coördinaat (hoogte) [m t.o.v. NAP]</i>
-------------------	-----------------------------	-----------------------------	---

Sonderingen:

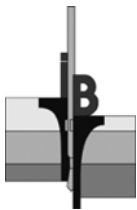
SV01-S01	188.039	383.830	29,99
K1-6-S02	188.699	383.620	31,48
SA08-S03	187.633	382.244	30,72
SA04-S04	187.344	381.624	29,20
SA10-S05	187.715	381.668	30,38
SS08-S06	187.503	380.086	28,58
SP02-S07	187.984	380.804	30,49
K9C-5-S08	187.768	379.177	28,81
SL02-S09	186.952	379.450	28,19
DN02-S10	188.207	379.982	29,50
SS02-S11	187.557	379.485	28,01
SN01-S12	188.321	379.103	29,75
SK01-S13	189.837	378.674	31,16
SG02-S14 (niet uitgevoerd)	---	---	---
K26B-S15 (niet uitgevoerd)	---	---	---

Boringen:

SV01-B01	188.052	383.821	29,91
DV02-B02	188.384	383.715	30,20
SV06-B03	188.687	383.246	31,06
SV05-B04	188.352	383.240	29,53
K4a-B05	187.708	382.529	30,02
DA09-B06	187.394	382.211	30,72
K4a-5-B07	187.186	382.170	30,13
SA05-B08	187.267	381.910	29,58
DA09A-B09	187.355	381.922	29,68
K4a-3-B10	187.622	381.951	30,31

Let op:

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoekspunten ten opzichte van een referentiepunt. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.



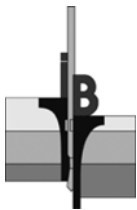
Opdracht : 02P011898

Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

<i>Meetpunten</i>	<i>x-coördinaat [m]</i>	<i>y-coördinaat [m]</i>	<i>z-coördinaat (hoogte) [m t.o.v. NAP]</i>
SA04A-B11	187.679	381.664	30,07
DA12-B12	187.353	381.621	28,97
K4B-B13	187.095	381.427	29,43
K4B-B14	187.210	381.056	29,50
K4B-B15	187.593	381.121	29,62
SA09-B16 (niet uitgevoerd)	187.790	381.437	30,69
K8-1-B17	186.903	380.964	29,06
K8-9-B18 (niet uitgevoerd)	---	---	---
SP03-B19	187.232	380.879	28,52
K8-3-B20	187.091	380.309	29,55
K8-3-B21	187.305	380.021	28,36
SP02-B22	187.627	379.881	28,62
SSS09-B23 (niet uitgevoerd)	---	---	---
SS07-B24 (niet uitgevoerd)	---	---	---
SP01-B25	187.548	379.814	29,00
DL02-B26	187.411	379.756	28,79
SL02-B27	187.038	379.462	27,23
SN03-B28	187.031	379.236	28,33
SN02-B29 (niet uitgevoerd)	---	---	---
SN01AC-B30 (niet uitgevoerd)	---	---	---
SS02-B31	187.610	379.482	27,95
SS03-B32	187.824	379.479	28,08
SN01A-B33	188.179	379.106	29,18
K9c-5-B34	188.268	379.750	29,36
SS04-B35	188.336	379.443	29,33
K9c-2-B36	188.873	379.072	29,49
D34-3-B37	189.785	378.357	31,30
SK01-B38	189.858	378.659	30,97
K34-1-B39	189.662	379.072	30,62
SS06A-B40	188.918	379.454	31,01
SS06-B41	188.863	379.635	31,18
SG01-B42 (niet uitgevoerd)	---	---	---

Let op:

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoekspunten ten opzichte van een referentiepunt. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.



Opdracht : 02P011898

Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

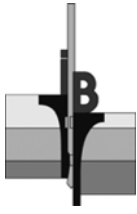
<i>Meetpunten</i>	<i>x-coördinaat [m]</i>	<i>y-coördinaat [m]</i>	<i>z-coördinaat (hoogte) [m t.o.v. NAP]</i>
-------------------	-----------------------------	-----------------------------	---

Grondwaterstanden:

SV01-B01			27,41
DV02-B02			28,30
SV06-B03			28,36
SV05-B04			27,83
K4a-B05			28,02
DA09-B06			29,22
K4a-5-B07			29,13
SA05-B08			27,88
DA09A-B09			27,88
K4a-3-B10			28,31
SA04A-B11			27,97
DA12-B12			27,77
K4B-B13			27,53
K4B-B14			27,80
K4B-B15			27,62
K8-1-B17			27,36
SP03-B19			27,12
K8-3-B20			28,35
K8-3-B21			26,96
SP02-B22			26,82
SP01-B25			27,00
DL02-B26			26,89
SL02-B27			
SN03-B28			26,33
SS02-B31			26,85
SS03-B32			26,58
SN01A-B33			27,58
K9c-5-B34			27,96
SS04-B35			28,23
K9c-2-B36			28,49
D34-3-B37			29,50
SK01-B38			29,07
K34-1-B39			28,62
SS06-B41			29,68

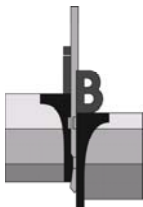
Let op:

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoekspunten ten opzichte van een referentiepunt. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

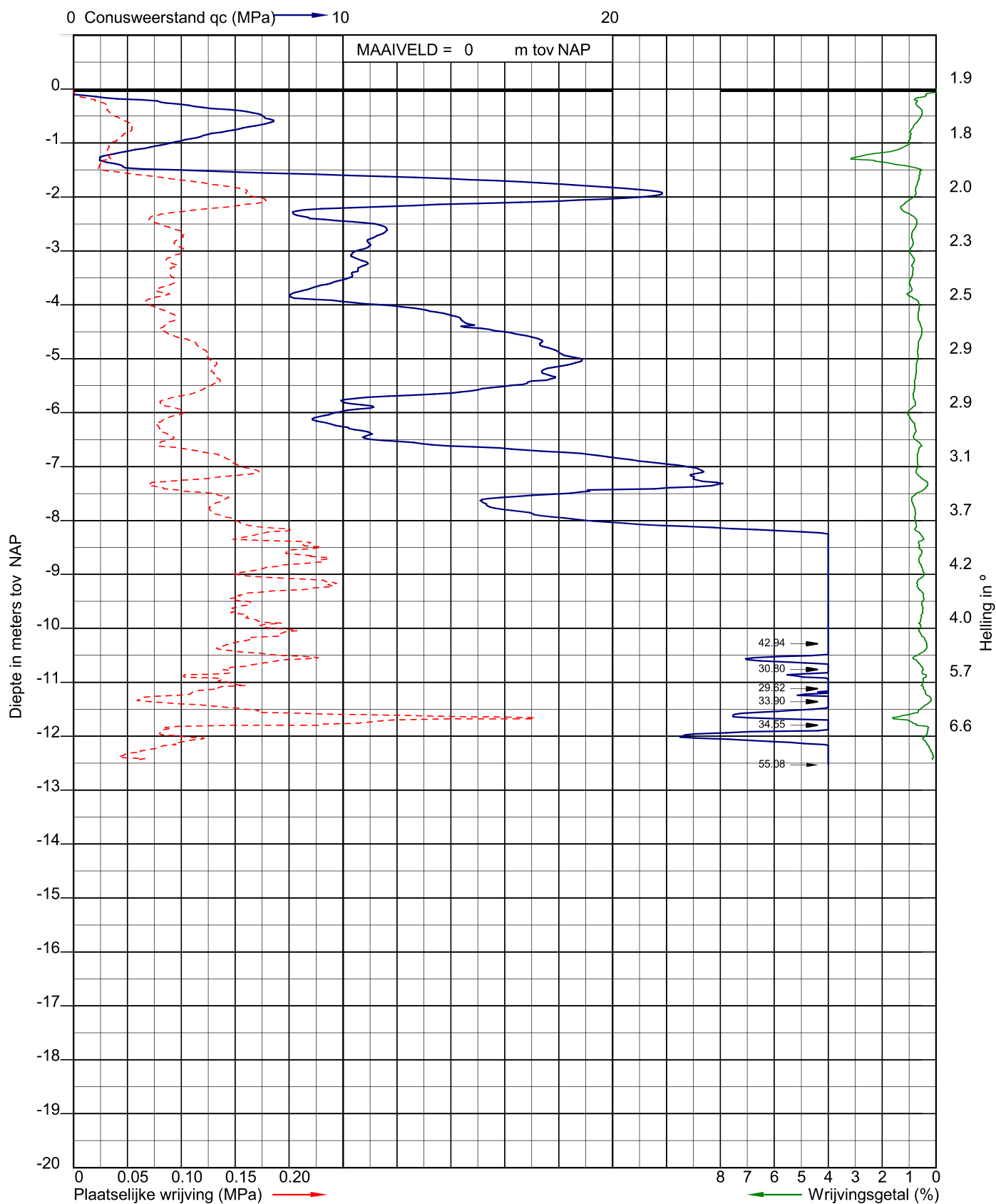


Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-RG-01
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld a/h Leegveld te Liessel

Bijlage C



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

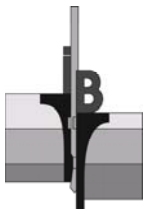


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

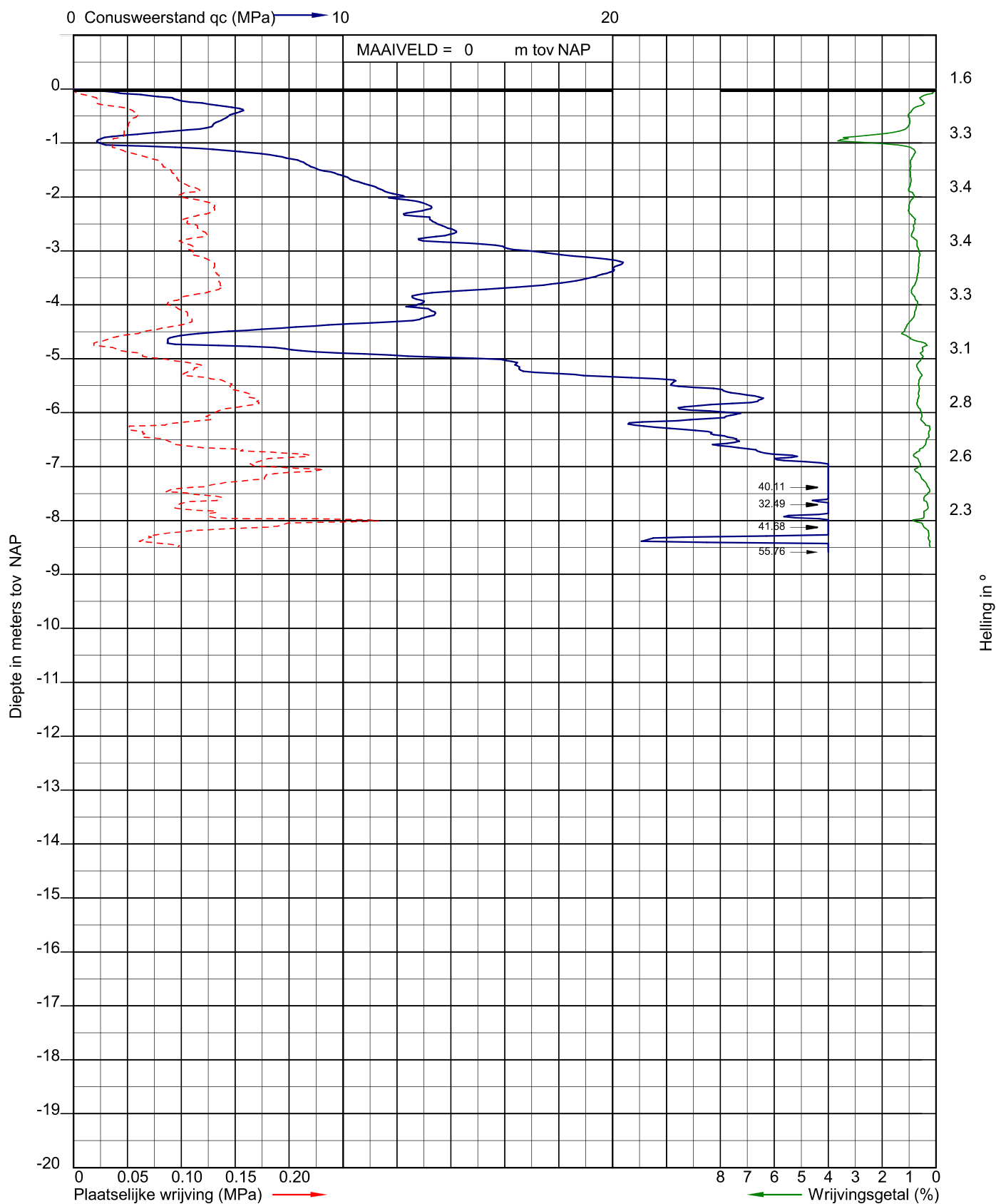
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 3



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

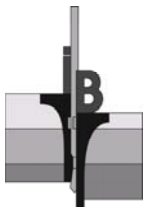


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

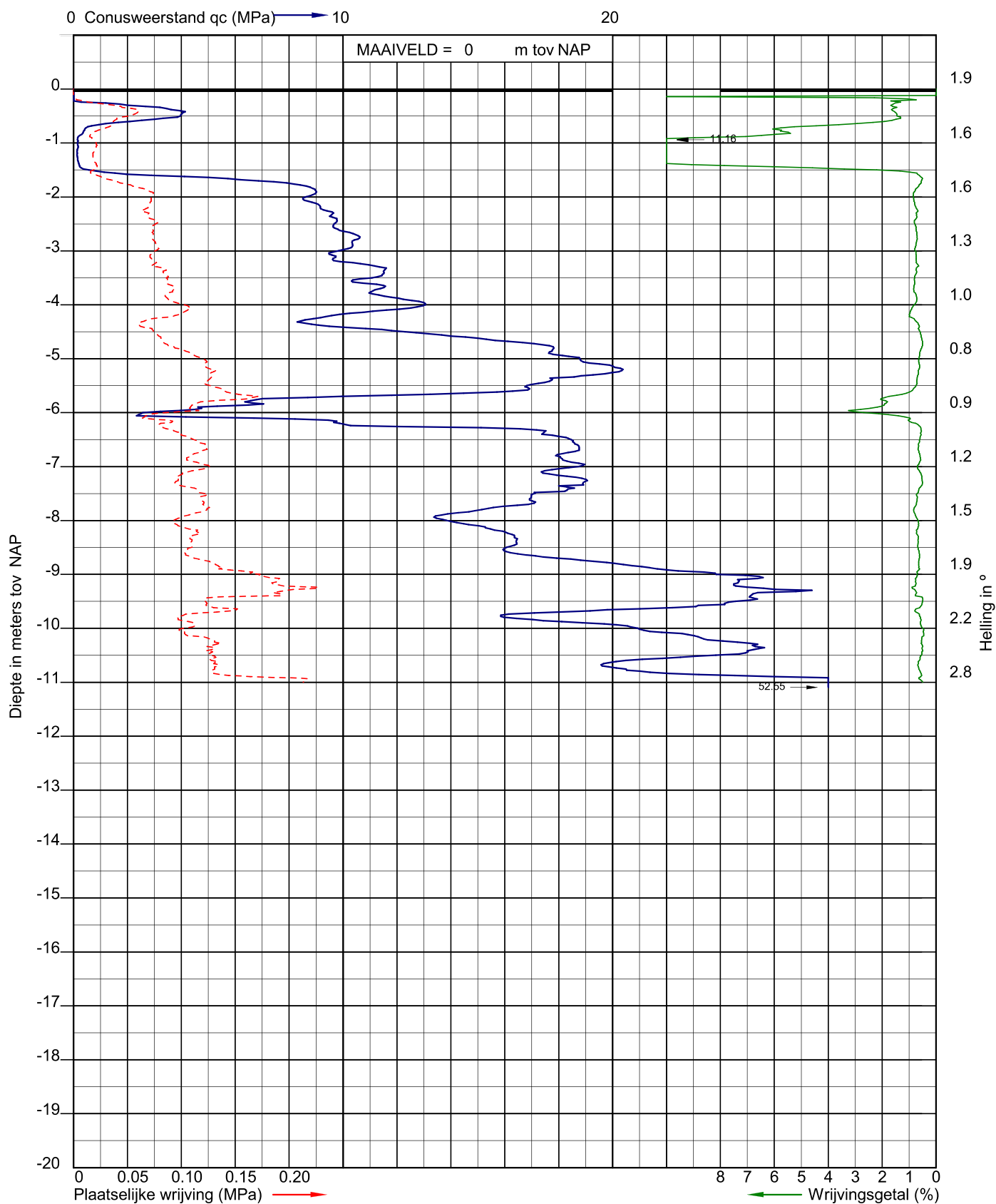
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 8



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

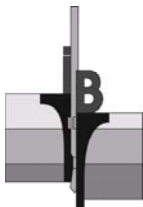


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

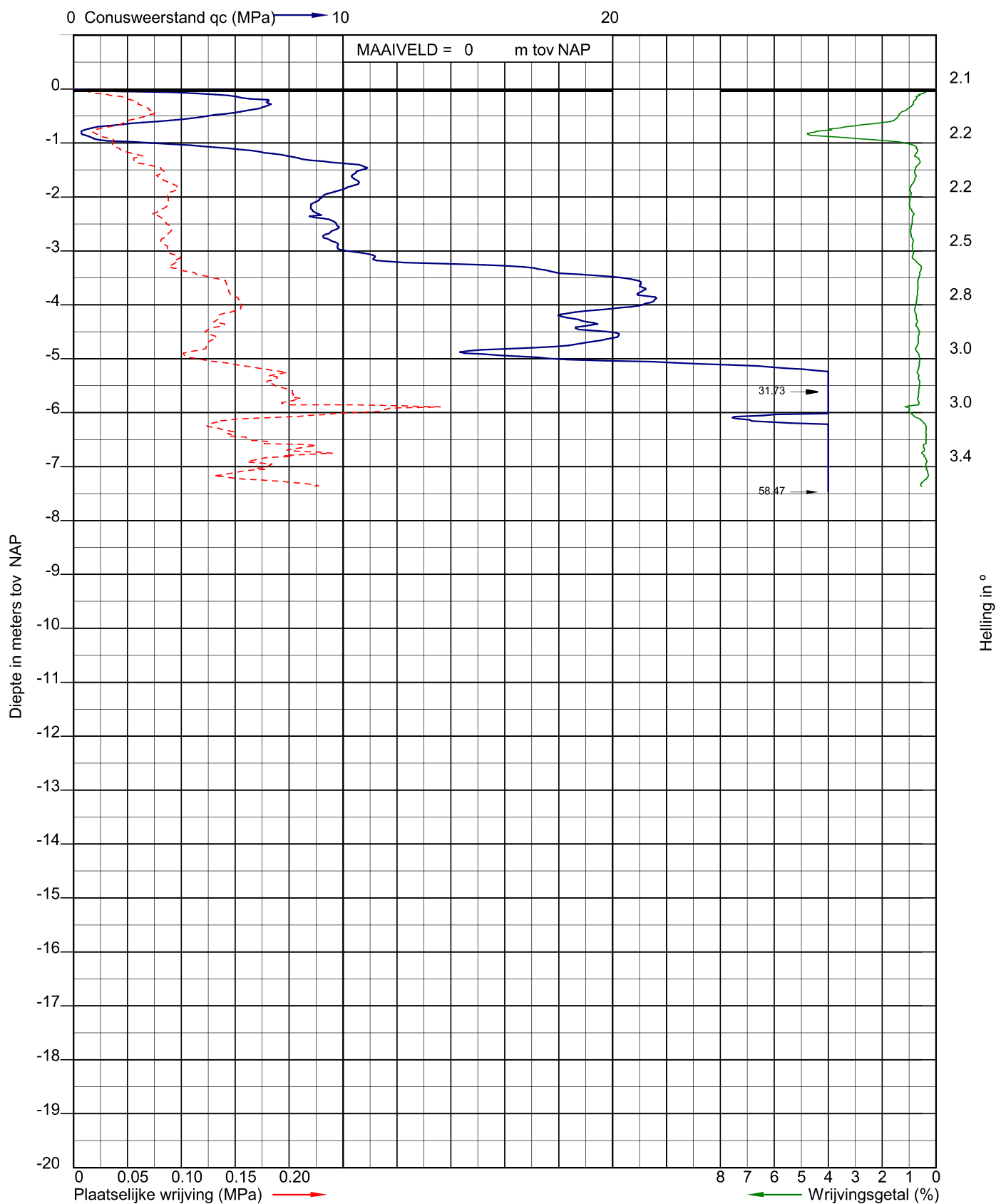
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 5



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

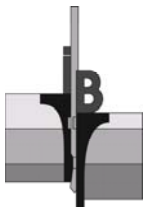


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

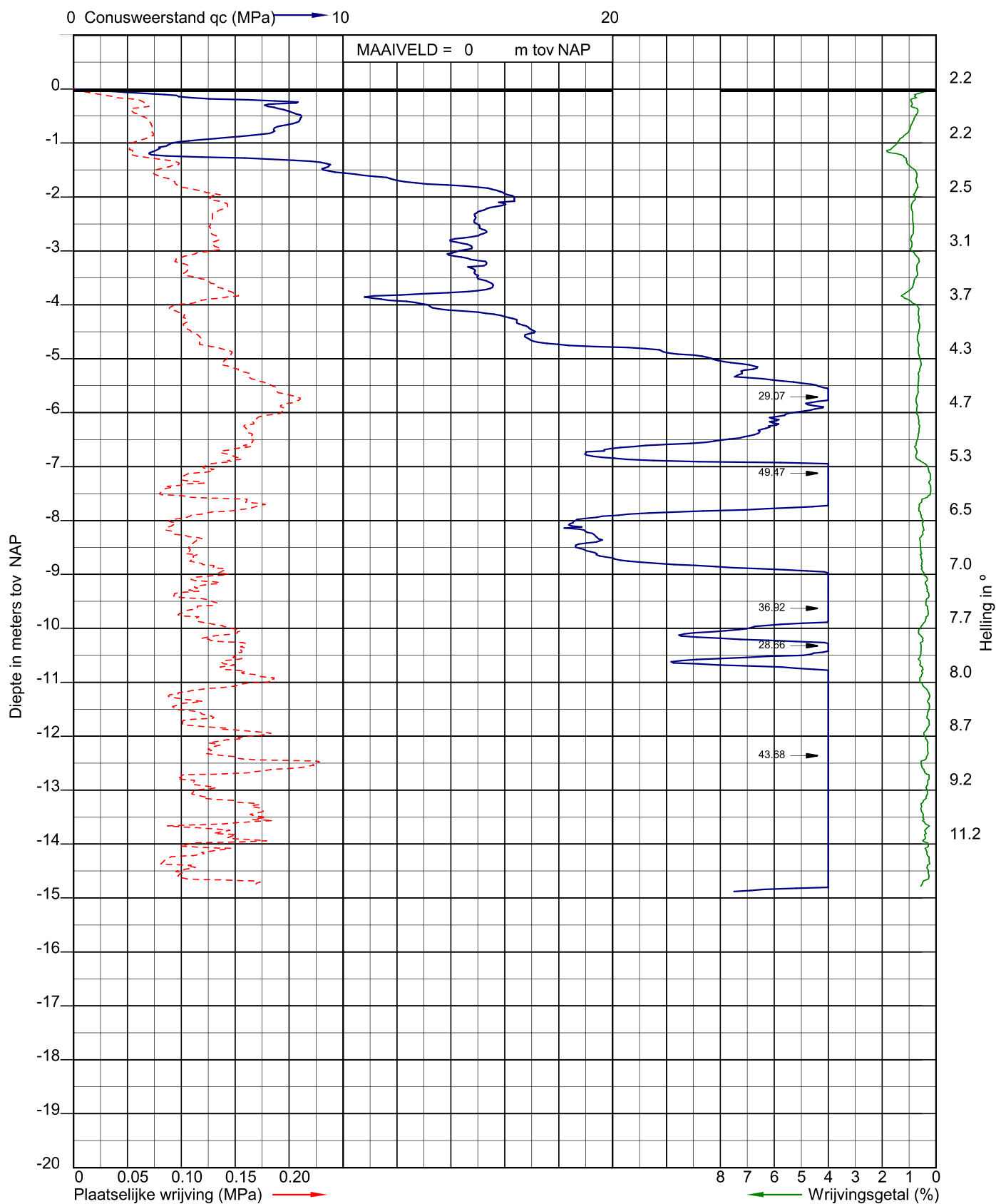
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 6



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

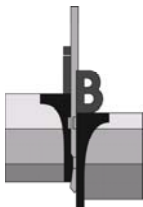


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

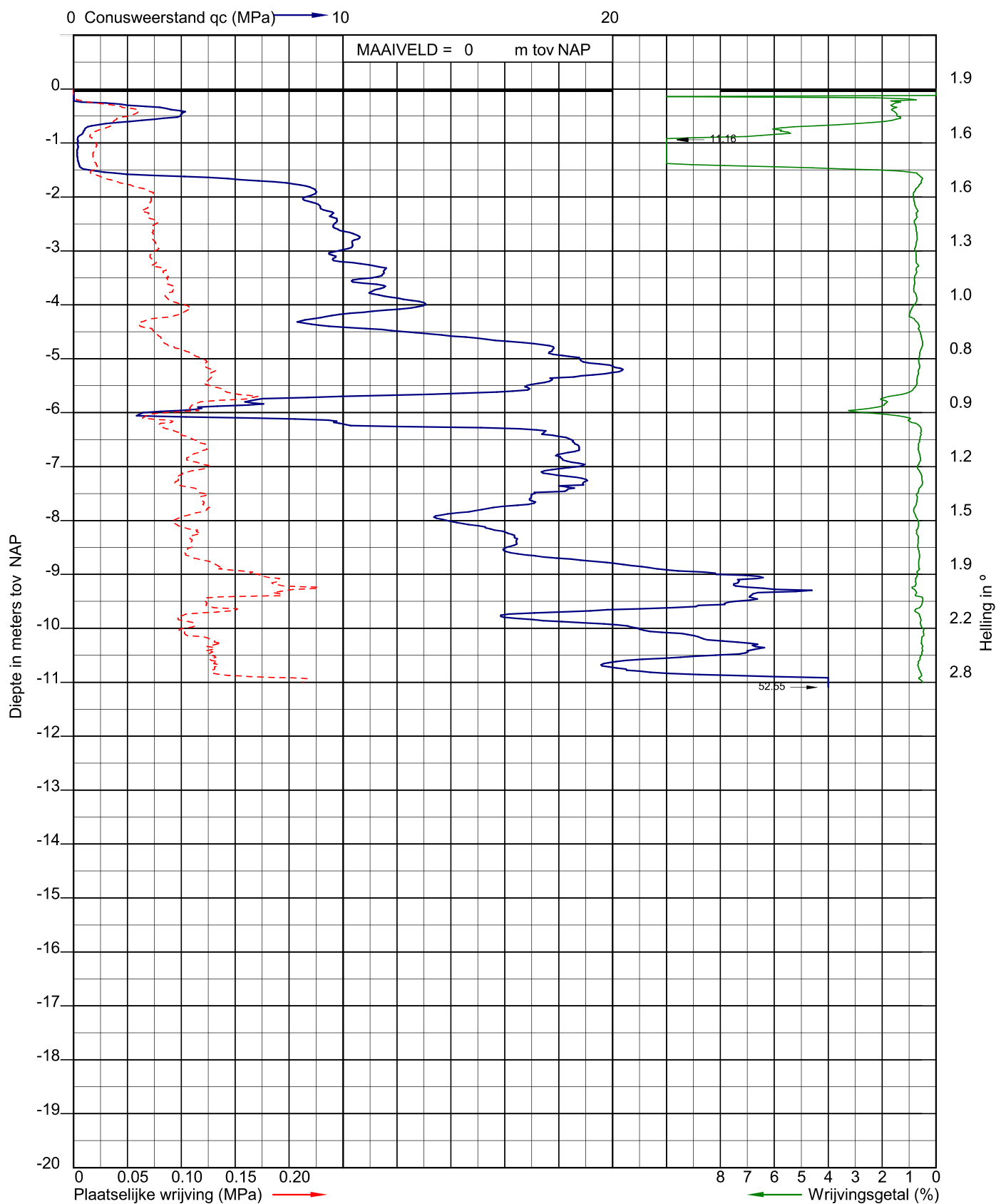
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 4



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

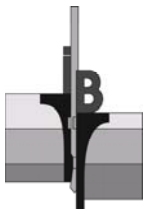


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

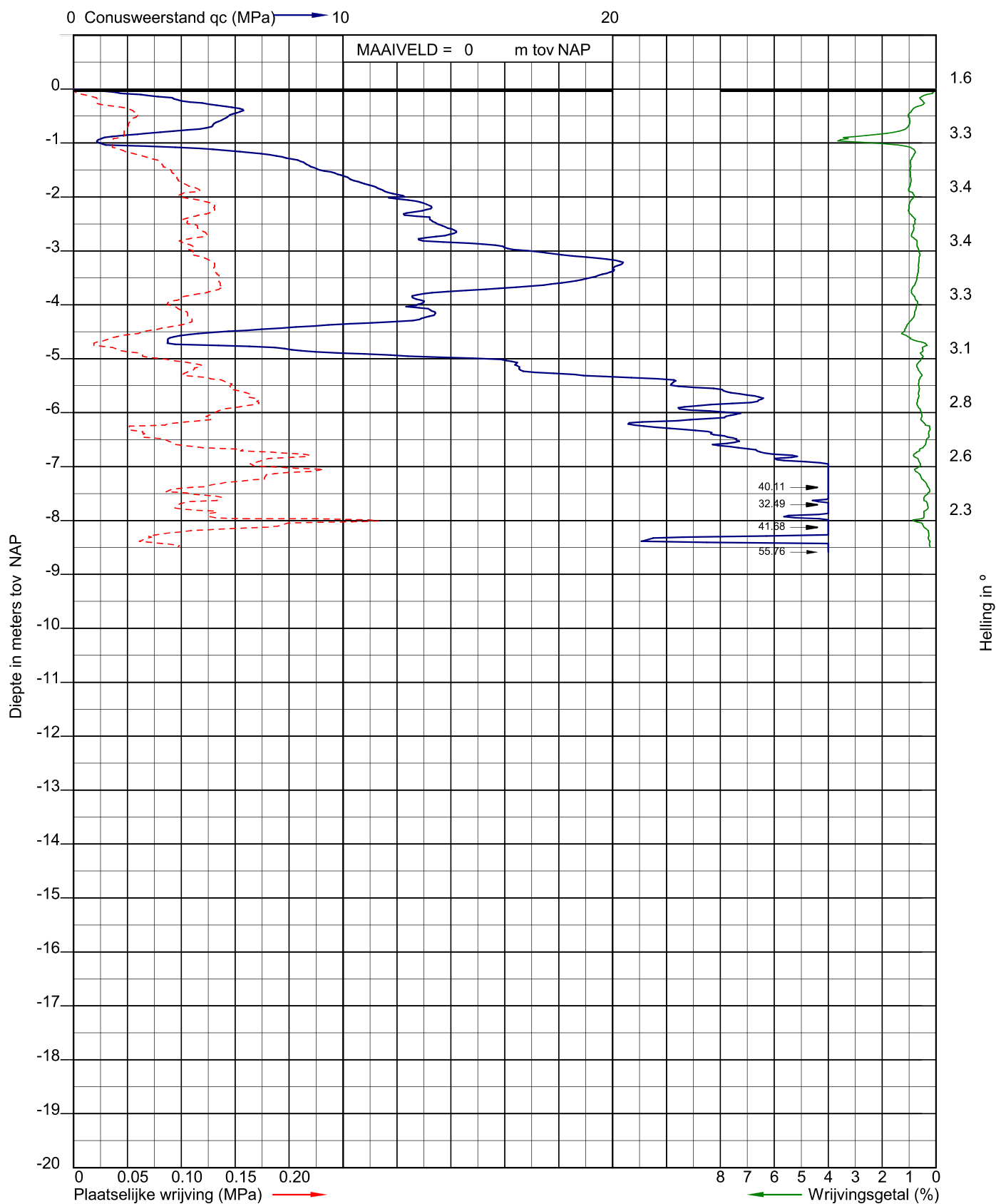
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 5



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

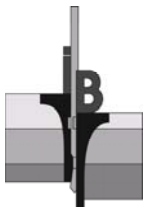


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

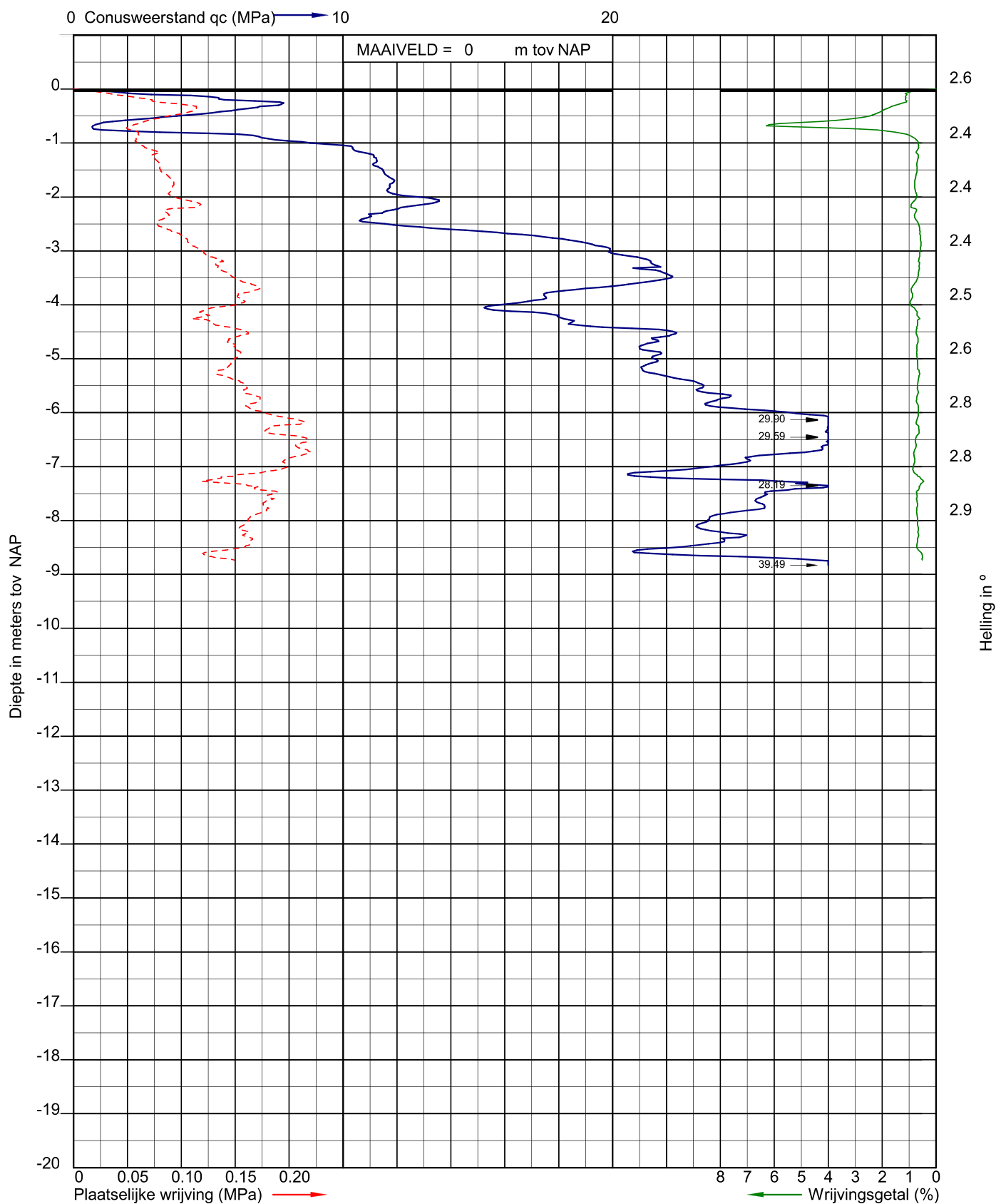
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 8



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

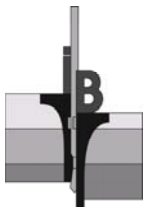


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

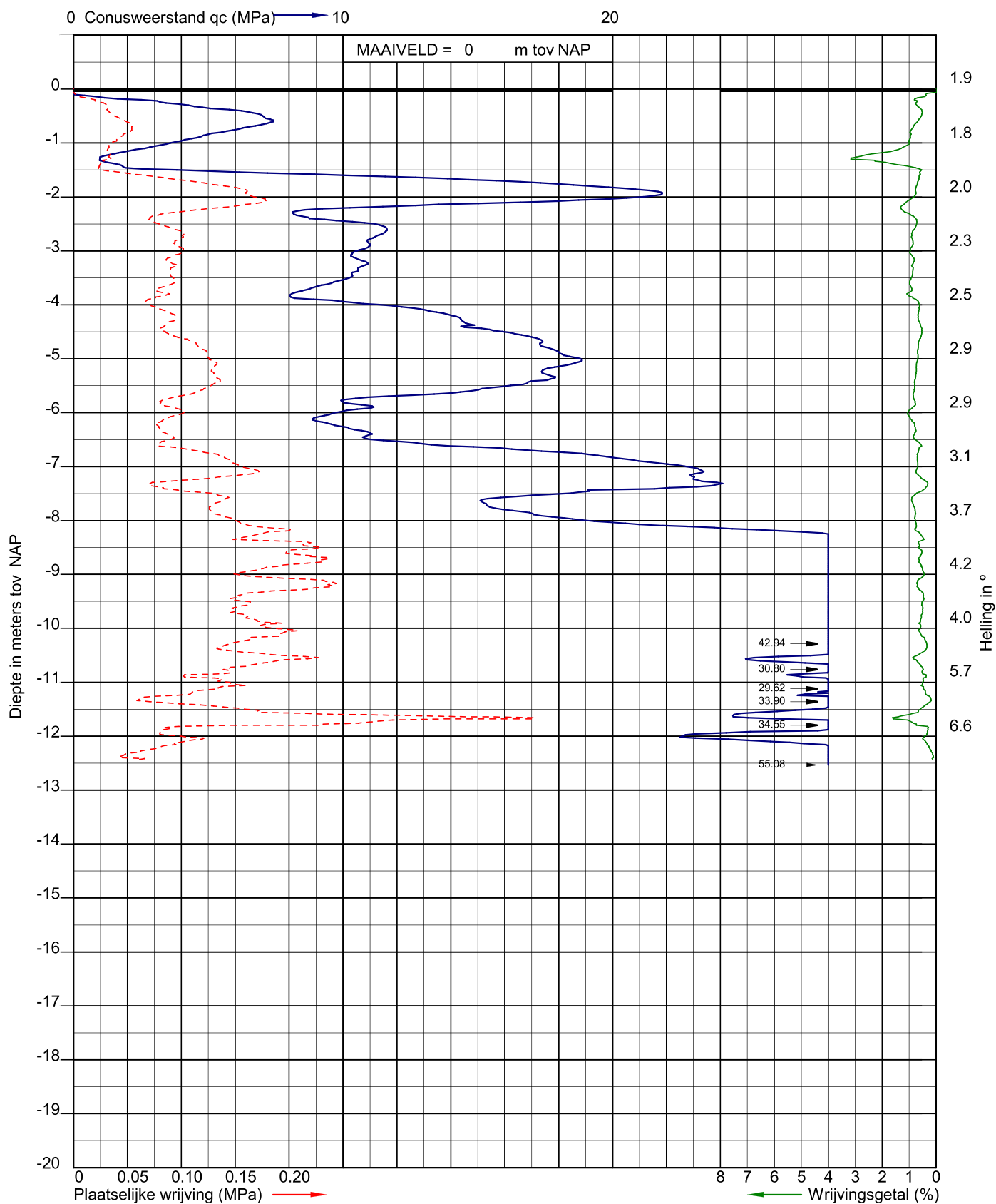
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 21-8-2018

X:
Y:

Sondering: 1



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

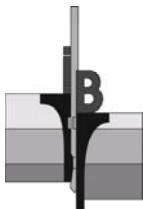


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

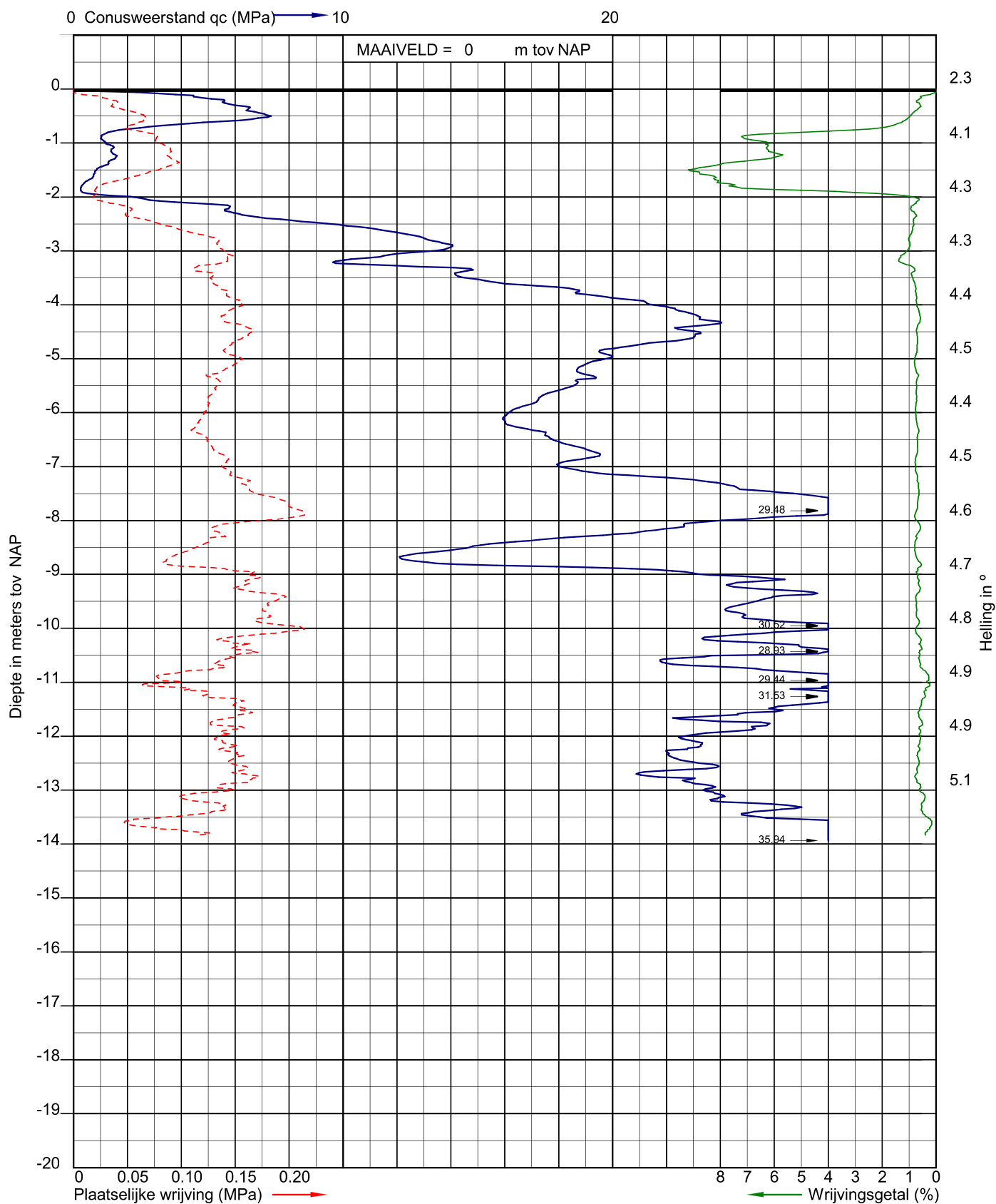
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 3



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

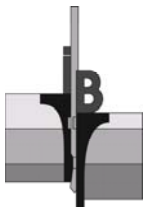


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

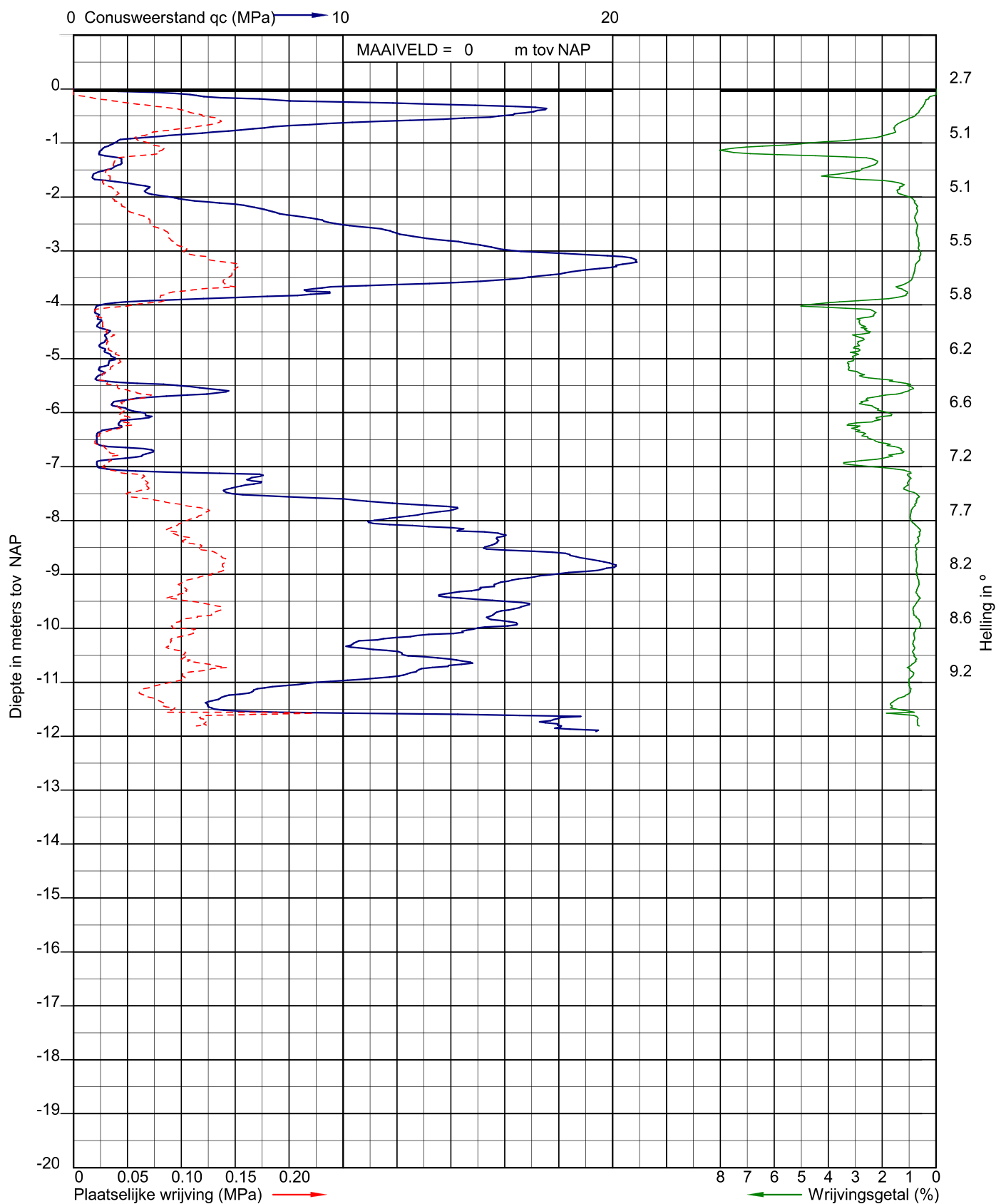
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 21-8-2018

X:
Y:

Sondering: 2



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

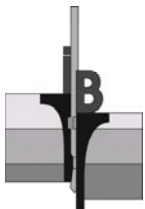


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

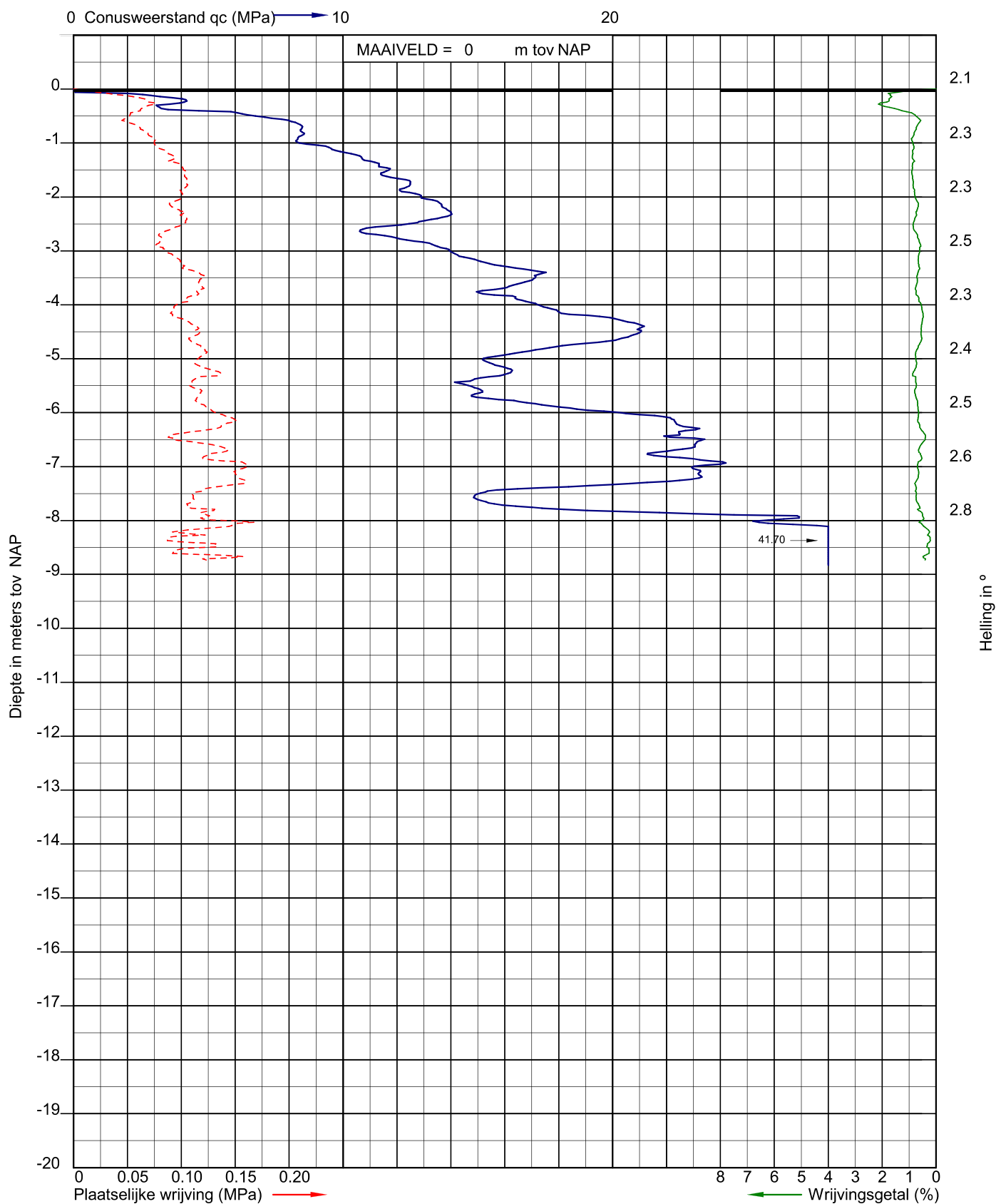
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 21-8-2018

X:
Y:

Sondering: 9



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

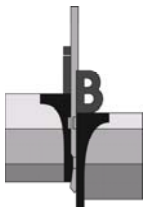


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

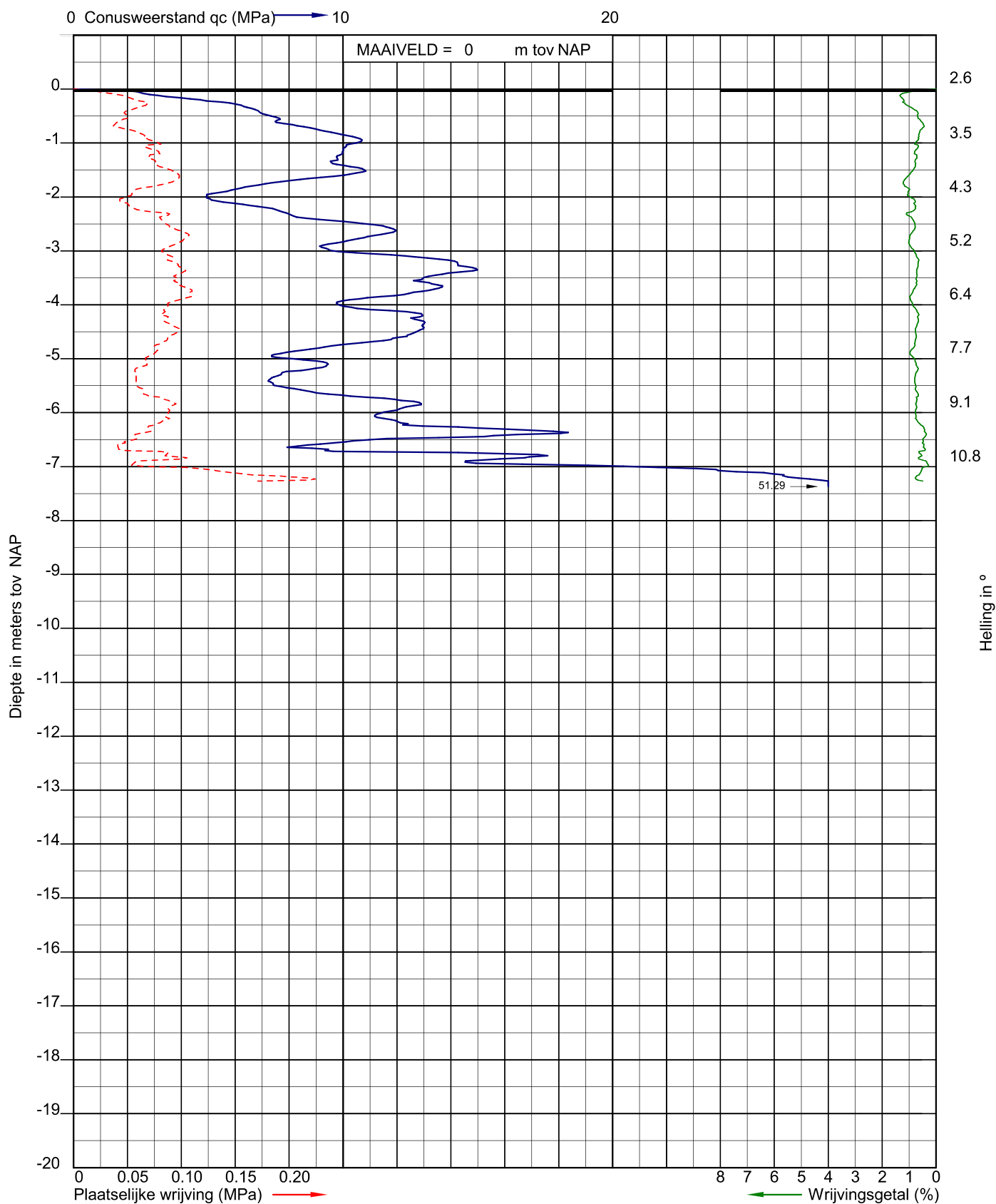
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 21-8-2018

X:
Y:

Sondering: 7



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

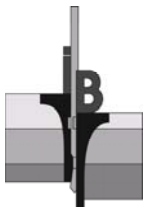


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

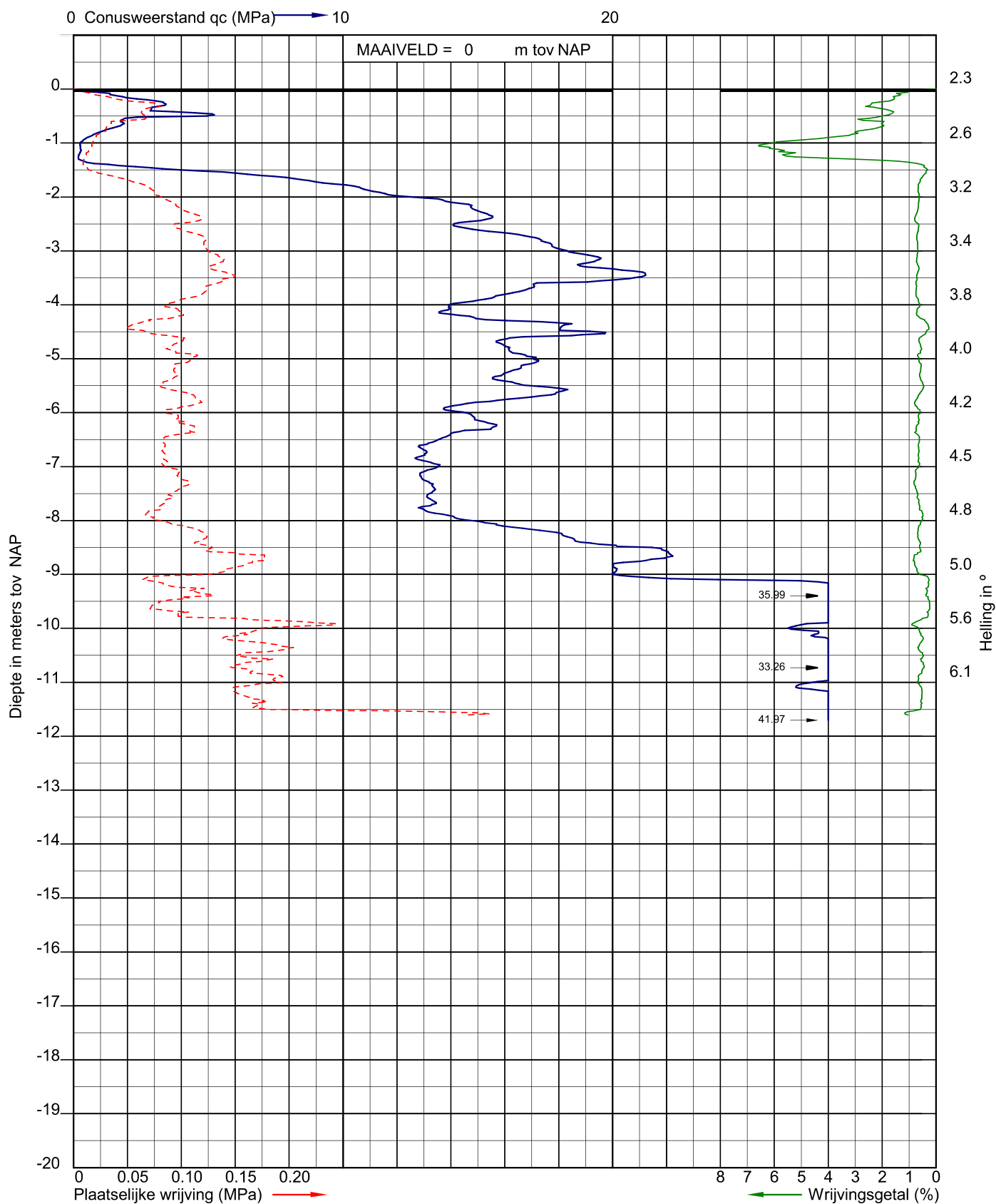
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 10



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

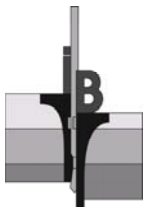


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

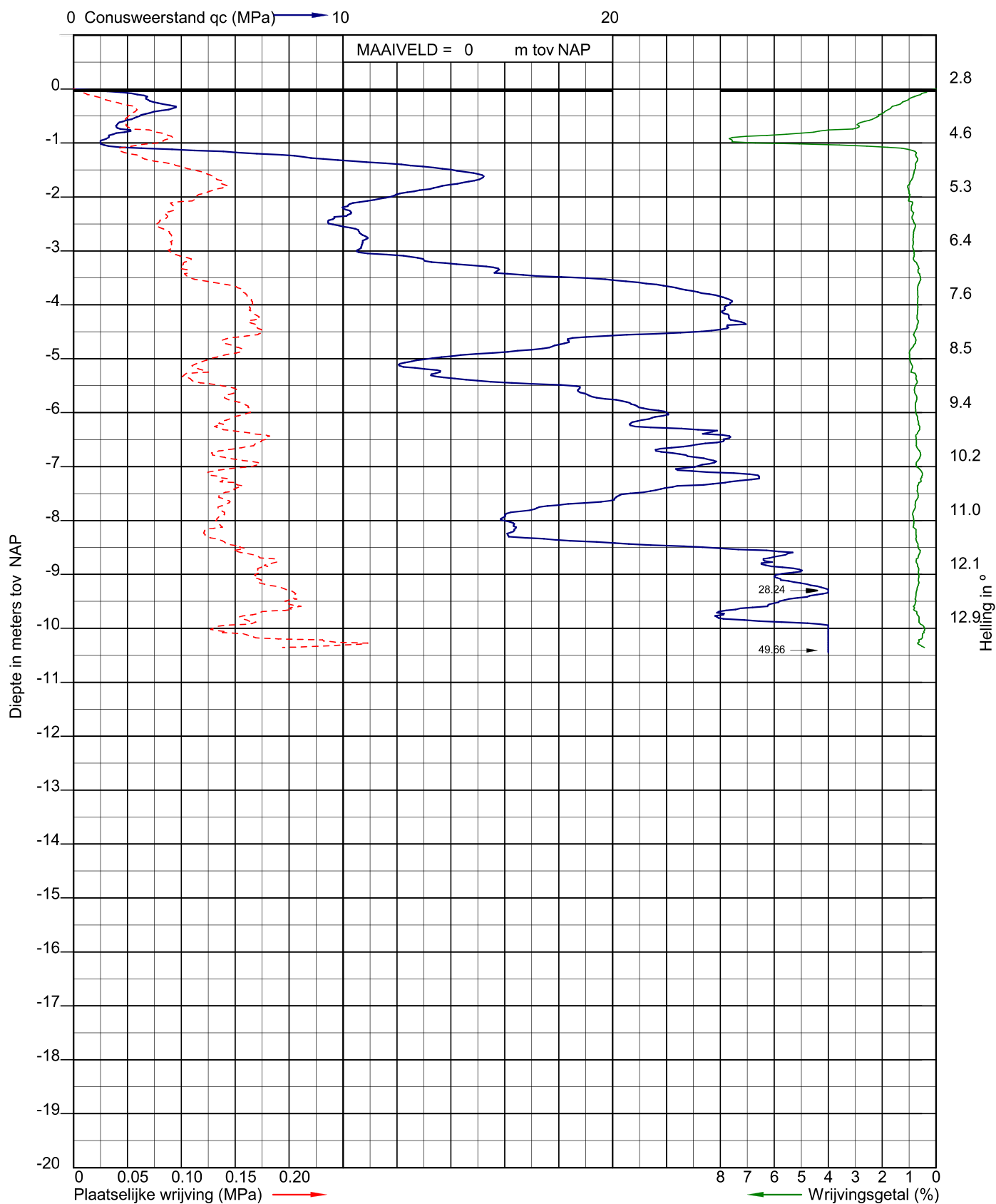
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 21-8-2018

X:
Y:

Sondering: 11



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

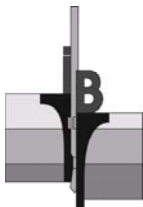


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

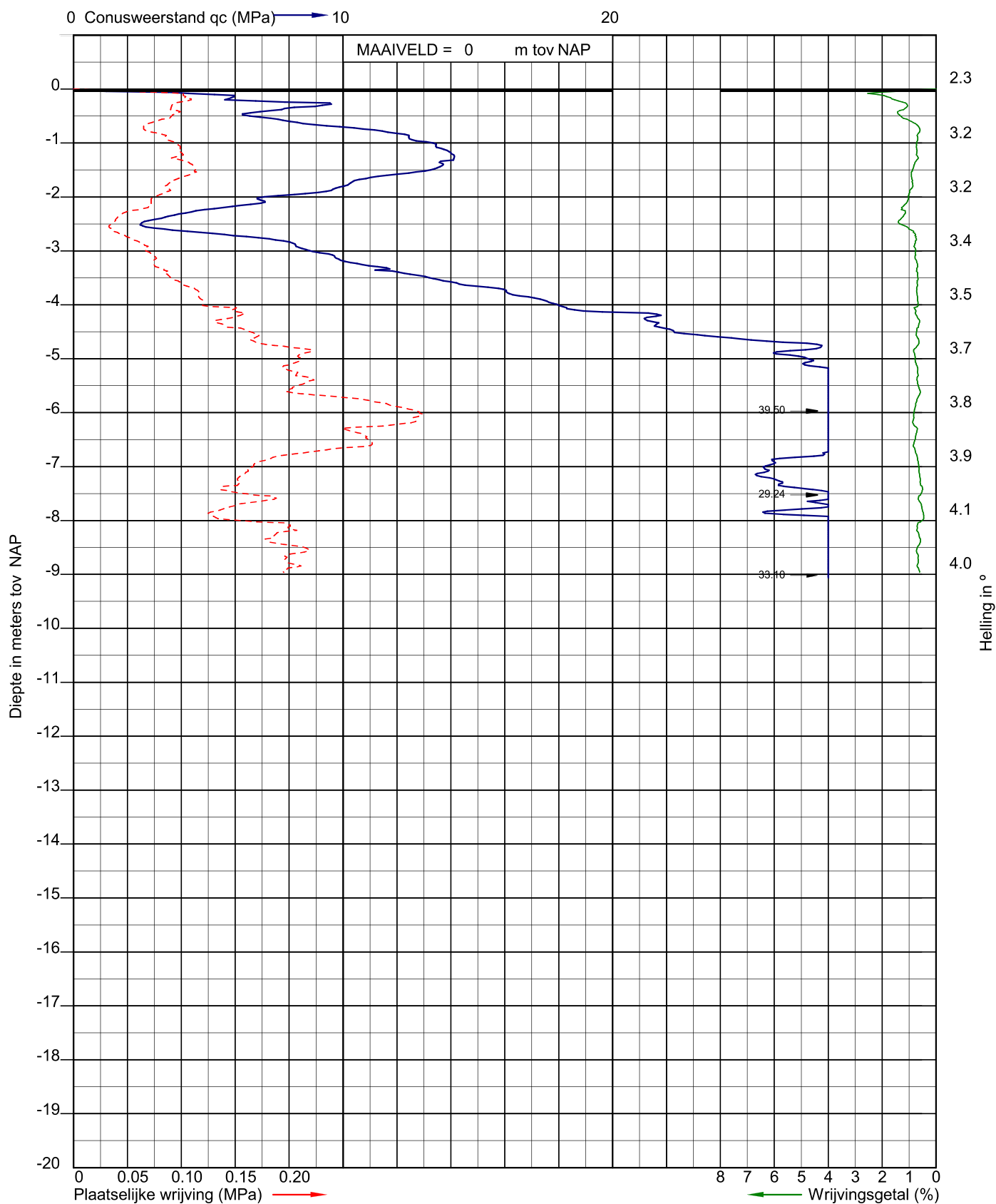
Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 20-8-2018

X:
Y:

Sondering: 12



Opdracht: 02P011898
Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

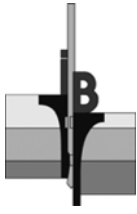


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer 070059

Uitvoerder: DVK RSE
Datum: 21-8-2018

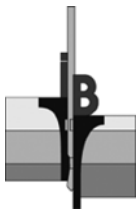
X:
Y:

Sondering: 13



Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-RG-01
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld a/h Leegveld te Liessel

Bijlage D



Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-LO
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Certificaat geotechnisch laboratoriumonderzoek

Opdrachtgever : Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Projectleider : F. van Heerebeek
Datum ontvangst : 10-09-2018

Uitgevoerde werkzaamheden:

9 x	Volumegewicht incl. watergehalte	NEN-5110 en NEN-5112
8 x	Korrelverdeling	NEN-EN-ISO 17892-4

Certificaat bijlage:

VGW-01
KVD-01 t/m 08
KVB-01 t/m 08

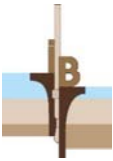
De in deze rapportage vermelde resultaten zijn alleen van toepassing op de onderzochte monsters, tenzij anders is vermeld. Certificaat met bijlagen vormen een onlosmakelijk deel van de gehele rapportage betreffende het in hoofde genoemde project.

Onderzoeksleider : M.G. Jansen
Hoofd laboratorium : Dr. I.E. van Gelder
Status : Definitief
Codering : LO

Datum rapport : 1 oktober 2018

Paraaf :

Paraaf :



Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel

Volumegewicht / Watergehalte conform NEN-5110 en NEN-5112

Boring	Monster	van	tot	Klassificatie	γ_{nat}	γ_{droog}	W
		[m-mv]	[m-mv]	[NEN-5104]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[m%]
SV06-B03	mo-01	1,65	1,70	Veen mineraalarm	10,1	1,8	474,5
SV05-B04	mo-01	0,70	0,75	Veen mineraalarm	9,7	2,9	236,5
DA09-B06	mo-01	0,75	0,80	Veen mineraalarm, matig wortelhoudend, zand insluitingen	9,8	2,0	382,8
SA05-B08	mo-01	0,90	0,95	Veen, sterk zandig, zwak wortelhoudend	11,1	3,2	247,2
K4B-B15	mo-02	0,85	0,90	Veen mineraalarm	9,6	1,7	467,7
SP03-B19	mo-01	0,75	0,80	Veen, zwak zandig, zwak wortelhoudend	11,0	1,9	494,1
SP03-B19	mo-02	1,00	1,05	Zand, matig fijn, matig siltig	18,9	15,0	25,7
DA12-B12	mo-01	0,75	0,80	Veen, zwak kleiig, zwak wortelhoudend, zwak wortelhoudend	11,1	3,1	260,4
DA-12B12	mo-02	1,25	1,30	Veen mineraalarm, zwak wortelhoudend	10,0	1,4	623,1



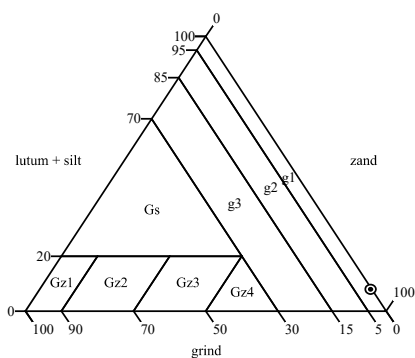
Opdrachtgegevens:

Opdracht : 02P011898
Boring : SV01-B01
Monster : mg-03
Werknummer : 01
Diepte : 0,40 - 0,80 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

Min. delen < 2,0 mm : 99,67
Min. delen < 1,4 mm : 99,34
Min. delen < 1,0 mm : 98,68
Min. delen < 710 μm : 97,80
Min. delen < 500 μm : 96,81
Min. delen < 355 μm : 94,62
Min. delen < 250 μm : 87,14
Min. delen < 180 μm : 70,00
Min. delen < 125 μm : 40,00
Min. delen < 90 μm : 21,98
Min. delen < 63 μm : 7,91

Omschrijvingen volgens driehoeken:



(NEN 5104)

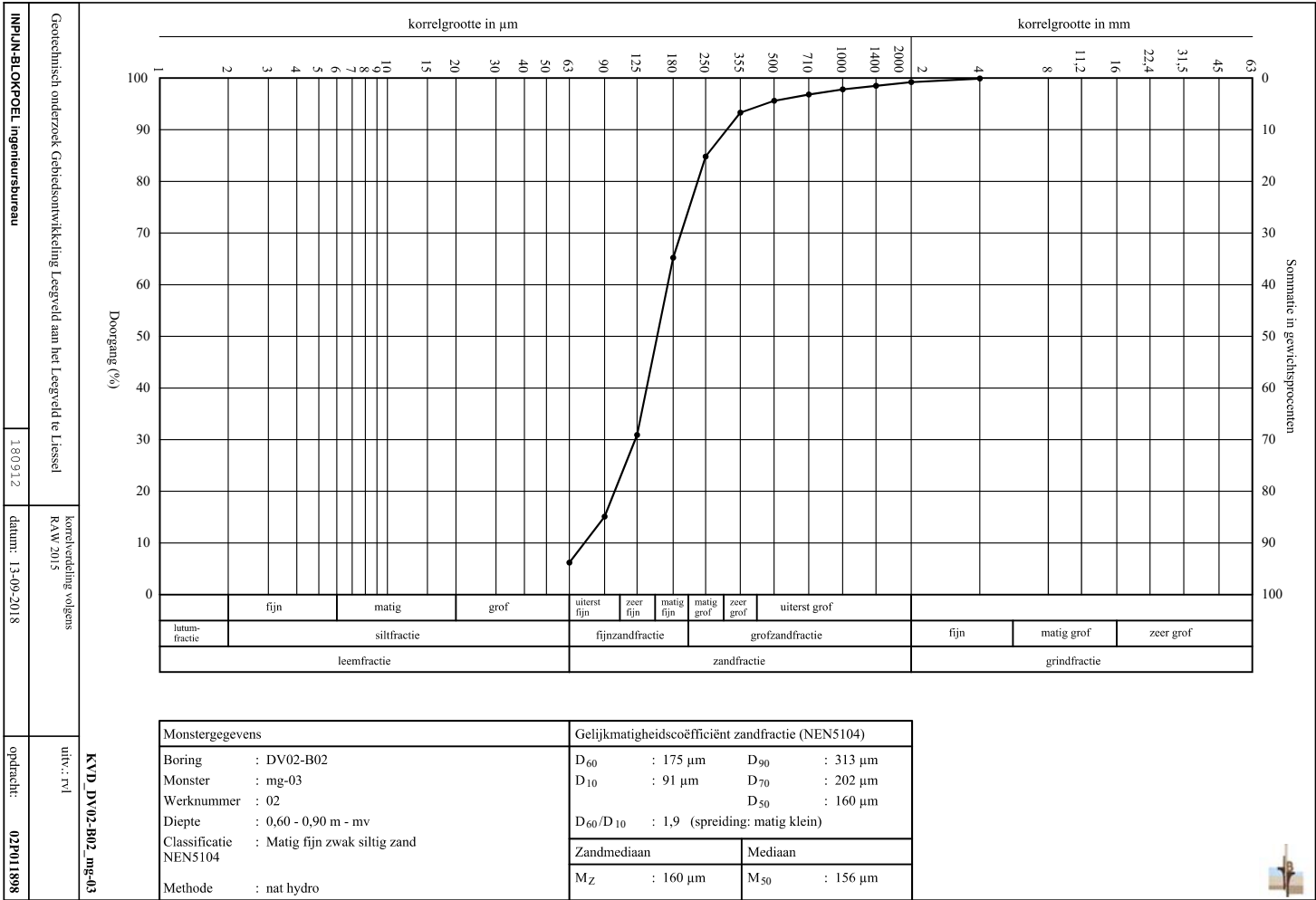
Toevoeging : matig fijn geen grind

Fractieverdeling in % van de vaste stof:

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 7,9
Zandfractie : 91,8
Grindfractie : 0,3
Organische stof : 0,0

KVB_SV01-B01_mg-03

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel	bijlage bij KVD_SV01-B01_mg-03	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018
		opdracht: 02P011898





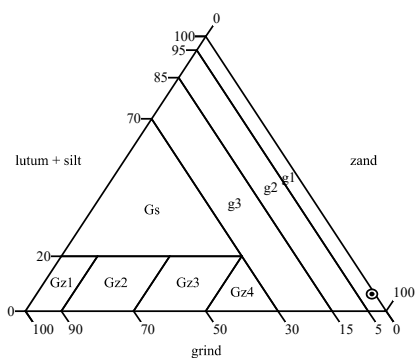
Opdrachtgegevens:

Opdracht : 02P011898
Boring : DV02-B02
Monster : mg-03
Werknummer : 02
Diepte : 0,60 - 0,90 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

Min. delen < 4,0 mm : 99,90
Min. delen < 2,0 mm : 99,20
Min. delen < 1,4 mm : 98,50
Min. delen < 1,0 mm : 97,80
Min. delen < 710 μm : 96,80
Min. delen < 500 μm : 95,60
Min. delen < 355 μm : 93,30
Min. delen < 250 μm : 84,80
Min. delen < 180 μm : 65,20
Min. delen < 125 μm : 30,90
Min. delen < 90 μm : 15,10
Min. delen < 63 μm : 6,20

Omschrijvingen volgens driehoeken:



(NEN 5104)

Toevoeging : matig fijn geen grind

Fractieverdeling in % van de vaste stof:

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 6,2
Zandfractie : 93,0
Grindfractie : 0,8
Organische stof : 0,0

KVB_DV02-B02_mg-03

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel		bijlage bij KVD_DV02-B02_mg-03	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018	opdracht: 02P011898

**Opdrachtgegevens:**

Opdracht : 02P011898
Boring : SV05-B04
Monster : mg-04
Werknummer : 04
Diepte : 2,00 - 4,00 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

Min. delen < 2,0 mm : 99,93
Min. delen < 1,4 mm : 99,85
Min. delen < 1,0 mm : 99,78
Min. delen < 710 µm : 99,63
Min. delen < 500 µm : 99,11
Min. delen < 355 µm : 97,41
Min. delen < 250 µm : 87,81
Min. delen < 180 µm : 64,83
Min. delen < 125 µm : 33,64
Min. delen < 90 µm : 20,34
Min. delen < 63 µm : 11,99

Omschrijvingen volgens driehoeken:**Fractieverdeling in % van de vaste stof:**

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 12,0
Zandfractie : 87,9
Grindfractie : 0,0
Organische stof : 0,0

KVB_SV05-B04_mg-04

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel		bijlage bij KVD_SV05-B04_mg-04	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018	opdracht: 02P011898



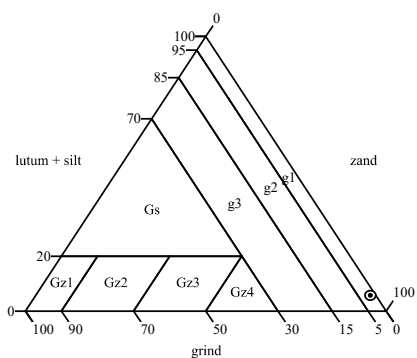
Opdrachtgegevens:

Opdracht : 02P011898
Boring : DA09-B06
Monster : mg-04
Werknummer : 06
Diepte : 0,90 - 1,40 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

Min. delen < 8,0 mm : 99,99
Min. delen < 4,0 mm : 99,70
Min. delen < 2,0 mm : 98,50
Min. delen < 1,0 mm : 96,24
Min. delen < 500 μm : 91,88
Min. delen < 250 μm : 76,31
Min. delen < 180 μm : 53,23
Min. delen < 125 μm : 22,54
Min. delen < 63 μm : 5,70

Omschrijvingen volgens driehoeken:



(NEN 5104)

Toevoeging : matig fijn zwak grindig (g1)

Fractieverdeling in % van de vaste stof:

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 5,7
Zandfractie : 92,8
Grindfractie : 1,5
Organische stof : 0,0

KVB_DA09-B06_mg-04

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel	bijlage bij KVD_DA09-B06_mg-04	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018
		opdracht: 02P011898

**Opdrachtgegevens:**

Opdracht : 02P011898
Boring : K4B-B13
Monster : mg-02
Werknummer : 13
Diepte : 0,30 - 1,20 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

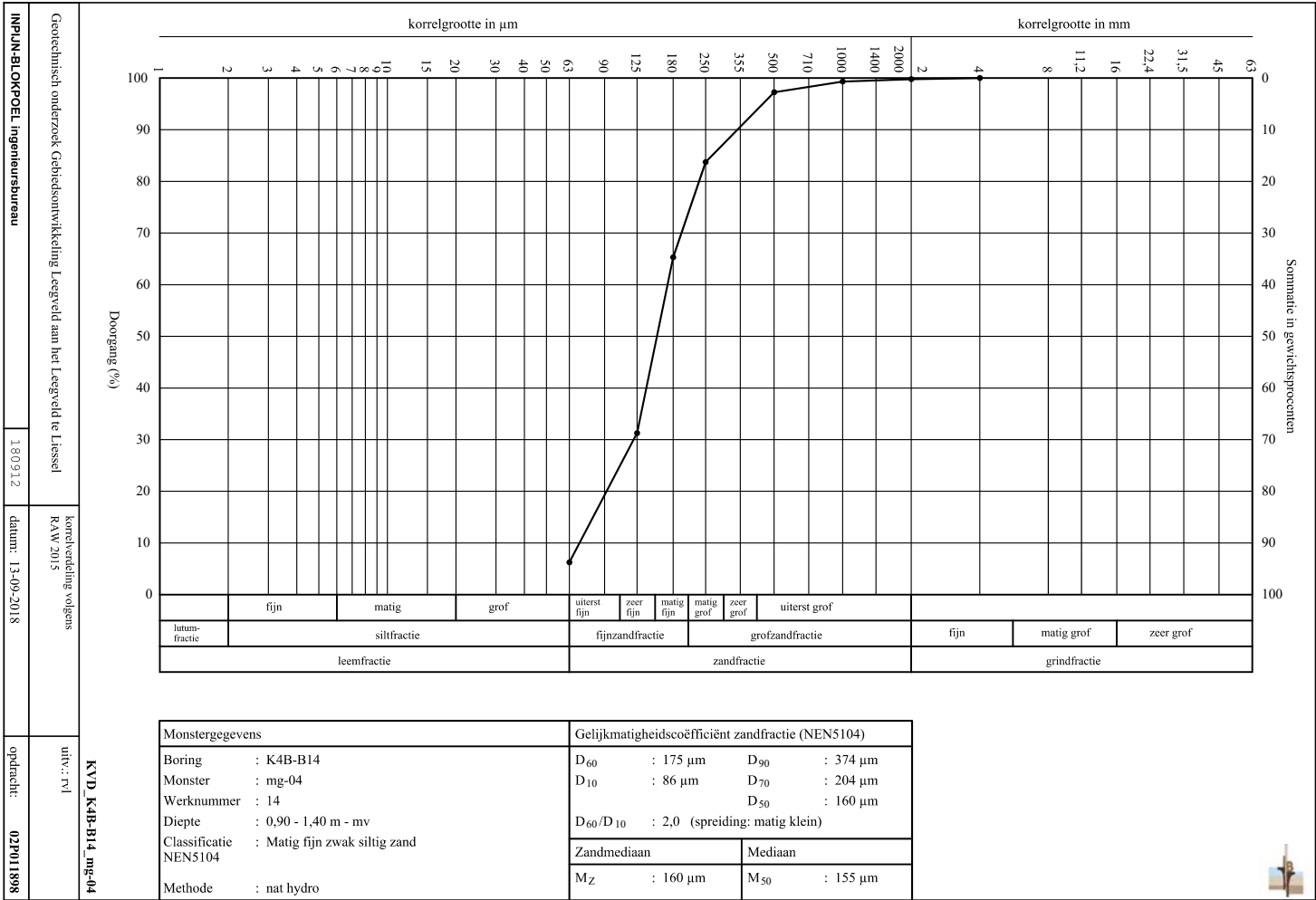
Min. delen < 4,0 mm : 99,99
Min. delen < 2,0 mm : 99,93
Min. delen < 1,0 mm : 99,73
Min. delen < 500 µm : 98,63
Min. delen < 250 µm : 90,51
Min. delen < 180 µm : 68,45
Min. delen < 125 µm : 25,64
Min. delen < 63 µm : 1,88

Omschrijvingen volgens driehoeken:**Fractieverdeling in % van de vaste stof:**

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 1,9
Zandfractie : 98,1
Grindfractie : 0,0
Organische stof : 0,0

KVB_K4B-B13_mg-02

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel		bijlage bij KVD_K4B-B13_mg-02	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018	opdracht: 02P011898





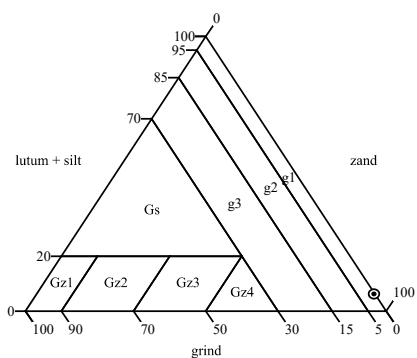
Opdrachtgegevens:

Opdracht : 02P011898
Boring : K4B-B14
Monster : mg-04
Werknummer : 14
Diepte : 0,90 - 1,40 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

Min. delen < 4,0 mm : 99,99
Min. delen < 2,0 mm : 99,78
Min. delen < 1,0 mm : 99,33
Min. delen < 500 μm : 97,24
Min. delen < 250 μm : 83,73
Min. delen < 180 μm : 65,29
Min. delen < 125 μm : 31,25
Min. delen < 63 μm : 6,24

Omschrijvingen volgens driehoeken:



(NEN 5104)

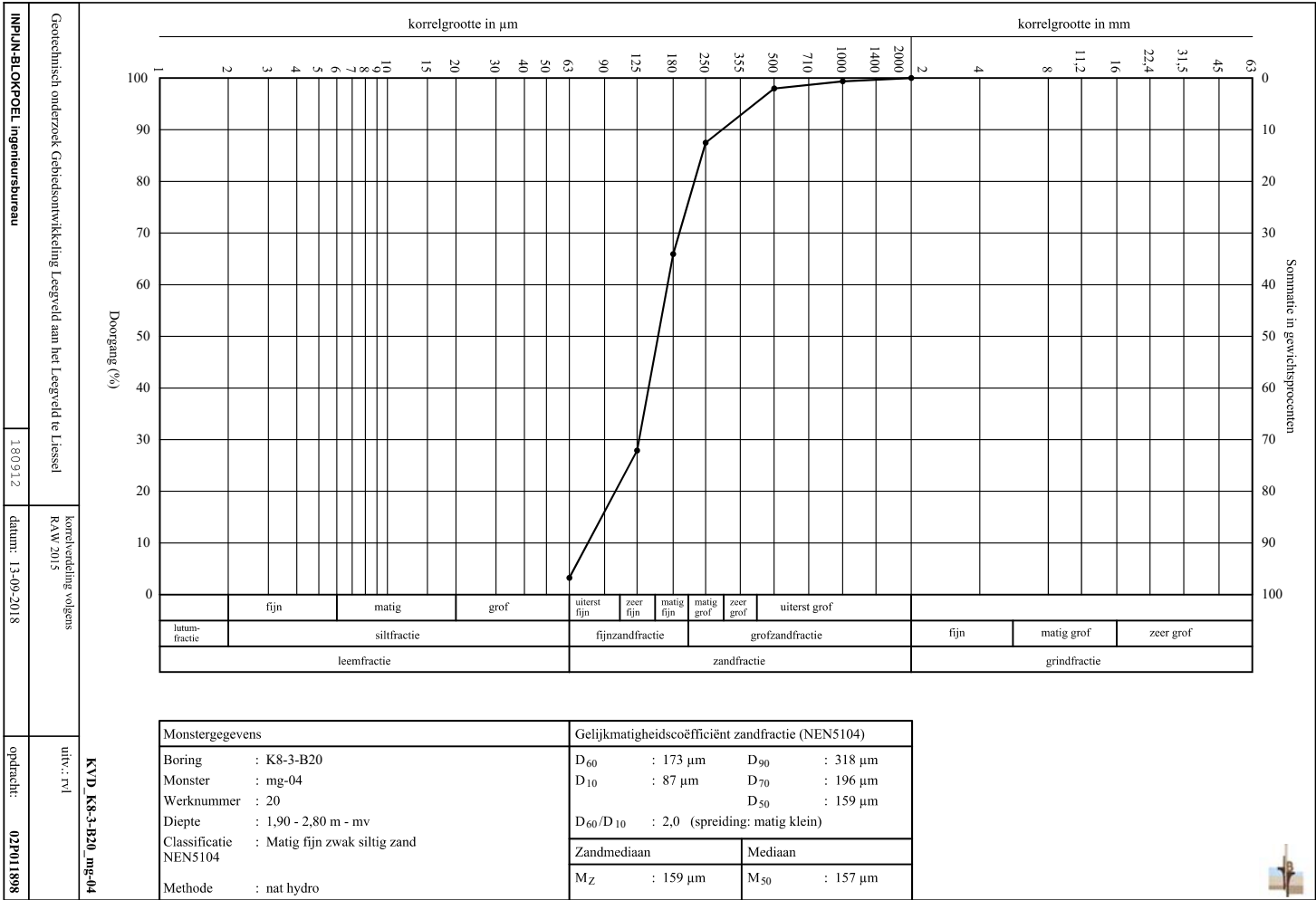
Toevoeging : matig fijn geen grind

Fractieverdeling in % van de vaste stof:

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 6,2
Zandfractie : 93,5
Grindfractie : 0,2
Organische stof : 0,0

KVB_K4B-B14_mg-04

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel	bijlage bij KVD_K4B-B14_mg-04	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018
		opdracht: 02P011898



**Opdrachtgegevens:**

Opdracht : 02P011898
Boring : K8-3-B20
Monster : mg-04
Werknummer : 20
Diepte : 1,90 - 2,80 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

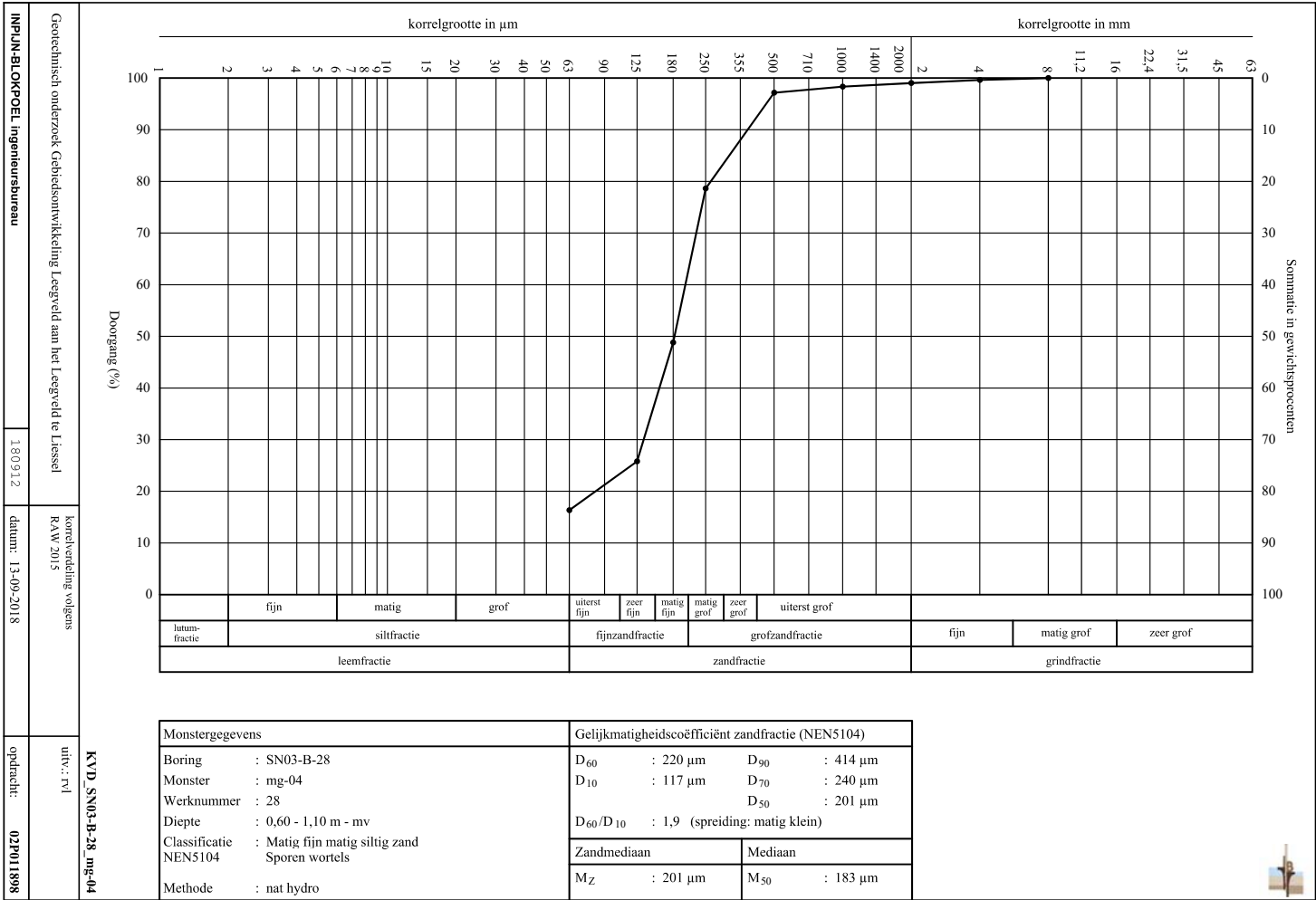
Min. delen < 2,0 mm : 99,99
Min. delen < 1,0 mm : 99,37
Min. delen < 500 µm : 97,97
Min. delen < 250 µm : 87,47
Min. delen < 180 µm : 65,90
Min. delen < 125 µm : 27,89
Min. delen < 63 µm : 3,24

Omschrijvingen volgens driehoeken:**Fractieverdeling in % van de vaste stof:**

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 3,2
Zandfractie : 96,8
Grindfractie : 0,0
Organische stof : 0,0

KVB_K8-3-B20_mg-04

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel		bijlage bij KVD_K8-3-B20_mg-04	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018	opdracht: 02P011898





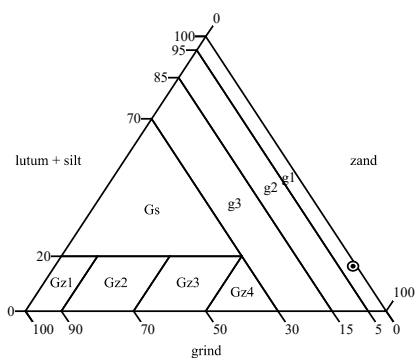
Opdrachtgegevens:

Opdracht : 02P011898
Boring : SN03-B-28
Monster : mg-04
Werknummer : 28
Diepte : 0,60 - 1,10 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

Min. delen < 8,0 mm : 99,99
Min. delen < 4,0 mm : 99,61
Min. delen < 2,0 mm : 99,03
Min. delen < 1,0 mm : 98,33
Min. delen < 500 μm : 97,17
Min. delen < 250 μm : 78,62
Min. delen < 180 μm : 48,80
Min. delen < 125 μm : 25,81
Min. delen < 63 μm : 16,34

Omschrijvingen volgens driehoeken:



(NEN 5104)

Toevoeging : matig fijn geen grind

Fractieverdeling in % van de vaste stof:

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 16,3
Zandfractie : 82,7
Grindfractie : 1,0
Organische stof : 0,0

KVB_SN03-B-28_mg-04

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel	bijlage bij KVD_SN03-B-28_mg-04	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018
		opdracht: 02P011898

**Opdrachtgegevens:**

Opdracht : 02P011898
Boring : K9c-5-B34
Monster : mg-05
Werknummer : 34
Diepte : 0,75 - 2,50 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

Min. delen < 2,0 mm : 99,99
Min. delen < 1,0 mm : 99,93
Min. delen < 500 µm : 98,60
Min. delen < 250 µm : 64,03
Min. delen < 180 µm : 38,27
Min. delen < 125 µm : 10,34
Min. delen < 63 µm : 3,70

Omschrijvingen volgens driehoeken:**Fractieverdeling in % van de vaste stof:**

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 3,7
Zandfractie : 96,3
Grindfractie : 0,0
Organische stof : 0,0

KVB_K9c-5-B34_mg-05

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel		bijlage bij KVD_K9c-5-B34_mg-05	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018	opdracht: 02P011898

**Opdrachtgegevens:**

Opdracht : 02P011898
Boring : K34-3-B37
Monster : mg-02
Werknummer : 37
Diepte : 0,40 - 0,80 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

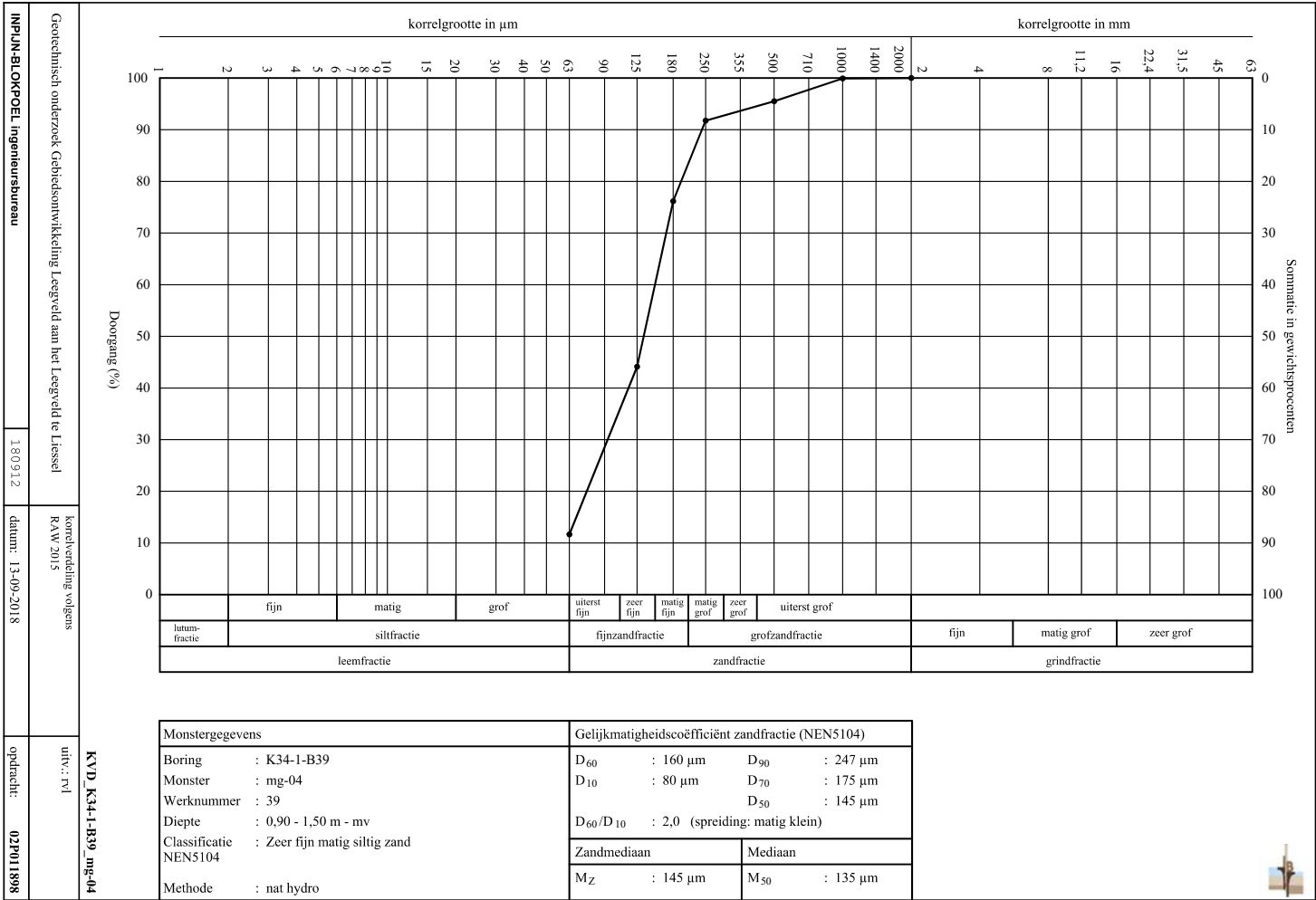
Min. delen < 4,0 mm : 99,99
Min. delen < 2,0 mm : 99,93
Min. delen < 1,0 mm : 99,57
Min. delen < 500 µm : 98,34
Min. delen < 250 µm : 86,04
Min. delen < 180 µm : 62,82
Min. delen < 125 µm : 26,57
Min. delen < 63 µm : 4,72

Omschrijvingen volgens driehoeken:**Fractieverdeling in % van de vaste stof:**

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 4,7
Zandfractie : 95,2
Grindfractie : 0,0
Organische stof : 0,0

KVB_K34-3-B37_mg-02

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel		bijlage bij KVD_K34-3-B37_mg-02	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018	opdracht: 02P011898



**Opdrachtgegevens:**

Opdracht : 02P011898
Boring : K34-1-B39
Monster : mg-04
Werknummer : 39
Diepte : 0,90 - 1,50 m - mv

Korrelgrootteverdeling in % van de vaste stof:

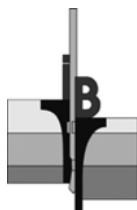
Min. delen < 2,0 mm : 99,99
Min. delen < 1,0 mm : 99,92
Min. delen < 500 µm : 95,50
Min. delen < 250 µm : 91,75
Min. delen < 180 µm : 76,15
Min. delen < 125 µm : 44,12
Min. delen < 63 µm : 11,65

Omschrijvingen volgens driehoeken:**Fractieverdeling in % van de vaste stof:**

Lutumfractie : 0,0
Siltfractie : 11,6
Zandfractie : 88,3
Grindfractie : 0,0
Organische stof : 0,0

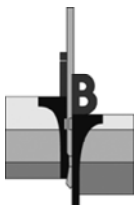
KVB_K34-1-B39_mg-04

Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld aan het Leegveld te Liessel		bijlage bij KVD_K34-1-B39_mg-04	uitv.: rvl
INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau	180912	datum: 13-09-2018	opdracht: 02P011898



Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-RG-01
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld a/h Leegveld te Liessel

Bijlage E



Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SV01-B01

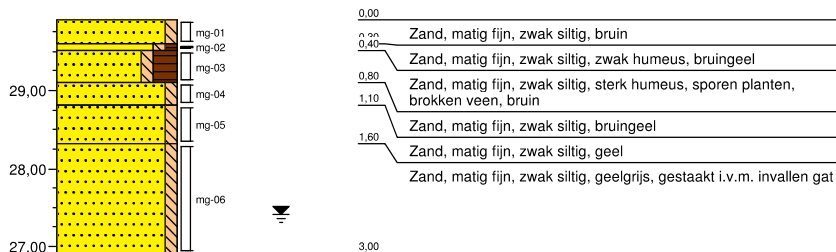
21-08-2018
RHN
01

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,91 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 250

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 188052,00
y-coördinaat [m RD]: 383821,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DV02-B02

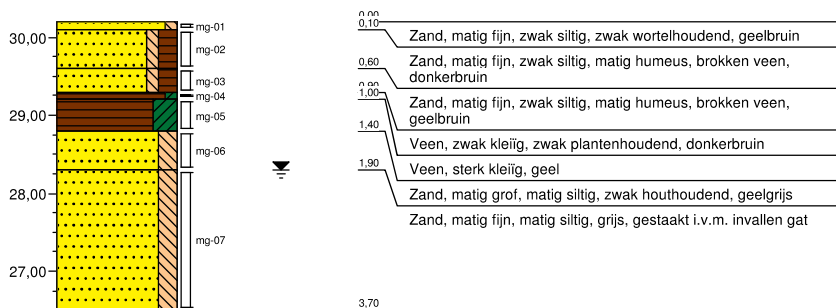
21-08-2018
RHN
02

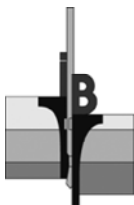
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 30,2 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 190

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 188384,00
y-coördinaat [m RD]: 383715,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SV06-B03

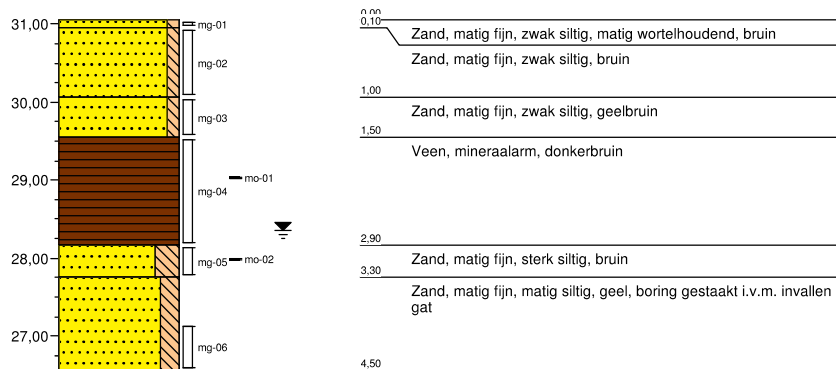
21-08-2018
RHN
03

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 31,06 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 270

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 188687,00
y-coördinaat [m RD]: 383246,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SV05-B04

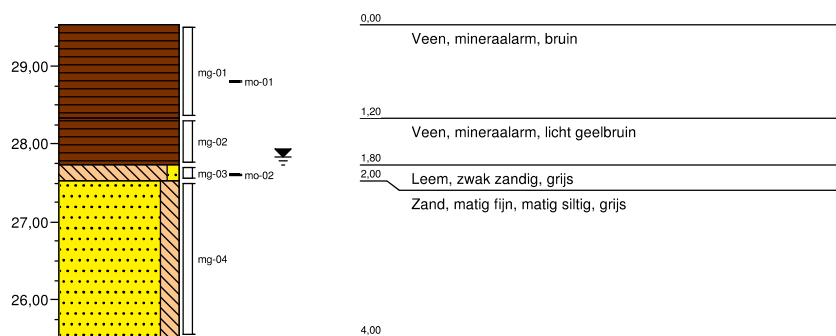
21-08-2018
RHN
04

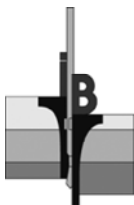
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,53 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 170

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 188352,00
y-coördinaat [m RD]: 383240,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K4a-B05

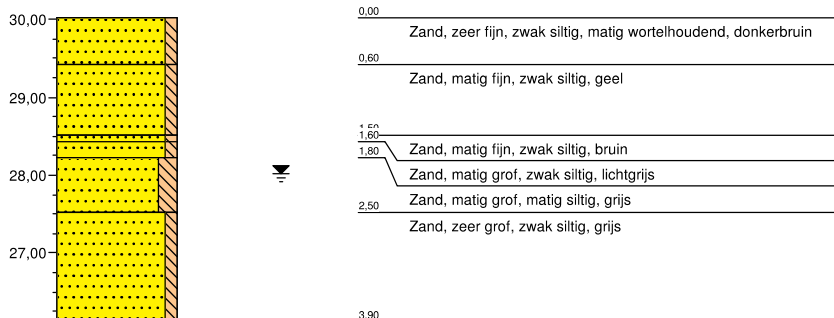
21-08-2018
RHN
05

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 30,02 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 200

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187708,00
y-coördinaat [m RD]: 382529,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DA09-B06

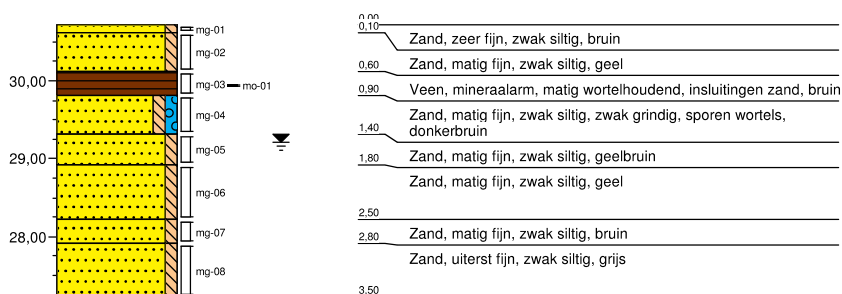
21-08-2018
RHN
06

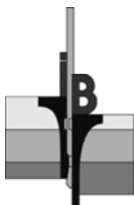
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 30,72 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 150

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187394,00
y-coördinaat [m RD]: 382211,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K4a-5-B07

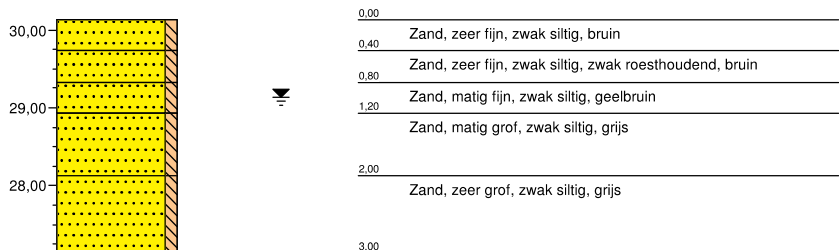
21-08-2018
RHN
07

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 30,13 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 100

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187186,00
y-coördinaat [m RD]: 382170,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SA05-B08

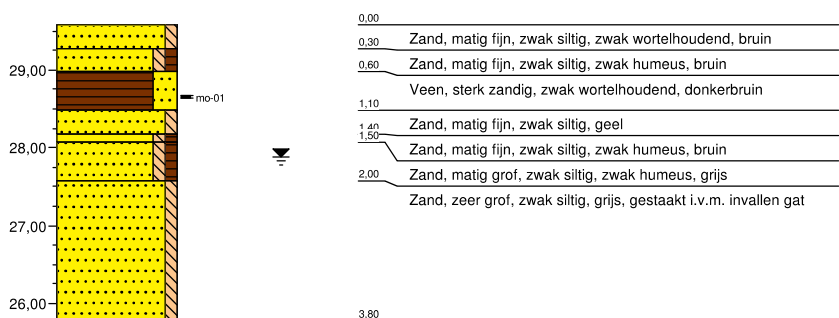
21-08-2018
RHN
08

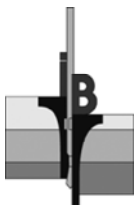
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,58 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 170

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187267,00
y-coördinaat [m RD]: 381910,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DA09A-B09

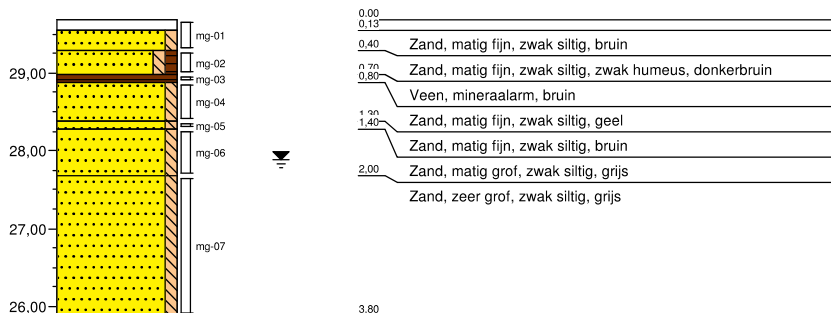
21-08-2018
RHN
09

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,68 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 180

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187355,00
y-coördinaat [m RD]: 381922,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K4a-3-B10

21-08-2018
RHN
10

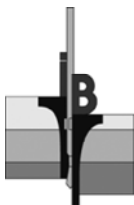
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 30,31 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 200

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187622,00
y-coördinaat [m RD]: 381951,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SA04A-B11

21-08-2018
RHN
11

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 30,07 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 210

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187679,00
y-coördinaat [m RD]: 381664,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DA12-B12

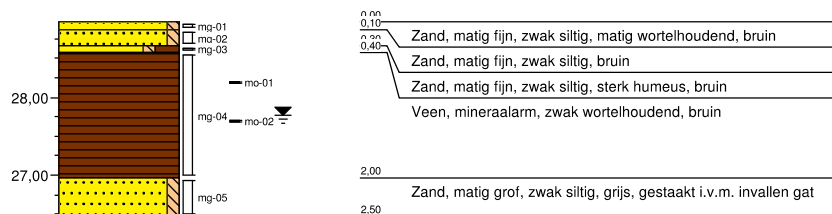
21-08-2018
RHN
12

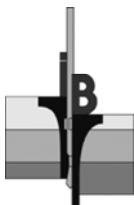
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 28,97 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 120

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187352,00
y-coördinaat [m RD]: 381621,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K4B-B13

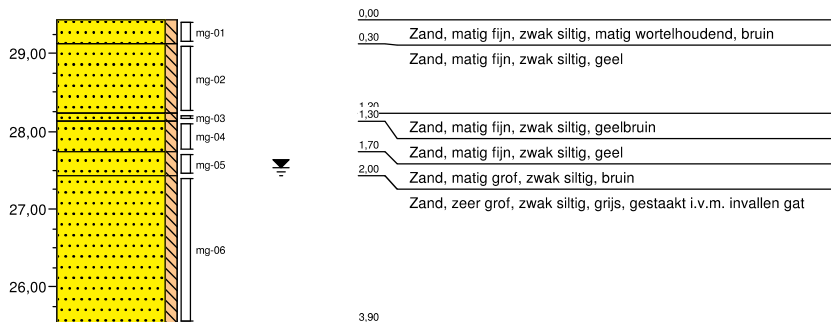
21-08-2018
RHN
13

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,43 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 190

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187095,00
y-coördinaat [m RD]: 381427,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K4B-B14

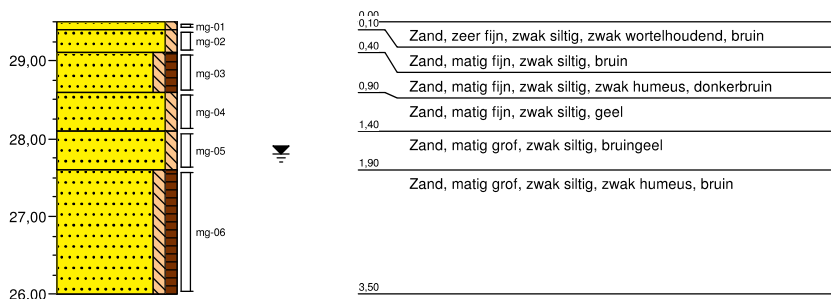
21-08-2018
RHN
14

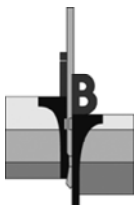
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,5 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 170

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187210,00
y-coördinaat [m RD]: 381056,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op: 28-08-2018
Uitvoering door: RHN
Uitgevoerd nabij: 15

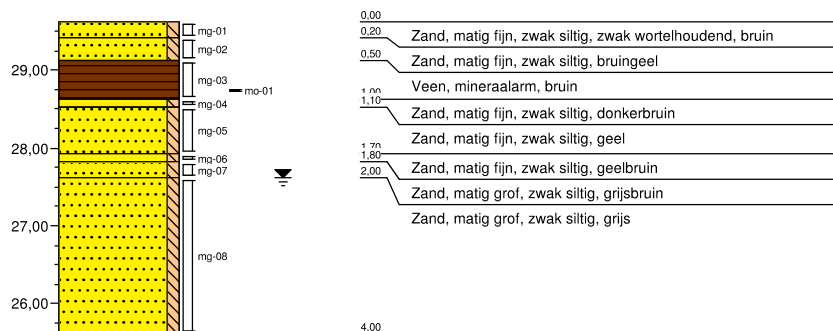
K4B-B15

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,62 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 200

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187593,00
y-coördinaat [m RD]: 381121,00



Boring:

Uitvoering op: 21-08-2018
Uitvoering door: RHN
Uitgevoerd nabij: 17

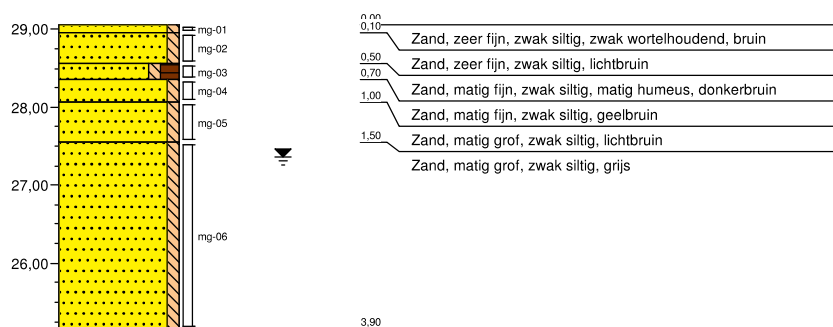
K8-1-B17

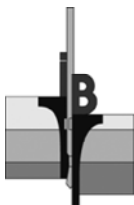
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,06 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 170

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 186903,00
y-coördinaat [m RD]: 380964,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SP03-B19

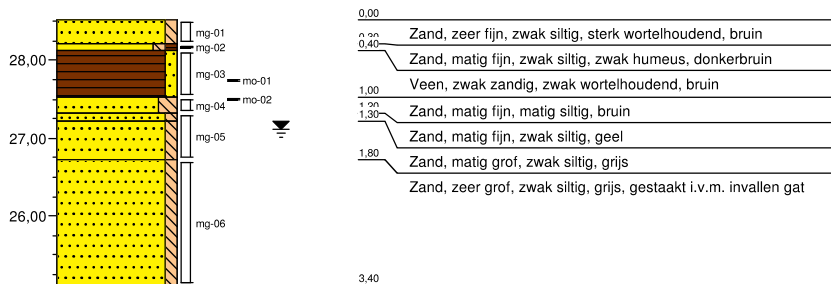
21-08-2018
RHN
19

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 28,52 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 140

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187232,00
y-coördinaat [m RD]: 380879,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K8-3-B20

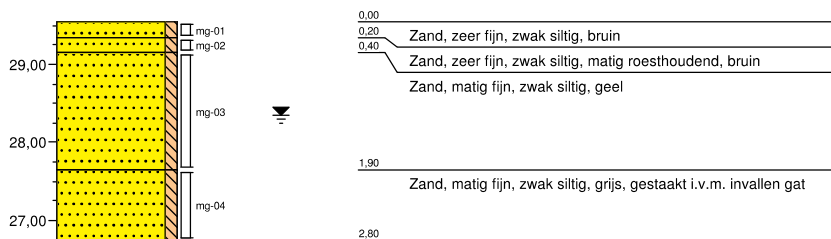
21-08-2018
RHN
20

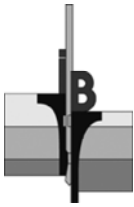
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,55 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 120

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187091,00
y-coördinaat [m RD]: 380309,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op: 21-08-2018
Uitvoering door: RHN
Uitgevoerd nabij: 21

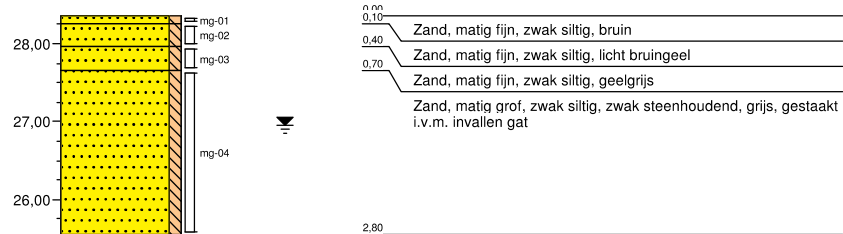
K8-3-B21

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 28,36 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 140

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187304,00
y-coördinaat [m RD]: 380021,00



Boring:

Uitvoering op: 21-08-2018
Uitvoering door: RHN
Uitgevoerd nabij: 22

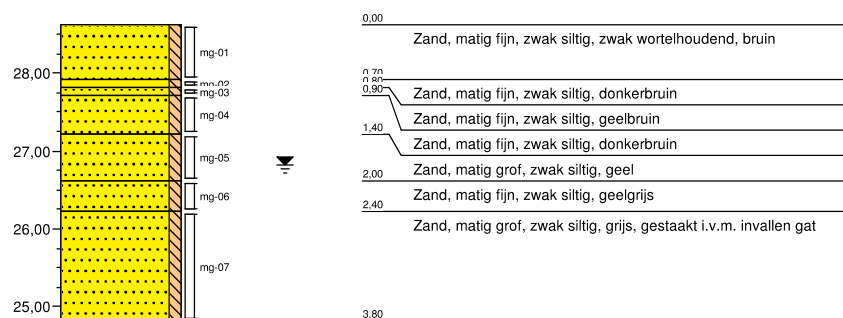
SP02-B22

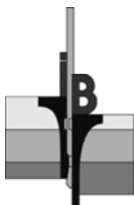
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 28,62 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 180

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187627,00
y-coördinaat [m RD]: 379881,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SP0-B25

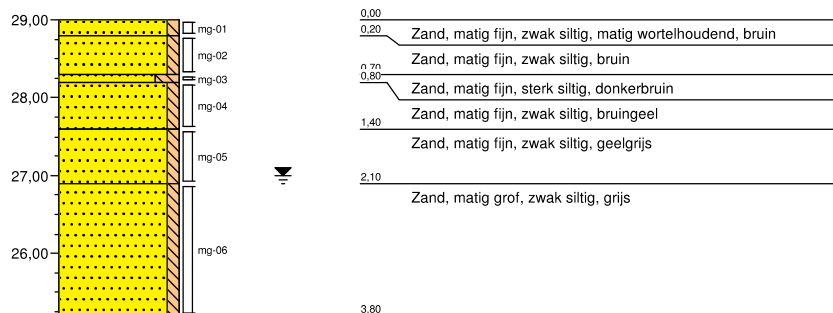
21-08-2018
RHN
25

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 200

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187548,00
y-coördinaat [m RD]: 379814,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

DL02-B26

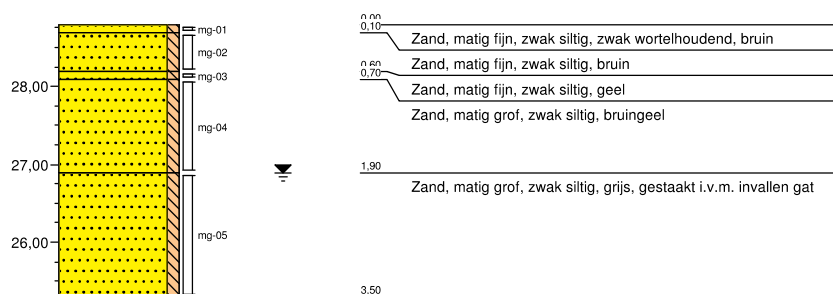
21-08-2018
RHN
26

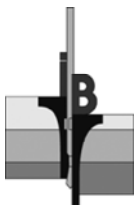
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 28,79 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 190

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187411,00
y-coördinaat [m RD]: 379756,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SL02-B27

21-08-2018
RHN
27

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 27,23 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 200

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187038,00
y-coördinaat [m RD]: 379462,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SN03-B-28

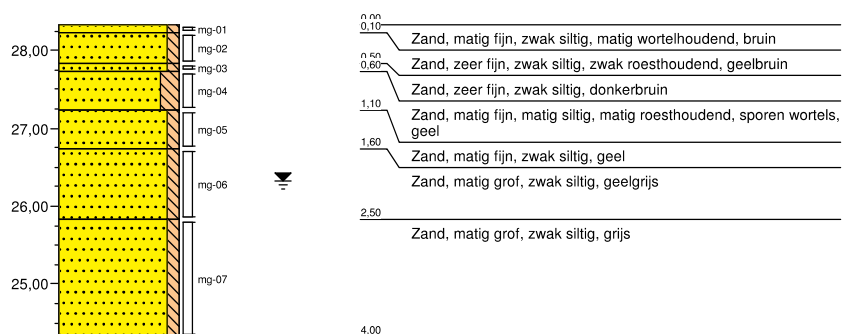
21-08-2018
RHN
28

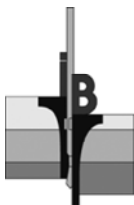
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 28,33 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 200

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187031,00
y-coördinaat [m RD]: 379236,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SS02-B31

21-08-2018
RHN
31

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 27,95 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 110

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187610,00
y-coördinaat [m RD]: 379482,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SS03-B32

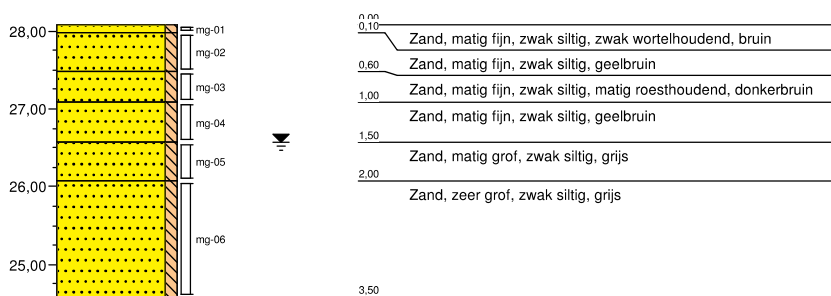
21-08-2018
RHN
32

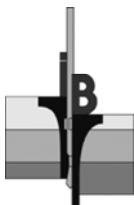
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 28,08 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 150

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 187824,00
y-coördinaat [m RD]: 379479,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SN01A-B33

21-08-2018
RHN
33

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,18 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 160

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 188179,00
y-coördinaat [m RD]: 379106,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K9c-5-B34

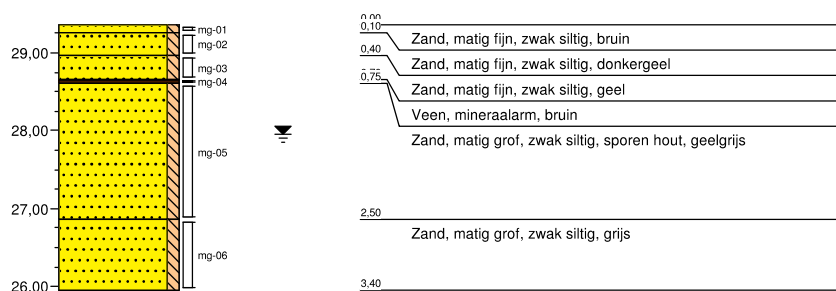
21-08-2018
RHN
34

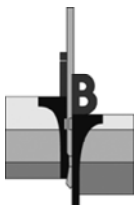
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,36 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 140

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 188268,00
y-coördinaat [m RD]: 379750,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SS04-B35

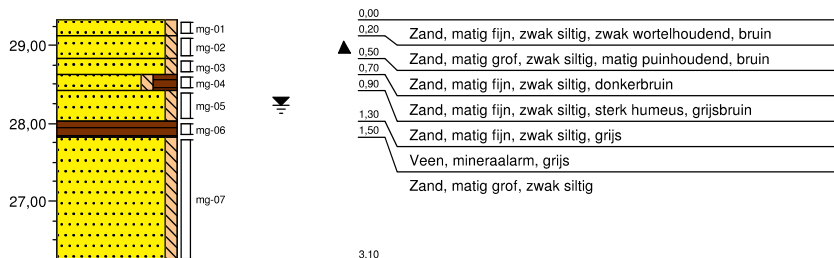
21-08-2018
RHN
35

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,33 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 110

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 188336,00
y-coördinaat [m RD]: 379443,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K9c-2-B36

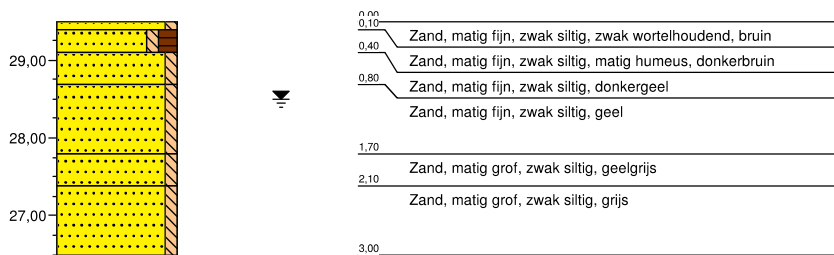
21-08-2018
RHN
36

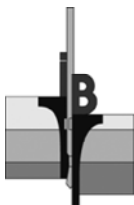
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 29,49 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 100

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 188873,00
y-coördinaat [m RD]: 379072,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K34-3-B37

21-08-2018
RHN
37

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 31,3 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 180

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 189785,00
y-coördinaat [m RD]: 378357,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SK01-B38

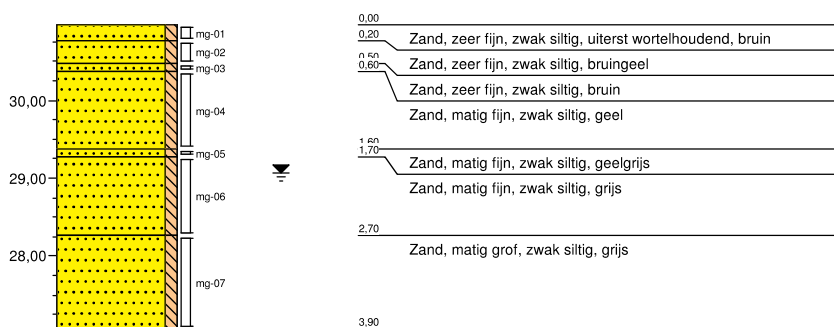
21-08-2018
RHN
38

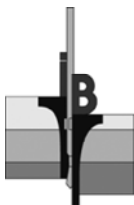
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 30,97 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 190

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 189858,00
y-coördinaat [m RD]: 378659,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

K34-1-B39

21-08-2018
RHN
39

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 30,62 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 200

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 189662,00
y-coördinaat [m RD]: 379072,00



Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SS06A-B40

21-08-2018
RHN
40

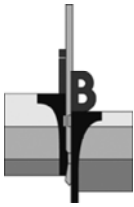
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 31,01 N.A.P.

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 188918,00
y-coördinaat [m RD]: 379454,00





Opdracht: 02P011898

Project: Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld te Liessel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:
Uitgevoerd nabij:

SS06-B41

21-08-2018
RHN
41

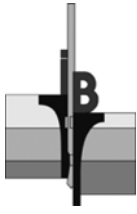
Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 31,18 N.A.P.

Classificatie volgens NEN 5104

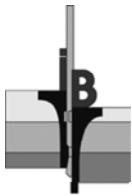
x-coördinaat [m RD]: 188863,00
y-coördinaat [m RD]: 379634,00





Opdracht : 02P011898
Document : 02P011898-RG-01
Project : Geotechnisch onderzoek Gebiedsontwikkeling Leegveld a/h Leegveld te Liessel

Bijlage F



VERKLARING CODERING BORINGEN (conform NEN 5104)

GRIND

	grind, siltig
	grind, zwak zandig
	grind, matig zandig
	grind, sterk zandig
	grind, uiterst zandig

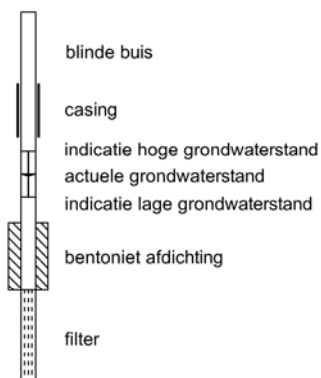
VEEN

	veen, mineraalarm
	veen, zwak kleiig
	veen, sterk kleiig
	veen, zwak zandig
	veen, sterk zandig

KLEI

	klei, zwak siltig
	klei, matig siltig
	klei, sterk siltig
	klei, uiterst siltig
	klei, zwak zandig
	klei, matig zandig
	klei, sterk zandig

PEILBUIS



ZAND

	zand, kleiig
	zand, zwak siltig
	zand, matig siltig
	zand, sterk siltig
	zand, uiterst siltig

LEEM

	leem, zwak zandig
	leem, sterk zandig

SLIB

	slib
--	------

TOEVOEGINGEN

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

GRONDMONSTERS

	geroerd monster
	ongeroerd monster

OVERIG

	bijzonder bestanddeel
	indicatie hoge grondwaterstand
	actuele grondwaterstand
	indicatie lage grondwaterstand

LEGENDA TEKENINGEN

SONDERINGEN

	Sondering met meting conusweerstand
	Diepsondering met plaatselijke kleeft
	Sondering met waterspanning
	Seismische sondering
	Sondering met bolconus
	Handsondering
	Slagsondering
	Niet uitgevoerde sonderingen

BORINGEN en PEILBUIZEN

	Boring
	Boring met peilbuis
	Mechanische boring
	Niet uitgevoerde boring
	Boring eerdere fase

MONITORING

	SCM-01 Scheurmeter
	Deformatiebout
	Trillingsmeter
	PDP- Plaatdrukproef
	ZB- Zakbaak
	WSM- Waterspanningsmeter
	HLM- Hellingmeter
	Deformatiesticker

ANDERE SYMBOLEN

	Positie en richting foto
	Meetpunt
	0-punt lokaal assenstelsel

KLEUR CODERING ONDERZOEKSFASE

	Sondering Fase 02
	Sondering Fase 03
	Sondering Fase 04

ADVISERING GEOTECHNIEK

Paalfundering
Fundering op staal

Bouwputontwerp
Bemaling
Grondkerende constructie
Taludstabiliteit

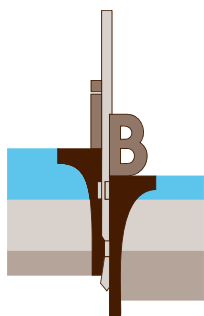
Bouwrijp maken terrein
Grondbalans
Drainage
Afkoppelen en infiltreren
Geo-hydrologische studie

Toezicht heiwerk

Funderingsrenovatie
Schade expertise

Pijpleidingen
Gestuurde boringen

Trillingsanalyse
Geluidsanalyse



INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Ingenieursbureau Inpijn-Blokpoel Son B.V.

Ekkersrijt 2058
postbus 94 - 5690 AB Son
telefoon (0499) 47 17 92
telefax (0499) 47 72 02
e-mail post@inpijn-blokpoel.com

VELDWERK

Sonderen
Boren
Pompproeven
Peilbuizen

Landmeetkundig werk
Nauwkeurigheidswaterpassing
DGPS-metingen
Inmeten palenplan

Trillingsmeting
Geluidsmeting
Akoestische paalcontrole
Geo-monitoring

Heibegleiding
Toezicht bouwputten

LABORATORIUM

Classificatie proeven
Mechanische eigenschappen
Chemische analyse

MILIEU-ONDERZOEK

Verkenkend-, nader- en
saneringsonderzoek
Advisering
Projectbegeleiding
Akoestisch onderzoek
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)



Tevens vestigingen te:
Waddinxveen, Hoofddorp
en Groningen

www.inpijn-blokpoel.com

